

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIATURA EN LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS DEL
ÁREA DE EMPAQUE DE SIGMA ALIMENTOS
COSTA RICA, A DESARROLLARSE CON
INFORMACIÓN DESDE SEPTIEMBRE 2020
PROYECTADO HASTA MAYO 2021.**

**Sustentante:
Jerry Rocha Corea**

**TUTOR:
Federico Salazar**

Julio, 2021

Carta del Tutor

Heredia, 01 de setiembre de 2021

Señores
Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La estudiante Jerry Rocha Corea, cédula de identidad número 8-0111-0051 me ha presentado, el trabajo de investigación denominado: "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS DEL ÁREA DE EMPAQUE DE SIGMA ALIMENTOS COSTA RICA, A DESARROLLARSE CON INFORMACIÓN DESDE SEPTIEMBRE 2020 PROYECTADO HASTA MAYO 2021", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría de todos los capítulos del documento y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones, las cuales fueron concluidas a la satisfacción por la estudiante.

De los resultados obtenidos por la postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINALIDAD DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	30%	28%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEÓRICO	20%	19%
	TOTAL		95%

En virtud de la calificación obtenida, se aprueba el proyecto de graduación, por lo que se puede realizar el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Firma..........
Nombre del profesor...Federico Salazar Jiménez.
Cédula...1-0914-0803
Carné del Colegio 1782.

Carta del Lector

San José, 28 de septiembre de 2021

Señores
Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Jerry Rocha Corea, cédula de identidad 8-0111-0051 me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS DEL ÁREA DE EMPAQUE DE SIGMA ALIMENTOS COSTA RICA, A DESARROLLARSE CON INFORMACIÓN DESDE SEPTIEMBRE 2020 PROYECTADO HASTA MAYO 2021, el cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo al planteamiento de las propuestas y la estructura del documento. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,



Johan Castro Vásquez
Cédula 1-1228-0842

Autorización de Publicación

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 30 de octubre, 2021

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito Jerry Luis Rocha Corea con número de identificación No. 8-0111-0051 autor del trabajo de graduación titulado "Diseño de un Plan De Mantenimiento Preventivo para las Máquinas del Área de Empaque de Sigma Alimentos Costa Rica, a desarrollarse con información desde Septiembre 2020 proyectado hasta Mayo 2021", presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial; SI autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,


801110051
Firma y Documento de Identidad

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.


SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.

Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo Terry Luis Rocha Correa, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 8-0111-0051 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente aperebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para las Máquinas del Área de Empaque de Sigma Alimentos Costa Rica, a desarrollarse con información desde Septiembre 2020 proyectado hasta mayo 2021."

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 1 días del mes de Septiembre del año dos mil veintiuno.


Firma del estudiante
Cédula

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la fortaleza, los medios y la bendición de concluir este proyecto en mi formación profesional, a mi familia por ser mi principal inspiración, a los profesores que han sido parte de este camino, y a mis amistades cercanas que han sido de gran apoyo.

Dedicatoria

Dedico el fruto de mi esfuerzo en este proyecto a mis hijos a quienes espero servir de inspiración para la búsqueda de sus metas personales y profesionales.

ÍNDICE

Capítulo I	11
1.1 Planteamiento del problema y su importancia	12
1.2 Antecedentes de la Empresa	12
1.3 Definición del problema.....	21
1.4 Preguntas de investigación	21
1.5 Justificación	22
1.6 Problema o necesidad	24
1.7 Objetivos.....	24
1.8 Delimitación del estudio	25
1.9 Definición de Variables	28
Capítulo II - Marco Teórico	29
2.1 Marco Conceptual General	30
2.2 Marco Conceptual – Gestión del Proyecto	33
2.3 Marco Conceptual Impacto del Proyecto.....	57
2.4 Antecedentes De Proyectos o Experiencias Semejantes	59
Capítulo III – Marco Metodológico	61
3.1 Metodología para la Definición del Problema	62
3.2 Metodología para la Medición y Respaldo Cualitativo del Proyecto	63

3.3 Metodología para la Propuesta de Mejora	65
3.4 Metodología para la Implementación del Proyecto.....	66
3.5 Metodología para la verificación y aseguramiento de control y seguimiento de resultados.....	68
Capítulo IV – línea base y análisis de causas	69
4.1 Herramienta de medición y respaldo cualitativo	70
4.2 Herramientas de recolección de información	72
Capítulo V – Diseño e implementación de la solución	105
Capítulo VI – Conclusiones y recomendaciones	183
Bibliografía	188
Anexos	192

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Ishikawa.....	31
Figura 2 Árbol de Fallas	32
Figura 3 Diagrama de Pareto	33
Figura 4 Control de Kilos por Fallas septiembre 2020	73
Figura 5 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – horas - septiembre 2020	77
Figura 6 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – averías - septiembre 2020	77
Figura 7 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – horas – octubre 2020.....	78
Figura 8 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – averías - octubre 2020.....	78
Figura 9 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – horas – noviembre 2020	79
Figura 10 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – averías - noviembre 2020	79
Figura 11 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – horas – diciembre 2020	80
Figura 12 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – averías - diciembre 2020	80

Figura 13 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – horas – septiembre - diciembre 2020.....	81
Figura 14 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – averías – septiembre - diciembre 2020.....	81
Figura 15 Registro de fallas “Cortadora VEMAG” septiembre a diciembre 2020 ..	82
Figura 16 Registro de fallas “Emp R240” septiembre a diciembre 2020	82
Figura 17 Registro de fallas “Emp 440” septiembre a diciembre 2020	83
Figura 18 Registro de fallas “Emp R245” septiembre a diciembre 2020	83
Figura 19 Registro de fallas “Rebanadora 2” septiembre a diciembre 2020	84
Figura 20 Registro de fallas “Sallad Campana” septiembre a diciembre 2020	84
Figura 21 Registro de fallas “UniSlacer 440” septiembre a diciembre 2020	85
Figura 22 Registro de fallas “Webber 1” septiembre a diciembre 2020	85
Figura 23 Registro de fallas “Webber 2” septiembre a diciembre 2020	86
Figura 24 Gráfico de Resultados pregunta No.1	89
Figura 25 Gráfico de resultados pregunta No.4.....	90
Figura 26 Gráfico de resultados pregunta No.5.....	91
Figura 27 Gráfico de resultados, pregunta No.6.....	92
Figura 28 Gráfico de resultados, pregunta No.7.....	93
Figura 29 Gráfico de resultados, pregunta No.9.....	95
Figura 30 Gráfico de resultado, pregunta No.10.....	96

Figura 31 Gráfico respaldo, respuesta No.11	98
Figura 32 Gráfico de resultados, pregunta No.13	99
Figura 33 Gráfico de resultados, pregunta No.14	100
Figura 34 Gráfico de resultados, pregunta No.16	102
Figura 35 Cronograma Implementación Plan de Mantenimiento Preventivo	113
Figura 36 Gráfico de Resultados pregunta No.1	196
Figura 37 Gráfico de resultados pregunta No.2.....	197
Figura 38 Gráfico de resultados pregunta No.3.....	199
Figura 39 Gráfico de resultados pregunta No.4.....	200
Figura 40 Gráfico de resultados pregunta No.5.....	202
Figura 41 Gráfico de resultados, pregunta No.6.....	203
Figura 42 Gráfico de resultados, pregunta No.7.....	204
Figura 43 Gráfico de resultados, pregunta No.8.....	206
Figura 44 Gráfico de resultados, pregunta No.9.....	207
Figura 45 Gráfico de resultado, pregunta No.10.....	209
Figura 46 Gráfico respaldo, respuesta No.11	210
Figura 47 Gráfico de resultados, respuesta No.12	212
Figura 48 Gráfico de resultados, pregunta No.13.....	213
Figura 49 Gráfico de resultados, pregunta No.14.....	214

Figura 50 Gráfico de resultados, pregunta No.15	216
Figura 51 Gráfico de resultados, pregunta No.16	217
Figura 52 Gráfico de resultados, pregunta No.17	218

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Productos	17
Tabla 2 Proyección reducción mínima en horas	22
Tabla 3 Variables	28
Tabla 4 Evolución y Tendencias.....	38
Tabla 5 Esquema Definiciones.....	39
Tabla 6 Estructura en serie	48
Tabla 7 Estructura combinada	48
Tabla 8 Estructura en paralelo	49
Tabla 9 Diagrama de Ishikawa	70
Tabla 10 Base de Datos Mantenimiento por Producto y Peso.....	72
Tabla 11 Control de Kilos por Tipo de Fallas.....	73
Tabla 12 Pregunta No 1	88
Tabla 13 Pregunta No. 4	89
Tabla 14 Pregunta No. 5	91
Tabla 15 Pregunta No. 6	92
Tabla 16 Pregunta No. 7	93
Tabla 17 Pregunta No. 9	94
Tabla 18 Pregunta No. 10	96

Tabla 19 Pregunta No. 11	97
Tabla 20 Pregunta No. 13	99
Tabla 21 Pregunta No. 14	100
Tabla 22 Pregunta No. 16	101
Tabla 23 Etapas Plan de Mantenimiento Preventivo	107
Tabla 24 Presupuesto Mensual para Mantenimiento Preventivo	110
Tabla 25 Condiciones implementación del plan	111
Tabla 26 Capacidad Máxima de Producción del Área de Empaque	116
Tabla 27 Total horas de paro por Fallas en el Área de Empaque	117
Tabla 28 Costo por paros en horas y productos nos conformes	118
Tabla 29 Total pago por horas extra	119
Tabla 30 Análisis Comparativo de Ahorro por Implementación del Plan Preventivo	121
Tabla 31 Análisis Comparativo	123
Tabla 32 Pregunta No 1	196
Tabla 33 Pregunta No. 2	197
Tabla 34 Pregunta No. 3	198
Tabla 35 Pregunta No. 4	200
Tabla 36 Pregunta No. 5	201
Tabla 37 Pregunta No. 6	202

Tabla 38 Pregunta No. 7	204
Tabla 39 Pregunta No. 8	205
Tabla 40 Pregunta No. 9	206
Tabla 41 Pregunta No. 10	208
Tabla 42 Pregunta No. 11	210
Tabla 43 Pregunta No. 12	211
Tabla 44 Pregunta No. 13	212
Tabla 45 Pregunta No. 14	214
Tabla 46 Pregunta No. 15	215
Tabla 47 Pregunta No. 16	216
Tabla 48 Pregunta No. 17	218

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

- **DMAIC:** Definir, Medir, Analizar, Mejorar (Improve), Controlar
- **EEUU:** Estados Unidos
- **FDA:** Food and Drug Administration
- **GMP:** Good Manufacturing Practices
- **HACCP:** Hazard Analysis and Critical Control Point
- **ISO:** Organización Internacional para la Estandarización
- **SAGARPA:** Premio México Calidad Suprema
- **SEMARNAT:** Certificación "Industria Limpia"
- **TIF:** Tipo Inspección Federal
- **TPM:** Mantenimiento Productivo Total
- **UH:** Universidad Hispanoamericana

RESUMEN

Cita Bibliográfica: Manual Vancouver – APA, UH. Rocha, Jerry, Universidad Hispanoamericana, julio 2021, Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas del área de empaque de Sigma Alimentos Costa Rica, a desarrollarse con información desde septiembre 2020 proyectado hasta mayo 2021. Federico Salazar.

Los principales hitos del presente proyecto son el proceso de análisis e investigación sobre los efectos de la falta de mantenimiento preventivo en las máquinas del área de empaque de Sigma Alimentos Costa Rica, en el periodo de septiembre 2020 a mayo 2021, por medio de un proceso de recolección de información dentro de la empresa, y el respaldo teórico, para ofrecer una propuesta robusta, moldeada y personalizada para cada máquina del área de empaque, de tal forma que la implementación del plan represente ahorros y maximización de recursos.

Para llegar a los resultados ofrecidos, se hizo uso de varios elementos de investigación ingenieril, que arrojaron datos de alta relevancia para la medición y proyección, por medio de una metodología de análisis de información recolectada desde fuentes primarias, secundarias y observación. Como resultado se presenta un Plan de Mantenimiento Preventivo muy adaptado a la naturaleza de las funciones y necesidades de la maquinaria, ofreciendo además efectos de alto impacto en las finanzas, por lo que su implementación es muy necesaria.

CAPÍTULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y SU IMPORTANCIA

Sigma Alimentos – Costa Rica, es una empresa privada en la industria de productos alimenticios, que desempeña diariamente una labor compleja en la preparación y manipulación de los alimentos que elabora y empaca.

Se ha detectado una serie de paros en maquinaria aumentando averías y paros, en el área de empaque, generando como problema baja productividad y atrasos en la demanda del consumidor. Desde mayo 2020 se comenzaron a observar las anomalías y a partir del mes de septiembre del mismo año, se comenzaron a guardar los datos de paros y averías de máquinas. Por ende, la importancia de encontrar una solución óptima para reducir los tiempos de paros de las máquinas y a su agilizar la producción.

La maquinaria es un activo muy importante en los procesos y por ende no se deben descuidar ya que afecta la productividad de la empresa.

1.2 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La Compañía es líder en el mercado de Costa Rica de carnes frías y quesos. En yogurt, ocupa la segunda posición en importancia. Además del mercado mexicano, Sigma comercializa sus productos en los Estados Unidos de América, Guatemala, Honduras y Nicaragua, y tiene operaciones de producción y distribución en Costa Rica, El Salvador y República Dominicana.

La Compañía actualmente cuenta con 26 plantas de procesamiento de alimentos refrigerados y con más de 130 centros de distribución. Sigma Alimento

Costa Rica se encuentra ubicado en la provincia de Alajuela 4 km al oeste del aeropuerto Juan Santamaría sobre la carretera al roble.

1.2.1 Misión

Ser la compañía líder de alimentos refrigerados en los mercados de México, Latinoamérica e Hispano de Estados Unidos de América.

1.2.2 Visión

Entender a nuestros consumidores para deleitarlos con productos alimenticios y ser la empresa preferida de nuestros clientes, proveedores y personal, basados en el sólido apoyo de nuestro talento humano.

1.2.3 Antecedentes Históricos

En 1980 Alfa incursiona en el sector alimentos: El negocio de carnes frías de Sigma fue establecido en 1939 por la familia Brener, de quienes Alfa adquirió sus principales marcas incluyendo “Fud”, “San Rafael”, “Iberomex”, “Chimex” y “Viva”.

Sigma incursiono en el mercado de yogurt a través de una alianza estratégica en 1994 con la firma francesa Sodima internacional para la producción y distribución de yogurt bajo la marca “Yoplait”, mediante la celebración de un contrato de franquicia de fabricación y comercialización.

En 1997 se integró san Antonio, empresa productora de carnes frías en el occidente de México. La Compañía, comercializa y distribuye alimentos refrigerados, así como, productos alimenticios preparados, refrigerados y congelados, entre otros.

Durante la segunda mitad del año, en el 2002 se adquiere Embutidos Zar, empresa líder en la producción y comercialización de carnes frías en Costa Rica. A finales de año, Inlatec es incorporado al portafolio de negocio de Sigma. La empresa es líder en el mercado de quesos de Costa Rica. Sigma Alimentos inicia exportaciones de carnes frías y quesos a EUA con la finalidad de servir al mercado hispano. En el 2003 Sigma adquiere los activos y las marcas de productos "Checo", una de las empresas productoras de carnes frías más importantes de la República Dominicana.

A mediados del año, se adquirió Productos Cárnicos, empresa líder del mercado de carnes frías en el Salvador. Productos cárnicos maneja un amplio portafolio de marcas entre las cuales se encuentra "superior" y "Vitta".

Sigma entra al segmento de postres lácteos con la marca "Yocrema" para aprovechar el rápido crecimiento de dicho mercado.

En 2004 Sigma se asocia con Grupo Chen, productor importante de lácteos en el norte de México. Grupo Chen comercializa sus productos bajo las marcas "Chen", "Normex", "Norteño", "Norteñita", "Camelia", entre otras.

En 2005 Sigma concreto la compra de New Zealand Milk México, importante productor de lácteos en el país. La empresa comercializa quesos, cremas, mantequillas y margarinas bajo la marca "Nochebuena", "Franja", "Eugenia", y "Delicia", entre otras. En 2006 Adquisición de interés mayoritario de Nayar, compañía productora de carnes frías en Guadalajara, Jalisco con la cual se refuerza la presencia en la región occidental de México.

En septiembre del 2006, sigma adquirió la participación de los socios minoritarios en su asociación con Chen por lo que ahora posee el 100% del negocio.

En marzo del 2007 se formó la asociación con Bernina, una empresa de carnes frías que participa en el segmento Premium O Delicatessen, con presencia en el valle de México.

En julio del 2007, Sigma adquirió Mexican Cheese Producers, productora y comercializadora de quesos tipo mexicano basada en Wisconsin, EEUU, con lo cual aumenta su presencia en el mercado hispanoamericano de ese país.

En agosto del 2007 Adquirió industrias alimentarias del sureste, compañía productora de carnes frías en Mérida, Yucatán.

En mayo del 2008 inicio operaciones la planta de carnes frías en Seminole, Oklahoma, EE.UU.

1.2.4 Procesos

- **Carnes Frías**

Existen dos líneas principales dentro del negocio de carnes frías: los jamones que son elaborados en su mayoría de pierna de cerdo y pavo; y las salchichas y otros son elaborados de cortes de carne de cerdo y carne de ave. En general, el proceso de producción de carnes frías involucra el inyectado con salmuera y el masajeado de la materia prima a fin de liberar la proteína contenida en los músculos de la carne y formar una mezcla moldeable. La mezcla de materia prima es embutida en fundas de material sintético que pasan a un

proceso de cocimiento y en algunos casos, los productos se someten a un proceso de rebanado. Posteriormente, los productos cocidos y en su caso, rebanados son empacados y junto con los productos que se venden a granel, son enviados a los centros de distribución de la Compañía para su venta al cliente.

En Sigma nos preocupamos por ofrecer productos de calidad y con los más altos estándares de higiene e inocuidad a nuestros consumidores. Es por esto que nuestros procesos se rigen por los más estrictos estándares de la industria alimentaria de modo que quienes nos prefieren están seguros que los alimentos que llevan nuestras marcas están preparados con el mayor cuidado y son una fuente saludable de nutrición. Sigma da cumplimiento a las disposiciones del Marco Regulatorio Nacional que los rige, así como la Normatividad de los países a los que se exportan los productos. Además, nuestra compañía ha obtenido las siguientes certificaciones que garantizan la calidad, higiene e inocuidad de los procesos de fabricación.

Nuestros procesos se rigen por los más estrictos estándares de la industria.

- Certificación TIF (Tipo Inspección Federal)
- Certificación ISO 9001 (Organización Internacional para la Estandarización)
- Certificación FDA (Food and Drug Administration)
- Certificación HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point)
- Certificación "Industria Limpia" (SEMARNAT)
- Certificación para Exportar a la Comunidad Europea

- Certification GMP (Good Manufacturing Practices)
- Premio México Calidad Suprema (SAGARPA)
- Acreditación de los Laboratorios de Ensayo
- Ministerio de Salud (Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria y Pesquera de Centroamérica y/o Cuba o República Dominicana)

1.2.5 Productos

- **Carnes Frías:**

Sigma produce y comercializa jamón, salchichas, mortadela y tocino, entre otros productos. Nuestras marcas gozan de un fuerte reconocimiento entre los consumidores, ya que están dirigidas a satisfacer las necesidades de cada segmento del mercado al cual están enfocadas. Algunas cuentan con más de 70 años de tradición.

La Compañía tiene registrada como marca la denominación "Sigma Alimentos" y su logotipo distintivo. Adicionalmente la Compañía cuenta con el registro de 725 marcas. Dichas marcas se han registrado desde 1958 hasta la fecha y cada una tiene una duración de 10 años renovable.

A continuación, se presenta la tabla No. 1 con las principales marcas de la Compañía.

Tabla 1 Productos

EMPRESA SIGMA ALIMENTO						
Carnes frías	fub	zar	San Rafael	Vitta	checo	viva
Queso	chen	norteño	Del prado	sosua	normex	Noche buena
yoghurt	yoplait	Yoplus	Chen	yopli	doh	yolites
otros	solen	guten	Chet	delicia	chimex	Café ole

Fuente: Sigma Alimentos (2021)

1.2.6 Mercado

- 144 centros de distribución.
- Cerca de 5,000 vehículos.
- 31 plantas productoras de alimentos. - Presencia en México, Estados

Unidos, Centroamérica, el Caribe y Perú.

En Sigma hemos desarrollado y lanzado al mercado una extensa variedad de productos pensando en nuestros consumidores. Siempre nos preocupamos por estar en comunicación constante con ellos.

Todos los productos se desarrollan con la idea de ayudar a nuestros consumidores en su vida diaria. Cada producto es especial, nuestra satisfacción es cuando lo vemos en el refrigerador ayudando a las amas de casa. En Sigma vivimos diariamente el valor de la Innovación, reconocemos la importancia de este

valor para el crecimiento constante de nuestras marcas. Frecuentemente estamos evaluando diferentes alternativas de nuevos productos.

1.2.7 Políticas

- **Orientación al Cliente.**

Desarrollar formas efectivas de identificar, encontrar y exceder las necesidades de los clientes (internos y externos), conocer sus necesidades, evaluarlas, comprometerse satisfacerlas, tener una interacción abierta.

- **Calidad y Servicio.**

Satisfacer con oportunidad y calidad las necesidades de los clientes internos y sobre todo los externos, cumplir con los requerimientos acordados y en lo posible exceder sus expectativas.

- **Orientación a Resultados.**

Alinear el trabajo a los objetivos estratégicos de la empresa, establecer estándares altos y enfocarse en los resultados más que en el esfuerzo realizado; ser objetivo en los análisis, buscar el logro y cumplimiento de resultados concretos, completar cosas y acciones.

- **Trabajo en Equipo.**

Desarrollar y mantener relaciones cooperativas con personal de cualquier área o nivel organizacional a través de compartir información consistentemente, responsabilidades, toma de decisiones y dar reconocimiento para el logro de un propósito común como apoyo al negocio. Tener claro que el trabajo en equipo está por encima de la capacidad técnica de un individuo.

- **Integridad.**

Comportamiento honesto, auténtico, responsable, prudente, profesional, leal y solidario. Hablar siempre con la verdad.

- **Respeto**

Tratar con la debida consideración. Es reconocer la naturaleza humana y valor de las personas con quienes trabajamos por lo que se procede con integridad en las interacciones.

- **Innovación.**

Generar y/o reconocer soluciones imaginativas y creativas a situaciones relacionadas con el trabajo, generando ventajas competitivas para el negocio. Proponer más y mejores alternativas. Fomentar y apoyar la creatividad de los colaboradores, desarrollar nuevos productos e ideas para servir mejor al cliente y al consumidor.

- **Mejora Continua**

Aplicación permanente de nuevos procesos, enfoques, métodos o sistemas. Promover el cambio. Insatisfacción positiva con el estado en que están las cosas procurando la innovación creativa y práctica para mejorar los resultados en todos sentidos.

- **Compromiso.**

Habilidad para mostrar interés y dar prioridad a acciones que aseguren el cumplimiento de lo requerido, actuando con prevención y buscando la mejora continua.

- **Conciencia De Costos.**

(Austeridad) Búsqueda habitual de utilizar los recursos con inteligencia, prudencia, previsión y ahorro, evitando lo superfluo; vivir día a día este concepto, mostrar con el ejemplo, transmitir este concepto a los demás, pensar siempre formas de ser más eficiente y efectivo.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el área de empaque de la empresa Sigma Alimentos- Costa Rica, según manifiestan los usuarios de las máquinas y el departamento de mantenimiento, se están presentado varias quejas debido a los paros constantes de las máquinas, creando un descontento en dicha área, lo cual representa la problemática en la cadena de producción, por esta razón se pretende realizar un estudio basado en análisis del servicio que brinda dicha área, lo cual representa una oportunidad de mejora, en el cual los beneficiados serán inicialmente los participantes en el proceso de empaque, y a mayor escala la empresa en general, debido a la mejora de la problemática.

1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- a. ¿Con cuántas maquinas cuenta el área de empaque?
- b. ¿Cuáles son los procesos que se realizan en el área de empaque de la empresa Sigma Alimentos – Costa Rica?

- c. ¿Qué tareas implican la realización de los procesos del área de empaque de la empresa Sigma Alimentos – Costa Rica?
- d. ¿Qué tipo de mantenimiento preventivo y atención se brinda actualmente a la maquinaria del área de empaque de la empresa Sigma Alimentos de Costa Rica?

1.5 JUSTIFICACIÓN

La realización de la presente investigación será de gran beneficio para la empresa Sigma Alimentos de Costa Rica, especialmente para el área de empaque, ya que se determinarán datos importantes que permitirán valorar la situación actual de la atención y mantenimiento que se le da a la maquinaria, brindando a la vez herramientas para la toma de decisiones y maximización de los recursos. Se espera que, con la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, durante el primer semestre se logre al menos una reducción de un 10% en fallas, representado por ahorro de 5.33 horas mensuales o 32 semestrales semestralmente. Los datos se presentan a continuación en la Tabla 2. La fuente de estos datos se presenta más adelante en los beneficios de la propuesta, en la sección de análisis comparativo de ahorro por Implementación del Plan Preventivo.

Tabla 2 Proyección reducción mínima en horas

Total de horas de paro de septiembre a diciembre (4 meses)	Promedio mensual	Total horas de paro en un semestre	Proyección de reducción esperada durante el I semestre de Implementación		
			%	Total horas semestrales	Total horas mensuales
213,22	53,31	319,83	10	32	5,33

Fuente: Elaboración propia (2021)

Este tema surgió como respuesta a los constantes paros que presentan dichas máquinas, al faltar un adecuado plan preventivo del cuidado; que dan como resultado baja producción y paros esporádicos en los trabajadores que tienen que ver con estos procesos, así como también en la deficiencia en la satisfacción de la demanda del consumidor, al faltar un adecuado plan preventivo, del cuidado de las máquinas.

Tomando en cuenta que cuando una máquina se para hay problemas en la producción y por ende en el trabajo de los operarios, tanto como del producto directo, como los siguientes procesos que se llevan a cabo hasta la salida de los productos.

En este análisis se tomarán en cuenta los aportes que se obtengan de los operarios y administradores para aclarar los factores y causas de este problema.

A continuación, se detallan los beneficios esperados al finalizar la investigación.

- a. Determinar el proceso actual de atención y mantenimiento preventivo que recibe la maquinaria de empaque para visualizar las debilidades y necesidades de mejora.
- b. Obtención de una propuesta que permita darle mantenimiento preventivo periódico y constante a la maquinaria
- c. Conocer el uso correcto que debe recibir la maquinaria, estableciendo parámetros: financieros, humanos, de tiempo y otros recursos involucrados.
- d. Incremento en el aprovechamiento de la maquinaria al utilizarla de una mejor manera y por ende se espera una disminución de gastos en reparaciones.

- e. La empresa incrementará la calidad en sus procesos, por ende, en sus productos y atención a sus clientes.

1.6 PROBLEMA O NECESIDAD

¿Qué se necesita para diseñar y aplicar adecuadamente un plan preventivo del mantenimiento de las maquinas del área de empaque de la empresa Sigma Alimentos-Costa Rica?

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo general

Analizar el proceso del mantenimiento del área de empaque, a través del diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas a mediano y largo plazo, que permita el desempeño óptimo de los equipos y maximizar la capacidad de sus condiciones y producción, para la eliminación de pérdidas de tiempo y dinero.

1.7.2 Objetivos específicos

- Reconocer los productos que realiza la empresa Sigma Alimentos- Costa Rica
- Describir los procesos que se ejecutan en el área de empaque de Sigma Alimentos-Costa Rica.
- Aplicar el análisis preventivo a las máquinas de Sigma Alimentos- Costa Rica.

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que funcione a mediano y largo plazo en las máquinas del área de empaque de Sigma Alimentos-Costa Rica, de acuerdo a las exigencias de la empresa.

1.7.3 Impacto

Al ofrecer una solución al problema detectado, se espera que la empresa pueda generar un aumento de la productividad, además experimentar una importante reducción de costos de mantenimiento y también garantizar la reducción de fallas de calidad.

1.8 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación se está llevando a cabo en el país de Costa Rica, en la provincia de Alajuela cantón central Distrito San Antonio del Tejar, en la empresa Sigma Alimentos C.R.

Para esta investigación se han tomado en cuenta el personal del área de empaque en conjunto con los técnicos de mantenimiento que se presentan a dicha área a dar un servicio correctivo.

El estudio se realizará en un periodo de 9 meses que comprende los meses de septiembre 2020 al mes de mayo del año 2021.

1.8.1 Alcances

- El proyecto tiene como principal intención realizar una propuesta que reduzca los tiempos de paro por falla a las maquinarias.

- El estudio se va a llevar a cabo en el área de empaque de la empresa Sigma Alimentos C.R, por lo que no se va a tomar en cuenta ni otros departamentos ni otras sucursales.
- Debido a que la empresa Sigma alimentos no posee un plan de mantenimiento preventivo, para realizar el estudio se va tomar en cuenta solo la base de datos, bitácora y entrevistas.
- El periodo de tiempo que abarca este estudio es de 9 meses que comprende los meses de septiembre 2020 al mes de mayo del año 2021
- En base a la propuesta que se va a realizar con este estudio, el departamento de mantenimiento se va a ver beneficiado ya que puede tomar decisiones en base a los resultados obtenidos.

1.8.2 Limitaciones

- Por disposiciones del departamento de mantenimiento y por asuntos de seguridad se protege cierta información dadas en las entrevistas
- No se van a mencionar los montos de repuestos utilizados en las máquinas.
- Actualmente el personal del área de empaque de Sigma Alimentos C.R, no ve que sea tan necesario el estudio, por lo que puede presentar resistencia al cambio.
- Debido a la situación actual de la pandemia del Covid-19, la empresa ha adoptado serias medidas de ingreso y control a áreas específicas, por lo que podría presentarse alguna restricción de acceso en algún momento.

La implementación de la propuesta queda a criterio de la gerencia del área mantenimiento de Sigma Alimentos C.R. La definición de variables se presenta en la Tabla 3 Variables.

1.9 DEFINICIÓN DE VARIABLES

Tabla 3 Variables

Objetivos Específicos	Variables	Indicadores	Herramientas	Recursos	Beneficios
1.1 Reconocer los productos que realiza la empresa Sigma Alimentos-Costa Rica	Productos que brinda	Productos por maquinaria.	Registros, base de datos.	Máquina productora Computadora	Conocimiento del funcionamiento de las máquinas.
1.2 Describir los procesos que se ejecutan en el área de empaque de Sigma Alimentos-Costa Rica.	Describir los procesos	Procesos de operarios por máquina.	Registro de operarios activos por jornada y registro de maquinaria.	Máquinas Operarios Computadora Archivador	Conocimiento de los procesos de las máquinas por operarios
1.3 Aplicar el análisis preventivo a las máquinas de Sigma Alimentos-Costa Rica.	Aplicar el análisis preventivo	Porcentaje de avance del análisis	Lista de chequeo	Financiero Humano	Estado de la situación actual de las máquinas
1.4 Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que funcione a mediano y largo plazo en las máquinas del área de empaque de Sigma Alimentos-Costa Rica, de acuerdo a las exigencias de la empresa.	Plan de mantenimiento preventivo	Porcentaje de avance del plan preventivo	Lista de chequeo, lista de actividades a revisar.	Máquinas Humano Financiero	Diseño del plan de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia (2021)

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL

Este capítulo contiene los principales aspectos conceptuales para la comprensión del análisis del tema, importancia de la maquinaria y equipos para la empresa, como también las diferentes técnicas que se van a utilizar para llevar a cabo la investigación del Mantenimiento Preventivo.

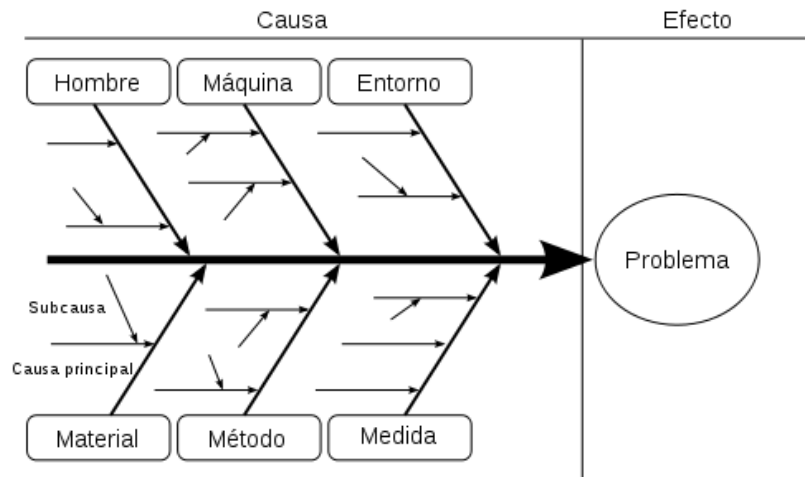
Las herramientas ingenieriles a utilizar, y que serán de apoyo para generar un análisis y señalamiento específico de la problemática son

2.1.1 Diagrama de Ishikawa de Mantenimiento

De acuerdo al blog de metodología de técnicas Lean (Lean, 2014) el nombre es Diagrama de Causa-Efecto, sin embargo, es conocido como Diagrama de Ishikawa ya que su creador fue Kaoru Ishikawa, otro nombre común para este diagrama es el de Espina de Pescado, debido a su similitud.

Esta herramienta constituida por una base o línea central representando la columna, con 4 o más líneas en un ángulo de 70 grados, las cuales representan las espinas, que pueden estar compuestas por otras espinas. Cada una de ellas se enfoca en una situación que compone al problema, el cual es concretado al unificar cada una de las partes. A continuación, se presenta un ejemplo, en la Figura 1:

Figura 1 Diagrama de Ishikawa



Fuente: Lean (2014)

2.1.2 Diagrama de árbol

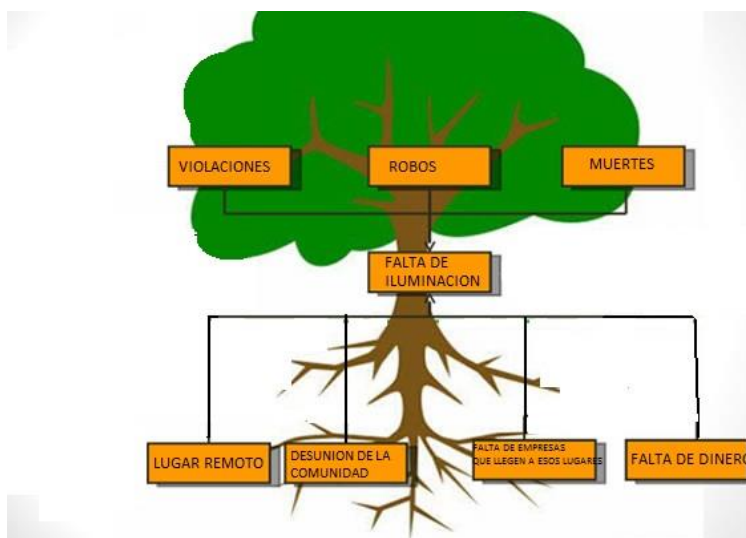
El diagrama de árbol es una herramienta que según (Betancourt, 2018) permite visualizar un proceso sistemático, de tal forma que se pueda relacionar un concepto con todos los elementos que lo componen.

El nombre de árbol se atribuye justamente porque se manifiestan a través de ramas los medios requeridos para alcanzar el objetivo representados en el tronco del árbol. O en su defecto para visualizar un problema, las raíces representan las situaciones que desencadenan, las circunstancias evidenciadas por medio de las ramas, ambas contribuyen al problema que se concentra en el tronco.

Algunas de sus principales características son que permite realizar un análisis visual sencillo, permite también enfocar una causa raíz de la situación planteada, entre otros.

Un ejemplo del diagrama de árbol se presenta en la Figura 2:

Figura 2 Árbol de Fallas



Fuente: Betancourt (2018)

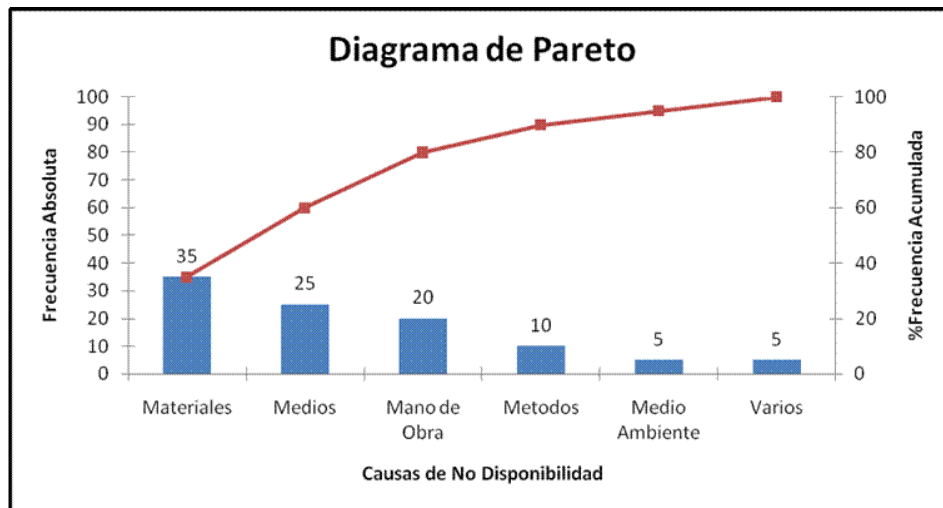
2.1.3 Diagrama de Pareto

Se le conoce también como distribución ABC, Curva 80-20, y según Betancourt (2016) su nombre se atribuye a su creador Vilfredo Pareto. Este diagrama permite hacer una separación de los problemas más relevantes de los que no lo son, esto a través del principio 80-20, que señala que el 20% de las causas, genera el 80% de las consecuencias. Esta herramienta se puede aplicar a diversas ramas desde economía, ciencias sociales, industria, calidad, etc.

La presentación consiste en un gráfico de barras en el que se clasifican desde izquierda a derecha y en orden descendente los factores causantes de una situación determinada.

A continuación, se brinda un ejemplo en la Figura 3:

Figura 3 Diagrama de Pareto



Betancourt (2016)

2.2 MARCO CONCEPTUAL – GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Definición de Ingeniería

Según lo define Pérez y Gardey (2013) la ingeniería es una ciencia que se concentra en estudiar y aplicar los diversos elementos de la tecnología, por lo que un ingeniero se desenvuelve por medio de la aplicación de la inventiva y a través del uso del método científico con el propósito de concretar ideas en la realidad, y de esa manera resolver los problemas humanos.

Podría decir que es el estudio, conocimiento, manejo y dominio de las matemáticas, la física y otras ciencias implicadas profesionalmente tanto para el desarrollo de tecnologías, como para el manejo eficiente de recursos y/o fuerzas de la naturaleza en beneficio de la sociedad. La ingeniería nos permite

transformar el conocimiento en algo práctico aplicando los conocimientos científicos a la invención o perfeccionamiento de nuevas técnicas, usando nuestro ingenio principalmente de una manera más pragmática y ágil que el método científico, puesto que la ingeniería, como actividad, está limitada al tiempo y recursos dados por el entorno en que nos desenvolvamos.

2.2.2 Definición de Ingeniería Industrial

Pérez y Gardey (2013) también definen Ingeniería Industrial, como una disciplina que estudia y analiza los elementos relacionados a la producción de bienes y servicios, y que a la vez realiza los procesos de planeación, control y diseño, para la gestión óptima del proceso industrial teniendo siempre en cuenta los aspectos técnicos, económicos y sociales.

“El objetivo de los ingenieros industriales es comprender y desarrollar sistemas de producción industrial, de modo tal que sus resultados sean previsibles. Por eso, los especialistas en esta ciencia realizan una tarea de predicción sobre las consecuencias de la actividad de una industria.” (Pérez & Gardey 2013)

La lectura también señala que Frederick Taylor conocido como el promotor de la organización científica del trabajo, Harrington Emerson quien fue el pionero en el pago de premios por efectividad y Henry Ford creador de la producción en serie a través de las cadenas de montaje, en la actualidad son considerados como los padres de la Ingeniería Industrial.

Para el Instituto americano de Ingenieros Industriales (AIIE) la ingeniería Industrial se define como:

“La ingeniería que se ocupa del diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados por personas, materiales, información, equipo y energía. Requiere de conocimientos especializados y habilidades en matemática, las ciencias físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería para especificar, predecir y evaluar los resultados obtenidos de tales sistemas”. (AIEE, 2020)

De lo anterior se puede resumir el rol del Ingeniero o la Ingeniera Industrial como el de facilitar la generación de productos de calidad, ya sean estos bienes o servicios, optimizando la utilización de los insumos y recursos teniendo siempre un enfoque sistémico de las organizaciones

Siendo la ingeniería industrial considerada una ciencia que además de velar por el desarrollo y la mejora de procesos, también se encarga de implantar y evaluar los sistemas compuestos por personas, recursos o riquezas, información y adquisición de conocimiento, equipo, materiales, procedimientos e incluso energía, generando prototipos que permitan optimizar sistemas y equipos industriales a través del uso de métodos de análisis, síntesis de ingeniería y diseño, los cuáles permiten especificar, evaluar y predecir resultados. Por lo tanto, según lo señala un autor desconocido “La ingeniería industrial emplea conocimientos y métodos de las ciencias matemáticas, físicas, sociales, políticas públicas, técnicas de gerencia etc. de una forma amplia y genérica, para

determinar, diseñar, especificar y analizar los sistemas (en sentido amplio del término), y así poder predecir y evaluar sus resultados”. (anónimo, 2021)

2.2.3 Producción

Según la definición de Reyes (2000) la producción es el “Conjunto de actividades que consumen energía, tiempo y materia para transformarla a esta desde una forma a otra utilizando tecnología e instalaciones apropiadas, sin afectar negativamente al medio ambiente y terminando al menor costo un producto, solicitado o necesitado por alguien”.

Ya que la palabra producción como tal es muy amplia, algunos expertos opinan que se puede clasificar en diferentes áreas, tales como administración de la producción, producción económica, producción primaria, producción en cadena, fabricación, medios de producción, entre otros, sin embargo, un componente vital es el control de la productividad, de la cual las ciencias ingenieriles se basan en gran manera.

2.2.4 ¿Qué hacen las Empresas de Alimentos?

Según la clasificación de Quiminet (2021) las empresas dedicadas a la industria de alimentos buscan proveer a sus clientes y al mercado de productos de consumo referenciados por una buena calidad. Señalan además que estas empresas se esfuerzan por implementar procesos de calidad en sus líneas de producción, elaboración, transformación, preparación, conservación y envasado de los productos para el consumo de las personas, e incluso de animales.

La empresa Sigma Alimentos, la cual es donde se desarrolla el planteamiento de dicho trabajo, no solo busca darle al consumidor su producto de calidad, sino también detrás de un esfuerzo masivo de cada uno de sus activos, los beneficios de vida más saludable, en armonía con su entorno.

2.2.5 Mantenimiento industrial

El mantenimiento industrial definido por Gómez (2017) pretende asegurar la eficiencia y correcto funcionamiento de las máquinas, equipo e instalaciones, previendo la disponibilidad de las mismas, con el propósito de generar un óptimo rendimiento sobre la inversión total, ya sea de los sistemas de producción, maquinarias y recursos humanos destinados al mantenimiento.

Por lo tanto, el mantenimiento se puede describir como el proceso cuyo principal objetivo es mantener un artículo o en su requerido caso, restaurarlo al estado en el cual le sea posible realizar su función requerida de manera efectiva. Las acciones ejecutadas incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas que sean requeridas y/o correspondientes.

Por lo tanto, podría dividirse el concepto en diferentes áreas, como actividad, comprobación, medición, reemplazos, ajustes y reparaciones necesarias para el desarrollo de esta tesis con el fin mantener y reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir el objetivo de la aplicación de la tesis.

No podemos desligar el termino de mantenimiento sin tomar en cuenta los procesos, para lograr esta condición, en el proceso de desarrollo del proyecto se

incluyen acciones de inspección, comprobaciones, clasificación, reparación, etc. Como también el conjunto de acciones de provisión y reparación necesarias, para mantener la maquinaria (rebanadora, empacadora, selladora, etc.) en las condiciones adecuadas para permitir su uso y mantenimiento preventivo de forma eficiente, tal como está designado.

En la Tabla 4 se presenta la evolución y tendencias que el mantenimiento ha tenido a través del tiempo a través de las cuatro generaciones que lo comprenden.

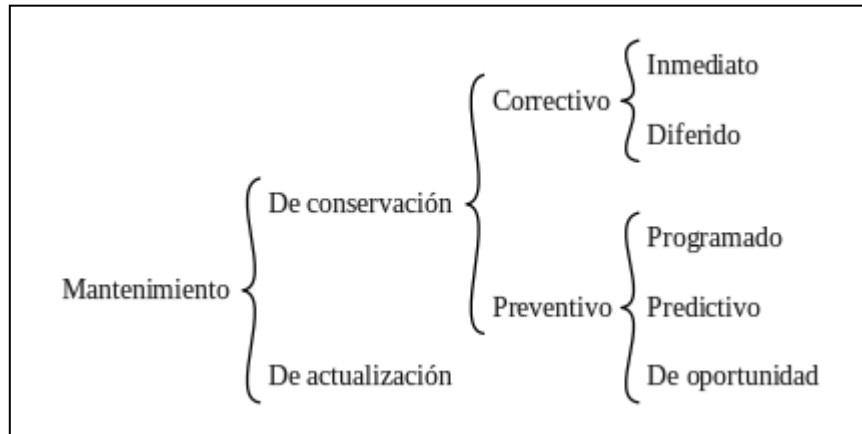
Tabla 4 Evolución y Tendencias

Evolución v tendencias de Mantenimiento	
<p>Primera Generación: 1930 a 1949</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento correctivo • (Repara en caso de avería) 	<p>Segunda Generación: 1950 a 1989</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento correctivo • Mantenimiento preventivo • Planificación y control • <u>Over hands</u>
<p>Tercera Generación: 1990 a 1999</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento predictivo y monitoreo • Contratación externa • Certificado de calidad • Análisis de causa 	<p>Cuarta Generación: 2000 a la actualidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento TPM • Certificaciones integradas

Fuente: (Universidad centro americana Jose Simeon cañas , 2014)

En las operaciones de mantenimiento podemos diferenciar las siguientes definiciones en la Tabla 5:

Tabla 5 Esquema Definiciones



Fuente: Elaboración propia

El proyecto tiene como fin desarrollar el mantenimiento preventivo, siendo este su objetivo. Por ello es importante fundamentar acciones con el **mantenimiento de Conservación** que tiene como fin conservar el estado óptimo de la maquinaria y equipo, según el Centro de Conocimiento de Mantenimiento (2021) dividiéndolos a la vez en mantenimiento de tipo:

- a. Mantenimiento Correctivo
- b. Mantenimiento Preventivo

a. Mantenimiento Correctivo: El primer tipo de mantenimiento correctivo es el inmediato el cual se realiza inmediatamente de percibir la avería y defecto, haciendo uso de los medios disponibles, destinados a ese fin; y el mantenimiento correctivo diferido, el cual consiste en que al producirse la avería o defecto, la cual desencadena un paro de la instalación o equipamiento del que se trate, para posteriormente afrontar la reparación, solicitándose los medios para ese fin.

Renovetec (2021) indica que el mantenimiento correctivo es cuando únicamente se intervienen los equipos, cuando ya un fallo se ha producido, por lo tanto, se trata de una respuesta o actitud pasiva frente al estado de las máquinas o equipos. Es tipo de mantenimiento es el que más se practica en una gran cantidad de industrias, en especial donde existe un bajo coste de repuestos, esta filosofía de mantenimiento no requiere ninguna planificación sistemática por cuanto no se trata de un planteamiento organizado de tareas.

b. Mantenimiento Preventivo: El mantenimiento preventivo definido como:

“El destinado a garantizar la fiabilidad de los equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por deterioro”. (AEC, 2021)

Es importante considerar que el mantenimiento preventivo es un proceso de previsión con el fin de evitar o minimizar los fallos en las máquinas, ocasionando paros laborales, esto a través de procesos establecidos para inspección periódica, o renovación de piezas y máquinas en el momento oportuno.

De acuerdo a lo señalado por Márquez (2014) en las etapas de inspección se realizan desmontajes ya sea de forma total o parcial de la máquina con el propósito de revisar y validar el estado de sus elementos, reemplazando aquellos que se estime oportuno a la vista del examen realizado. En algunas ocasiones los cambios se realizan en respuesta a la conclusión de la vida útil de la máquina o equipo.

El autor señala que en definitiva el éxito de este tipo de mantenimiento dependerá en gran medida de la correcta elección del periodo de inspección, ya que un periodo muy largo puede generar el riesgo de la aparición de fallos, mientras que un periodo muy corto puede encarecer considerablemente el proceso productivo.

Según señala Márquez (2021) uno de los aspectos que se podrían considerar como inconvenientes para la implementación del mantenimiento preventivo, son los costos en que se debe incurrir para establecer el plan de revisión permanente. Sin embargo, es importante sopesar cual costo es más significativo, si el de la implementación del mantenimiento preventivo, o los costos del fallo de las máquinas sin previsión, y las pérdidas en producción durante su tiempo de reparación o sustitución.

El blog “El Mundo de la Ingeniería Industrial” señala que la implementación del mantenimiento predictivo se apoya en dos principales pilares.

1. Existencia de parámetros funcionales indicadores de estado del equipo y maquinaria.
2. Vigilancia continua a la maquinaria y equipo

(Rossi, 2013)

El mantenimiento preventivo se puede clasificar en:

- ✓ **Mantenimiento programado:** es el que se realiza por programa de revisiones, por tiempo de funcionamiento, kilometraje, etc.

- ✓ **Mantenimiento predictivo:** el cual realiza las intervenciones prediciendo el momento que el equipo quedara fuera de servicio mediante un seguimiento de su funcionamiento determinando su evolución, y por tanto el momento en el que las reparaciones deben efectuarse.
- ✓ **Mantenimiento de oportunidad:** que es el que se aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos en el nuevo periodo de utilización.

(AEC, 2021)

Por otro lado, Gómez (2017) indica que la filosofía de mantenimiento preventivo, siendo el de principal interés para efectos de este proyecto, se basa en el conocimiento del estado de las máquinas y equipos, de tal manera es posible reemplazar las partes cuando estas no se encuentren en buenas condiciones operativas, eliminando los paros como efecto de inspecciones innecesarias y, por otro lado, también es un objetivo concreto evitar las averías imprevistas, mediante un adecuado seguimiento.

Una de las acciones del Mantenimiento Predictivo, es realizar un proceso periódico, tal cual lo señala un autor anónimo en su blog “Introducción al Mantenimiento” (2021)

“Es un procedimiento de mantenimiento preventivo que, como su nombre lo indica, es de atención periódica, rutinaria, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación”. (Anónimo, 2021)

Cuando la maquinaria se someta a un proceso de overhaul, en el cual se desarma y cada una de sus partes se limpia cuidadosamente, al igual que se efectúan los cambios de las piezas que han concluido con su vida útil. El objetivo primordial es que el equipo o maquinaria se encuentre en un estado óptimo de conservación.

2.2.6 Funciones de mantenimiento

Según León (2008) las funciones del mantenimiento se basan en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener la máquina y equipos de producción de modo que cumpla los requisitos normales de proceso esto varía con respecto al número, tipo y/o tamaño de las edificaciones que utiliza en sus procesos productivos; políticas internas de la empresa relacionada con las labores de manutención; estándar de acabados establecido en la empresa; mantenimiento, estructuración y capacidad operativa con recursos propios y políticas de tercerización; disponibilidad de servicios de mantenimiento en el medio en que se desarrollan las operaciones y otros factores particulares que están relacionados incluso con el giro del negocio de la organización.

El autor señala las siguientes acciones:

- a. Mantener las máquinas y equipos en condiciones eficaces y seguras.
- b. Efectuar un control de las máquinas y equipos.
- c. Realizar los estudios necesarios para reducir averías.
- d. Efectuar una prevención de los repuestos de almacén.
- e. Intervenir en los proyectos de modificación del diseño de maquinaria.
- f. Instalación de nuevos equipos.
- g. Asesorar los mandos de producción.

Fuente: León (2008)

Lo anterior es fundamental para el buen funcionamiento de la empresa y que dichas acciones estén perfectamente definidas, y sus límites de acción y autoridad claramente establecidos.

2.2.7 Fallos

Se brinda inicialmente un concepto de fallos:

“Cualquier cambio que tenga una máquina o equipo que impida que esta realice la función para que fuera diseñada y afecte su eficiencia”. (Atehortua & Bustamante, 2008)

Los fallos pueden clasificarse en;

- a. **Progresivo:** Es consecuencia, generalmente del deterioro o de la pérdida progresiva de las características propias de un componente

del sistema. Ejemplo: Desgaste de pistas de un rodamiento.

Desalineamiento de ejes.

- b. **Repentino:** Cuando la evolución hacia el fallo no puede ser detectado de ninguna forma, por lo que cuando este se presente lo hace de forma inesperada. Ejemplo: Descarga eléctricas. Error humano. Defecto inicial del elemento (Atehortua & Bustamante, 2008)

2.2.8 Definición de Equipos Críticos.

- **Equipos Críticos:** Fernández (2005) indica que los equipos críticos son los que sus fallas producen detenciones e interferencias generales, cuellos de botella, daños a otros equipos o instalaciones, retrasos o paros en las actividades de los demás centros de actividad de las empresas. Por lo tanto, se definen como aquellos que detienen la prestación de los servicios a los clientes, afectando de manera directa a los procesos productivos y generando problemas con el cumplimiento de la producción y por ende a los clientes.
- **Equipos Críticos Especiales:** Fernández (2005) señala que los equipos críticos especiales son los equipos especiales, cuyas piezas, partes o componentes más importantes no se encuentran disponibles en el mercado local directo de proveedores, y que además no permiten adaptaciones locales, o en muchos casos el hacerlo requiere acciones y esfuerzos sumamente complicados, debido al nivel de sofisticación o diseño particular. Por lo que un paro no

programado ya sea porque surge inesperadamente, de alguno de estos equipos generalmente pueden afectar sustancialmente, inclusive detener la producción de la empresa en cuestión, ocasionando elevados costos para dicha empresa y generando impactos y consecuencias negativas que incluso pueden afectar de manera directa la imagen y credibilidad de la empresa.

2.2.9 Factores a considerar en la selección y determinación de equipos críticos

Fernández (2005) hace mención que, ante una empresa con una cantidad importante de equipo y máquinas, una de las prioridades es el proceso de selección, tanto de máquinas, sistemas e instalaciones que complementen el desarrollo del proceso en su totalidad, considerando seriamente el impacto, y relevancia de cada uno para desarrollar la actividad comercial.

A continuación, se presentan los principales aspectos que según Fernández (2005) es importante tomar en cuenta para la determinación y selección de los equipos e instalaciones críticos:

- Considerar la frecuencia y los tiempos de operación de los mismos.
- Evaluar el costo del equipo, el mismo que justifique su protección general y programación de mantenimiento preventiva recurrente.
- Evaluar si de presentarse una falla que desencadene la detención de un equipo, afecta directamente el servicio brindado a los clientes o al proceso productivo general de la empresa.

- Analizar los equipos críticos que generan paralizaciones en varios procesos o en aquellos subprocesos más importantes, y por ende detenciones generales.
- Si se cuenta con equipo de respaldo o adicional disponible para ser usado en caso de contingencias.
- Si las fallas de estos equipos podrían afectar la seguridad de los clientes, así como la proyección de la imagen de la empresa y el cumplimiento de objetivos o metas de producción.
- Si ha llegado al límite de su vida útil y/o se desarrolló y/o se modernizó y necesita mayor control preventivo.
- Si el costo de las reparaciones está sobre el costo del cambio del equipo, o si el tiempo de deterioro es mayor que el tiempo de obsolescencia del equipo.
- Automotores y equipos que utilicen lubricantes y/o grasas en el trabajo que realizan.
- Equipos que tengan un tiempo de servicio mayor a 0,5 día/cada día en promedio por lo menos 5 días de la semana de manera continua en un año calendario.

Fuente: (Fernández 2005)

- **Estructura de Equipos Críticos**

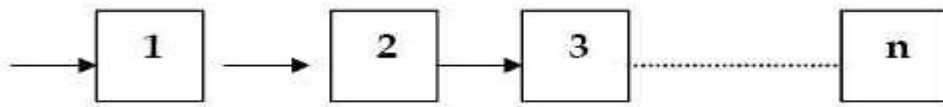
Los equipos críticos se distinguen por diversos tipos de estructura:

✓ **Estructura en Serie**

“Este es aquel en que la falla de uno de los componentes implica la falla en todo el sistema debido a que este es el único elemento que puede cumplir esa determina función”. (Fernández 2005)

Se muestra una imagen gráfica a continuación sobre la estructura en serie en la Tabla 6.

Tabla 6 Estructura en serie

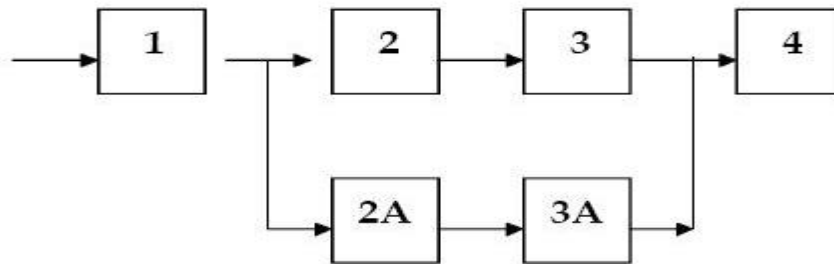


Fuente: (Fernández 2005)

✓ **Sistema con estructura en combinación**

“Este es aquel en que la falla de más de uno de los componentes implica la falla en todo el sistema debido al encadenamiento de los componentes para determina función”. (Fernández 2005) Ver Tabla 7.

Tabla 7 Estructura combinada

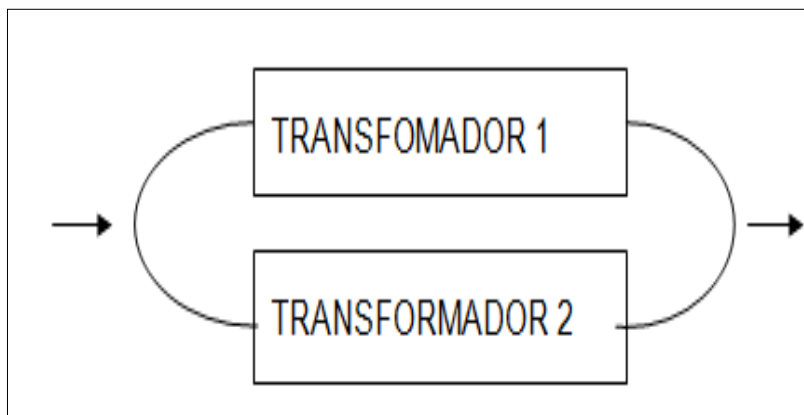


Fuente: (Fernández 2005)

✓ **Sistema con estructura en Paralelo**

Este es aquel en el que ambos elementos deben fallar para que el sistema lo haga. (Fernandez J. G., 2005, pág. 15) Ver Tabla 8

Tabla 8 Estructura en paralelo



Fuente: (Fernández 2005)

Es sumamente importante considerar algunos aspectos clave para el buen ejercicio del mantenimiento preventivo, se detallan a continuación.

- **Fiabilidad**

La fiabilidad es una de las características más importantes en el proceso productivo y de mantenimiento, ya que permite tener cierta certeza de que se cuenta con el equipamiento y máquinas óptimas para el desarrollo de la actividad productiva conforma a la planificación definida. A continuación, se brinda el concepto de fiabilidad:

“Es la probabilidad de que un elemento, dispositivo o maquina desarrolle una determinada función, en unas condiciones concretas, durante un periodo de tipo determinado”. (Solís, 2000)

- **Mantenibilidad**

Solís también brinda el concepto de mantenibilidad:

“La probabilidad de que un dispositivo, maquina o sistema sea restaurado completamente a su estado operacional dentro de un periodo de tiempo dado, de acuerdo con los criterios de funcionamiento y procedimiento de reparación preestablecidos”. (Solís, 2000)

Gutiérrez (2013) señala que la mantenibilidad esta directa e inversamente relacionada a la duración y las acciones de esfuerzo requerido para el desarrollo de mantenimiento preventivo. Además, se relaciona también con el tiempo que se dedica a realizar las actividades de mantenimiento, en relación a los resultados del funcionamiento requerido, esto incluye tanto la duración como las horas hombre, dedicadas para llevar a cabo las actividades que permitan mantener en buen funcionamiento la maquinaria. Algunos factores clave tanto intrínsecos como propios de la organización del mantenimiento planificado son:

- ✓ Factores externos
- ✓ Personal ejecutor
- ✓ Nivel de especialización
- ✓ Procedimientos y recursos disponibles

- ✓ Determinación de procedimientos
- ✓ Duración de reparación

Fuente (Gutiérrez, 2013)

Estos factores clave, determinarán una alta mantenibilidad de las máquinas.

- **Disponibilidad**

El concepto de disponibilidad señala que:

“Se pretende significar la capacidad algo para ser utilizado cuando se necesita. Esto es, en definitiva, el motivo central del mantenimiento, por lo que si se encuentra la forma de medir la disponibilidad de los distintos elementos que componen la instalación en estudio.” (Solís, 2000)

La disponibilidad se presenta y usa en diversos ámbitos y esferas para hacer referencia a la posibilidad de que algo, en este caso específico acerca del mantenimiento preventivo, permitan su acceso o realización en el momento requerido, la disponibilidad del actor humano en el trabajo cotidiano es fundamental, ya que por ello se vuelve accesible este alcance, o simplemente no se podría efectuar el plan preventivo.

La noción de disponibilidad se utiliza para cuestiones de productos y elementos, siendo comprometida desde el ámbito cultural, político, económico, entre otros dentro de la empresa.

- **Teoría de Sustituciones Preventivas**

La sustitución preventiva es cuando se visualiza el término de la usabilidad de un elemento, y podría generar una falla, y en vez de esperar a que suceda, se realiza la sustitución. Según Vilcherrez (2009) una sustitución preventiva es justificable o válida económicamente cuando:

- a. La tasa de fallas es creciente
- b. El costo de la emergencia es superior al de la sustitución preventiva

Fuente (Vilcherrez, 2009)

Mientras que el autor señala la política de sustitución con un solo componente:

- a. A edad constante (cuando falla o alcanza la edad)
- b. A fecha constante (cuando falla o con cadencia prefijada)

Fuente (Vilcherrez, 2009)

De igual manera señala la política de sustitución con varios componentes:

- a. Estática (intervalo de sustitución fijo)
- b. Dinámica (intervalo recalculado en cada renovación).

En base a esta teoría, y según indica Pesántez (2007) es posible concluir que las características que presenta este tipo de mantenimiento se ven sujetas a las políticas y regulaciones de cada empresa, generando en la mayoría de los casos un intervalo de recalcu en cada renovación cuando se realiza una sustitución con varios componentes, ya que de esta manera se puede aprovechar mejor la

vida útil de los equipos y de sus componentes y también aminorar los costos de reposición.

- **Definición del Plan de Mantenimiento Preventivo**

Según Velásquez (2017) El Plan de Mantenimiento Preventivo es un programa compuesto actividades y procesos de manutención anual de manera programada, a través de la organización y estructura sobre las áreas técnicas, en el cual se especifican claramente las fechas y los tipos de trabajos que se deberán realizar a maquinarias y equipos de una empresa. Todos los activos, equipos, maquinas, edificaciones, instalaciones, sistemas y en general equipamiento complementario a los cuales se les incluye en el plan de mantenimiento preventivo anual, por lo general se caracterizan por incluir recomendaciones de manutención provistas por el fabricante, en función de las horas de servicios prestados o de cualquier sistema de medición que se defina para tal efecto. Recomendablemente todos los activos críticos deberán ser considerados con prioridad dentro de la elaboración y posterior ejecución del plan de mantenimiento.

2.2.10 Las etapas en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo anual.

A continuación, se detallan según Sancristan (2001) las etapas primordiales para la creación de un plan de mantenimiento preventivo anual.

1. Determinación de los equipos, maquinarias e instalaciones críticas, sobre la base de los análisis de los parámetros establecidos, los cuales generalmente están relacionados directamente con los procesos productivos.
2. Determinación y tabulación de las recomendaciones, recurrencias y necesidades de mantenimiento establecidas por el fabricante y de las mejores prácticas en el mercado de servicios de mantenimiento.
3. Planificación de las tareas de mantenimiento a realizar en función de unidades de tiempo y recurrencias establecidas, las cuales deben ser previamente analizadas y tabuladas.
4. Determinación de los recursos necesarios y asignación de responsabilidades y tareas al personal que participará directa e indirectamente en las labores de mantenimiento.
5. Definición de los controles a cumplir y el monitoreo recurrente que se debe realizar al cumplimiento del programa.

Fuente: Sancristan (2001)

Sancristan (2001) también indica que la amplitud total del plan de mantenimiento preventivo anual de una empresa, se realizará y ejecutará en función directa de los siguientes factores:

- Por la evaluación económica o presupuesto de operación anual establecido y aprobado por la organización, y sobre la base de las recomendaciones realizadas por el personal técnico de mantenimiento.

- De las condiciones estándares de las edificaciones, instalaciones y equipos de los que dispone la empresa.
- Determinación de los “activos técnicos críticos” en la organización.
- Fuente: Sancristan (2001)

De acuerdo con Ticlavilca (2016) el plan de mantenimiento preventivo anual debería ser una de las principales prioridades para la empresa, de igual forma la atención prestada a los requerimientos y recomendaciones de los fabricantes, en conjunto con la ejecución de las mejores prácticas de mantenimiento con relación a cada tipo de instalación, sistema o equipamiento complementario con el que cuenta la empresa.

2.2.11 Objetivos de mantenimiento preventivo

- Garantizar la seguridad de los equipos y/o instalaciones para el personal.
- Reducir la gravedad de las averías.
- Evitar la parada productiva.
- Reducir los costes que se derivan del mantenimiento, optimizando los recursos.
- Mantener los equipos en condiciones de seguridad y productividad.
- Alargar la vida útil de las instalaciones y equipos.
- Mejorar los procesos.

Fuente: (Ticlavilca, 2016)

2.2.12 Ventajas de mantenimiento preventivo

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto, sus costos puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.
- Fuente: (Rodríguez, 2000)

2.2.13 Desventajas mantenimiento preventivo

1. Aumento de la vida útil de los equipos:

En teoría, el mantenimiento preventivo podría prolongar infinitivamente la vida de un equipo, sin embargo, esto no es viable, pues a partir de un cierto nivel de desgaste y de obsolescencia, los costos del mantenimiento preventivo son muy altos, al punto de ser más económico reemplazar el equipo.

2. Aumento de la confiabilidad de producción

El mantenimiento preventivo puede programarse de modo a minimizar su impacto sobre la producción, La falta de

mantenimiento preventivo puede, en cualquier instante, paralizar parcial o totalmente el sistema productivo, y cuanto mayor sea la expectativa de esta paralización, menor será la confiabilidad de producción

3. Costos más bajos

Si el mantenimiento preventivo es planifica de modo adecuado, y a la medida más exacta posible de las necesidades reales, con seguridad su costo será varias veces inferior al del mantenimiento correctivo si se comparan ambos costos.

Fuente: (Calloni, 2007)

2.3 MARCO CONCEPTUAL IMPACTO DEL PROYECTO

2.3.1 Impacto Económico: El impacto a nivel económico que el proyecto espera aportar, es una importante reducción en costos, que serán visualizados en dos ramas:

- **Reducción en gastos de reparaciones:** gracias a la implementación del mantenimiento preventivo, se podrá determinar con anticipación el cambio de piezas, para evitar daños generalizados en las máquinas, o el deterioro significativo de sistemas por falta de atención a una parte en específico, caducidad de vida útil, o una falla importante que se pudo haber previsto y que resulte costosa por cambio de sistemas o piezas completas,

dañadas por falta de mantenimiento, eso brindará mayor vida útil a la maquinaria proveyendo de esta forma una vida útil realmente valiosa.

- **Reducción de pérdidas de ingresos:** Cuando una máquina falla y no se realiza la producción esperada, con variables como cantidad de tiempo en paro, cantidad de producción retenida, entre otros, produce pérdidas de ingresos que de haberse cumplido con el mantenimiento preventivo para evitar el paro de máquinas, no se habrían generado, logrando cumplir con la producción esperada y la entrega de producto requerida por los clientes.

Su impacto se medirá con el indicador de reducción de costos por reparación de fallos y por reducción de pérdidas por paro de maquinaria.

2.3.2 Impacto Cultural: A través de la visión del cumplimiento de mejora continua, gracias a un Plan de Mantenimiento Preventivo adecuado, se podrá generar en la empresa una cultura de previsión y de acciones proactivas, no reactivas, es importante que todos los colaboradores compartan esta visión, para así realizar su trabajo con ojo crítico, previendo y evitando futuras complicaciones, de tal manera que más que un proceso rutinario, el impacto cultural se vea reflejado en la modificación de conductas, pensamientos y planificación de los colaboradores en los diferentes niveles sin importar el rango que ocupen, sino que quienes no tienen poder de decisión, si tengan la iniciativa de señalar, sugerir y solucionar.

Su impacto se medirá con el indicador de tiempo de aprendizaje e implementación del Plan en el área de Mantenimiento.

2.3.3 Impacto Ambiental: La implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo definitivamente tiene un importante impacto ambiental, ya que al hacer un uso adecuado y brindar mantenimiento a las máquinas, se evita el proceso de desecho de piezas y máquinas de diferentes materiales que generan desechos sólidos, de tal forma que se reduzca significativamente el cambio de piezas y materiales que pueden ser usados en la totalidad de su vida útil estimada.

Su impacto se medirá con el indicador de reducción de descarte de piezas o maquinarias que pueden incrementar su vida útil con un buen mantenimiento.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

Se realizó una búsqueda de proyectos enfocados en proponer un Plan de Mantenimiento Preventivo específicamente para empresas del sector alimenticio, en Costa Rica no se encontraron resultados, sin embargo, en Honduras en el año 2002, se realizó un trabajo de graduación de la carrera de agroindustria de la universidad Zamorano, denominado: “Diagnóstico y Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Maquinaria y Equipo de Planta de Lácteos Zamorano. En dicho estudio se determinó que las máquinas de interés del proyecto tenían 15 años de uso, sin contar con un debido mantenimiento preventivo y revisión periódica, lo cual generaba un incremento en los costos de la

planta. Posterior al análisis y desarrollo del proyecto, se presentó la propuesta del Plan de Mantenimiento.

Fuente: (Recuperado de:

<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1551/1/AGI-2002-T034.pdf>)

(Ramos, 2002)

En Costa Rica, se encontraron algunos proyectos similares, pero no orientados a la industria de alimentos para humanos:

- ✓ Diseño de Plan De Mantenimiento Preventivo y Hoja de Evaluación de Trabajos Para Villas Sol Hotel & Beach Resort Playa Hermosa, Guanacaste. Presentado por Jeffry Sancho, en el año 2014, como informe de proyecto de práctica para optar por la Licenciatura en Mantenimiento Industrial del Tecnológico de Costa Rica (TEC).

Fuente: (Recuperado de:

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5816/dise%C3%B1o-plan-mantenimiento-preventivo-tomo1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

(Sancho, 2014)

- ✓ Programa de Mantenimiento Preventivo para la Línea de Producción de Alimentos por Extrusión de la Empresa Central Veterinaria. Presentado por Carlos Molina en el año 2020, como requisito de graduación del Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).

Fuente: (Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/294>)

(Molina, 2002)

CAPÍTULO III – MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El presente proyecto se realiza con el objeto de determinar el nivel de afectación que los paros de máquinas por falta de mantenimiento preventivo puedan generarse en Sigma Alimentos, y otras repercusiones, para proponer un Plan de Mantenimiento Preventivo acorde a las características y necesidades de la empresa. Por ello se hizo uso de los siguientes elementos:

3.1.1 Diagrama de Ishikawa de Mantenimiento

Se desarrolla el diagrama de Ishikawa de Mantenimiento considerando los factores: Mano de Obra, Maquinaria, Método, Medio Ambiente y Materiales, los cuales ayudan a determinar las fallas en los equipos, a través de cada uno de los elementos indicados.

En base a la información obtenida gracias al Diagrama de Ishikawa de Mantenimiento, se hará uso de dos elementos más para ofrecer a la empresa herramientas personalizadas en el proceso de detección de fallas. Esta información se recopilará con la jefatura de Mantenimiento y Producción, por medio de entrevistas y encuestas.

3.1.2 Diagrama de árbol

A través de la propuesta de un formato completo, enfocado en todas las áreas imprescindibles de atención en el proceso de detección de fallas, se plantea el diagrama de árbol en para una adecuada integración de la información recopilada y resguardo de evidencia. Los principales elementos considerados en dicha herramienta son: Registro de avería, datos generales, identificación y ubicación

de la máquina, tipo de falla, acción a realizar, detección de causa del problema, descripción del problema, y acción tomada para reparar la avería. Esta información se recopilará con los técnicos y analistas de mantenimiento, por medio de tablas de recopilación de información personalizadas para tal fin.

3.1.3 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto permitirá recopilar información específica en cuanto a averías, tiempo de duración, y la cantidad de averías, de tal forma que se pueda vislumbrar un panorama en general sobre la afectación de las mismas, que al ocasionarse impactan directamente el funcionamiento y la productividad de la planta. Esta información se recopilará con el personal de Mantenimiento a Cargo, por medio de datos duros, recopilados de forma cronológica.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

La metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto se enfoca en el DMAIC, la cual es una metodología estructurada para la resolución de problemas en cualquier tipo de negocios. Su nombre se debe a las cinco fases de la mejora de seis sigma por sus siglas en inglés.

- i. **Define (Definir):** La definición del problema es lo más importante ya que se busca señalar concretamente la situación que se desea mejorar. Es por ello que a través de las herramientas de recopilación de información se sustenta la problemática previamente observada y

definida en la etapa inicial del proyecto, una de las herramientas más efectivas en esta etapa es el diagrama de espina de pescado.

- ii. **Measure (Medir):** Es importante saber que el proceso y el camino a transitar a través del proyecto sea medible, es por ello que se utilizan herramientas como la base de datos de mantenimiento y sus bitácoras, para medir los efectos como resultado de fallos y paros de máquinas.
- iii. **Analyze (Analizar):** La recolección de datos es vital para determinar las circunstancias realizar, pero es sumamente necesario realizar un proceso de análisis que permita llegar a conclusiones fundamentadas correctamente, y poder definir las acciones para corregir el problema. Por dicha razón se realiza un proceso de análisis de datos, los cuáles se recopilan a través de las herramientas seleccionadas: encuestas, base de datos y observación.
- iv. **Improve (Mejorar):** En esta etapa es donde se plantea la solución para eliminar el problema, es una búsqueda de mejora a través de las mejores prácticas para combatir la problemática y sus efectos. Por ello posterior al análisis de datos, se ofrece una propuesta de Plan de Mantenimiento Preventivo.
- v. **Control (Controlar):** Posterior a llevar a cabo cada una de las etapas es vital llevar un control de ellas y del avance en la solución a la problemática, con principal atención al cumplimiento de los objetivos propuestos y con la seguridad de que cada etapa se va desarrollando correctamente. Esta parte se aplica durante todo el proceso de desarrollo de la investigación, para garantizar un manejo efectivo de

información y resultados, además como parte de la propuesta, para que la empresa pueda implementar un sistema de control efectivo en los procesos competentes al Plan de Mantenimiento Preventivo.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA

Las herramientas que se utilizarán para recolección de datos y en base a ellos ofrecer la propuesta de mejora son:

- **Base de Datos de Mantenimiento:** La base de datos y control de mantenimiento que la empresa documenta actualmente será de mucha utilidad para la recolección de datos. Por medio de la cual se analizará la información concerniente a registro de fallos, causas detectadas, momento en que ocurrió el evento, y efectos en producción por tipo de producto.
- **Bitácora con el registro de fallo de máquinas:** Para realizar la recolección de la información también se utilizará una bitácora de paros de las máquinas, la cual es desarrollada por los técnicos del área de mantenimiento. La bitácora es un control que permite llevar un registro escrito de diversas acciones. Su organización es cronológica, lo que facilita la revisión de los contenidos anotados. La bitácora que se va a desarrollar contendrá los siguientes datos:
 - Fecha
 - Hora de llamada de paro
 - Hora de llegada del técnico a la máquina
 - Hora de salida del técnico de la máquina
 - Tiempo promedio de paro

- Tipo de fallo de maquinaria
- **Encuesta:** Es muy importante contar con información cualitativa de parte de las personas que laboran en el área de mantenimiento, ya que proveerán información de primera mano acerca del estado, situación y características de las máquinas, además de las acciones que realizan para contrarrestar el problema de los paros. Las encuestas serán dirigidas a un total de 15 operarios del área de mantenimiento.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Para la implementación del proyecto específicamente, se hará uso de varios métodos que permitirán contar con una propuesta robusta de Plan de Mantenimiento Preventivo, para ello es necesario hacer uso de:

- **Observación:** A través de la cual se podrá tener información visual sobre el estado de las máquinas, los procesos actuales de mantenimiento y reparación de fallas, y además se podrá observar el resultado de los procesos desarrollados hasta ahora.
- **DMAIC:** Como se ya mencionó anteriormente esta metodología es muy efectiva gracias al encadenamiento de cada una de sus etapas, es por ello que para la implementación del proyecto también es sumamente importante poder definir, medir, analizar, mejorar y controlar cada una de las etapas que contempla la implementación del plan de mejoras.

- **Diagrama de Árbol:** Por medio de esta herramienta será muy factible poder seguir el proceso de documentación y acción para detectar y reparar las fallas, ya que permitirá a los operarios detallar cada uno de los componentes de la herramienta por medio de los hechos y acciones necesarias durante el proceso de atención a la falla. La herramienta será desarrollada totalmente personalizada para las necesidades del área de Mantenimiento de Sigma Alimentos.
- **Diagrama de Pareto:** Con el uso de esta herramienta se podrá obtener y analizar información vital para la medición de frecuencia de las averías, tiempo de duración y cantidad, por lo que permitirá tener una visión clara de las circunstancias y generar un plan de contingencia inmediato para prevenir contratiempos en la producción debido a las averías.

En general la metodología de implementación del proyecto está enfocada en un correcto uso de herramientas, procesos y desarrollo de actividades por parte de los operarios para la maximización de los recursos financieros, materiales, tiempo y capacidad humana, de tal manera que el proceso se convierta en ágil, efectivo y eficaz para el desarrollo diario de la actividad comercial de Sigma Alimentos. Promoviendo al mismo tiempo la mejora continua, los controles de calidad, y sobre todo la prevención, garantizando así la disminución de desperdicios de tiempo, dinero y energía.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.

La verificación y aseguramiento de control de la implementación del proyecto se realizará a través de instrumentos de aplicación periódica que aparte de ser de beneficio para obtener diagnósticos certeros de la maquinaria, permitirán dar seguimiento a todas las acciones realizadas con los mismos.

Se ofrecerán también instrumentos de realimentación, para evaluar el avance en el desempeño e implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, de igual forma permitirá evaluar las acciones realizadas por los colaboradores para cumplir con los parámetros establecidos y que al mismo tiempo les permita corregir prácticas incorrectas. El Plan propondrá realizar una revisión anual por parte de la jefatura, para el análisis de los cambios, mejoras y progresos a partir de la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo.

CAPÍTULO IV – LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

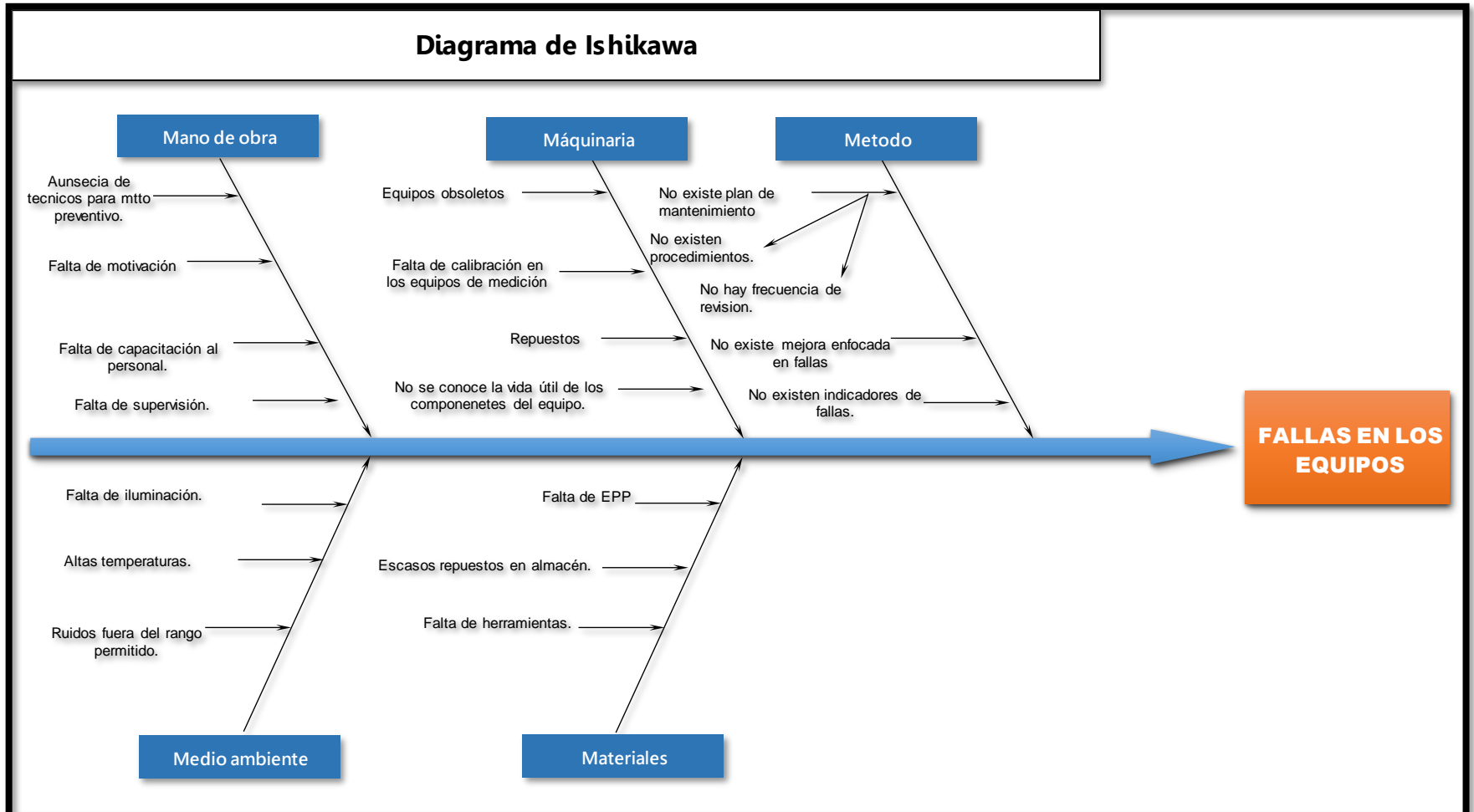
4.1 HERRAMIENTA DE MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO

4.1.1 Diagrama de Ishikawa de Mantenimiento

Para obtener un enfoque claro sobre las circunstancias que rodean la problemática de los paros y fallos de las máquinas del área de empaque, se presenta a continuación a través del Diagrama de Ishikawa, un análisis de los factores que tienen importante injerencia en dicha problemática, a través de la clasificación por: Mano de Obra, Maquinaria, Método, Medio Ambiente y Materiales, y permitiendo observar con detalle las espinas que resultan de cada uno. Este análisis se fundamenta en el método de observación e indagación directa. Para ello es importante visualizar la Tabla 9 Diagrama de Ishikawa

Tabla 9 Diagrama de Ishikawa

Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia, 2021

4.2 HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tal como se indicó en el capítulo anterior, las herramientas que se utilizaron para recolección de datos se presentan a continuación con un análisis de la información obtenida:

4.2.1 Base de Datos de Mantenimiento

Con esta herramienta se analizará la información concerniente a registro de fallos, causas detectadas, periodicidad, solución y efectos, gracias a la base de datos permanente que maneja el área de mantenimiento.

A continuación, se presenta una pequeña muestra de dicha base de datos, en la Tabla 10 y Tabla 11, ya que es un informe bastante amplio, posteriormente se presentará en gráficas los principales datos resultantes de la recopilación de la misma a través de la Figura 4 y Gráfico 2.

Tabla 10 Base de Datos Mantenimiento por Producto y Peso

BASE DE DATOS MANTENIMIENTO -FORMATO DEVOLUCIONES FALLAS DE CALIDAD				
ENTREGAS DE CADI-CEDI A PLANTA				
IV CUATRIMESTRE		DEL 01 DE SEPTIEMBRE AL 30 DE SEPTIEMBRE 2020		
SIGMA ALIMENTOS ALAJUELA COSTA RICA				
SKU	PRODUCTO	FALLA DETECTADA	CANTIDAD RECIBIDA kg	FECHA DE LA DEVOLUCIÓN
13292	SALCHICHA DESAYUNO ZAR	Sello contaminado	3,2	1 de septiembre 2020
13440	CHULETA AHUMADA 20 UNIDADES ZAR	Pérdida de vacío	18	1 de septiembre 2020
13436	TOCINETA AHUM. REB. ZAR	Sello contaminado	1	1 de septiembre 2020
13436	TOCINETA AHUM. REB. ZAR	Sello contaminado	10	1 de septiembre 2020
13405	CHORIZO PRECOCIDO E.SEM 300G ZAR	Sello débil o con arruga	0,3	1 de septiembre 2020
13453	TOCINETA 200G E.SEM. ZAR	Pérdida de vacío	1,8	1 de septiembre 2020
14152	MORTADELA CON CHILE 500 GRAMOS ZURQUI	Sello débil o con arruga	1,5	1 de septiembre 2020
14492	MORTADELA DE POLLO ZURQUÍ 375 GR	Sello arrugado	1,5	1 de septiembre 2020
14405	MORTADELA CRIOLLA REB GRUESO ZUR	Pérdida de vacío	2,5	1 de septiembre 2020
14529	CANTONES 300 GS	Sello contaminado	7,5	1 de septiembre 2020
13500	SALCHICHA DE PAVO 500G FUD	Pérdida de vacío	2,5	1 de septiembre 2020
14401	SALCHICHA AHUMADA 500G ZUR	Pérdida de vacío	3,5	1 de septiembre 2020
14483	CHULETA AHUMADA 4UNIDADES	Pérdida de vacío	9,6	1 de septiembre 2020
13555	TOCINETA AHUMADA 1 KG FUD	Sello contaminado	5	1 de septiembre 2020
14529	CANTONES 300 GS	Sello contaminado	9,3	1 de septiembre 2020
13515	SALCHICHA COCTEL ES 300G ZAR	Pérdida de vacío	2,7	1 de septiembre 2020
13500	SALCHICHA DE PAVO 500G FUD	Pérdida de vacío	2	1 de septiembre 2020
14493	SALCHICHA DE POLLO ZURQUI 500 GRAMOS	Pérdida de vacío	3	1 de septiembre 2020
14402	MORTADELA ESPECIAL 500G ZUR	Sello débil o con arruga	4,5	1 de septiembre 2020
14403	MORTADELA SIN TOCINO 500G ZUR	Pérdida de vacío	10,5	1 de septiembre 2020
14401	SALCHICHA AHUMADA 500G ZUR	Pérdida de vacío	10,5	1 de septiembre 2020



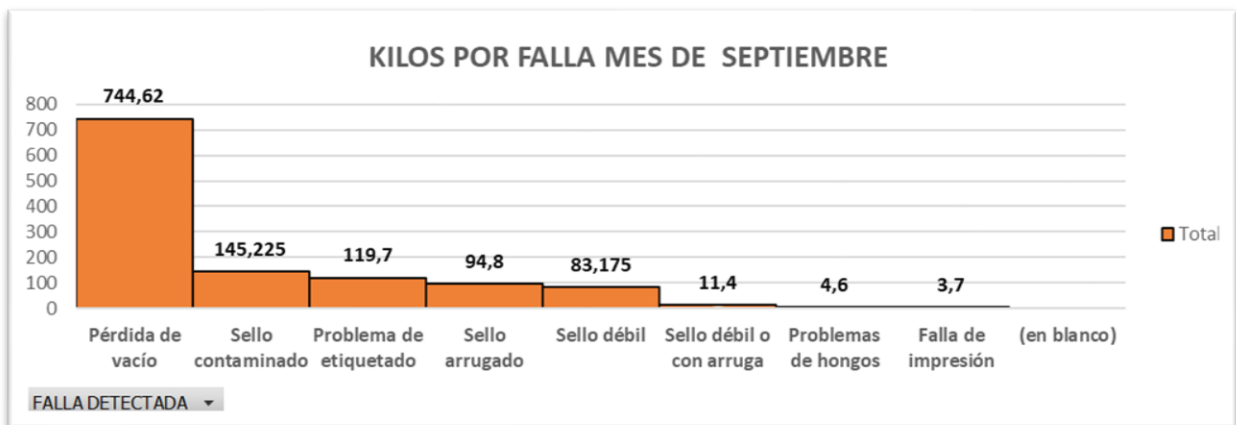
Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Tabla 11 Control de Kilos por Tipo de Fallas

Row Labels	Sum of CANTIDAD RECIBIDA kg
Pérdida de vacío	744,62
Sello contaminado	145,225
Problema de etiquetado	119,7
Sello arrugado	94,8
Sello débil	83,175
Sello débil o con arruga	11,4
Problemas de hongos	4,6
Falla de impresión (blank)	3,7
Grand Total	1207,22

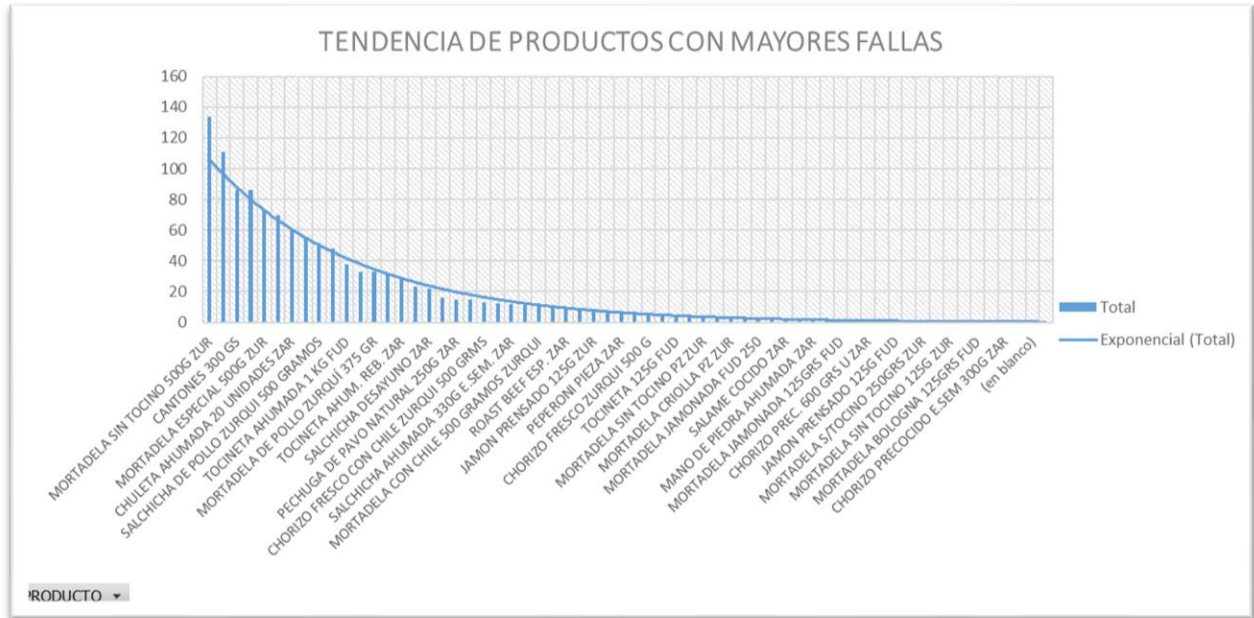
Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 4 Control de Kilos por Fallas septiembre 2020



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Gráfico No. 2 Tendencia de productos con mayores fallas - septiembre 2020



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Los datos en la Tabla 12 revelan que, durante el mes de septiembre 2020, 1207.22 kg de productos se vieron afectados por fallas, colocándose a la cabeza la falla de pérdida de vacío con 744.62 kg, mientras que en la clasificación por producto Gráfico 2, la mortadela sin tocino de 500 g. Zur es la más afectada con casi 140 kg. Por lo que es muy importante que estos datos de fallos disminuyan gracias a un correcto mantenimiento de las máquinas a través de un Plan de Mantenimiento Preventivo, ya que una falla en los productos, como el ejemplo de la mortadela sin tocino que arrojó datos de 140 kg con fallas, representa un pérdida importante, en todos los recursos involucrados, desde tiempo, suministros, materia prima, y por ende pérdidas para los ingresos de dicho producto, sobre todo cuando las cantidades en kg, son importantes.

4.2.2 Bitácora con el registro de fallo de máquinas

Tal como se indicó en el Marco Metodológico, la bitácora con el registro de fallo de las máquinas permite realizar la recolección de la información determinante, ya que es un control y registro de los paros.

Es importante indicar que los registros obtenidos muestran su organización cronológica, lo que facilita la revisión de los contenidos anotados. Las máquinas existentes son:

- Cortadora VEMAG
- Empacadora R240
- Empacadora 440
- Empacadora R245
- Rebanadora 2
- Sallad Campana
- UniSlacer 440
- Webber1

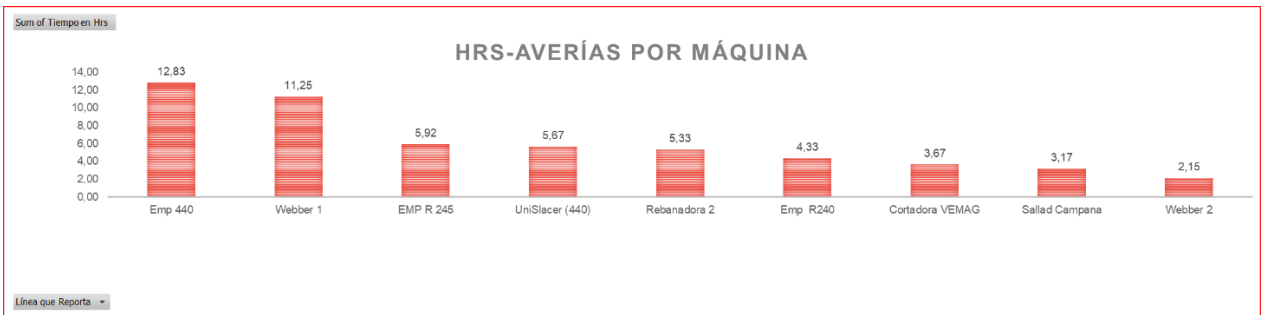
(Sigma Alimentos CR, 2021)

Para brindar una mejor interpretación de la información recolectada a través de la bitácora, se hizo uso de un “Árbol de Fallas”, el cual se ofrece como una herramienta efectiva para recolectar, sintetizar, y procesar la información concerniente a los paros por fallos. Se presenta a continuación el modelo del árbol de fallas implementado.

1. Historial de paros de las máquinas del área de empaque en horas y cantidad por máquina, de septiembre a diciembre 2020

Figura 5 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – horas - septiembre 2020

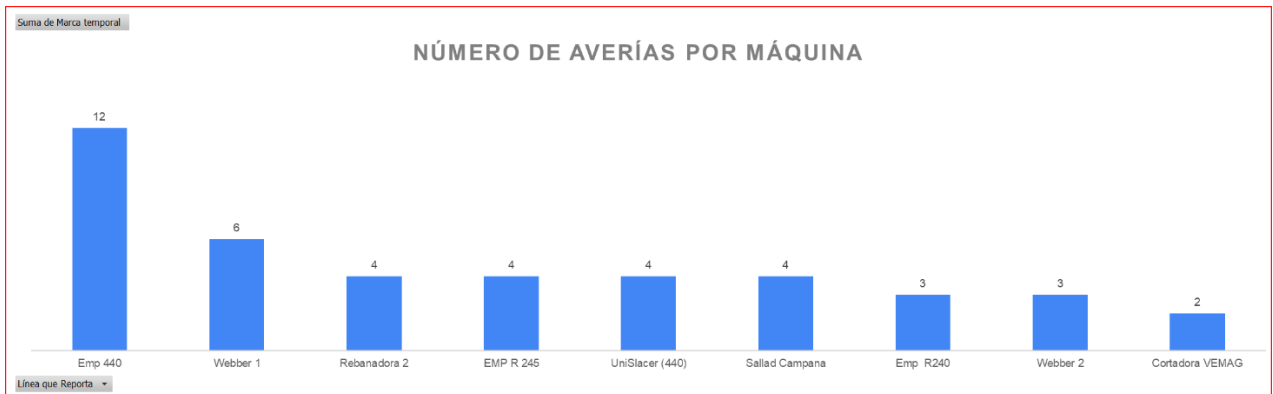
La Figura 5 muestra el tiempo total de correctivos en septiembre 2020:
54.32 horas



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 6 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – averías - septiembre 2020

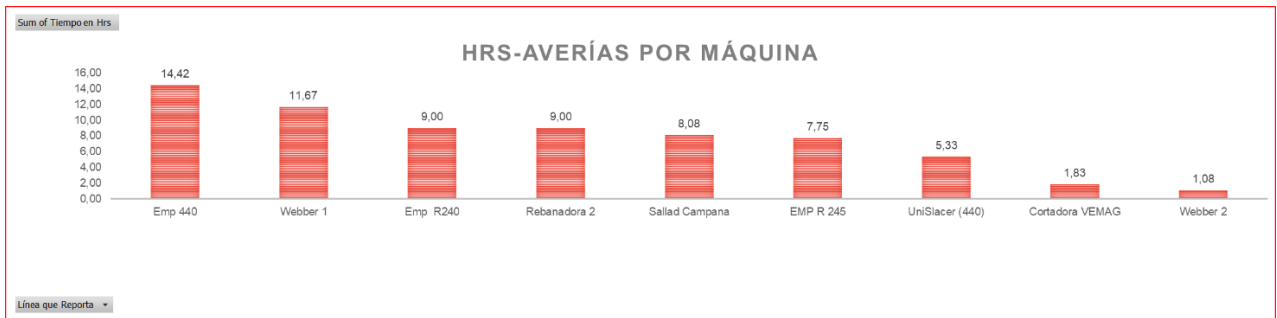
La Figura 6 muestra el total de averías en septiembre 2020: 42



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

**Figura 7 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – horas
– octubre 2020**

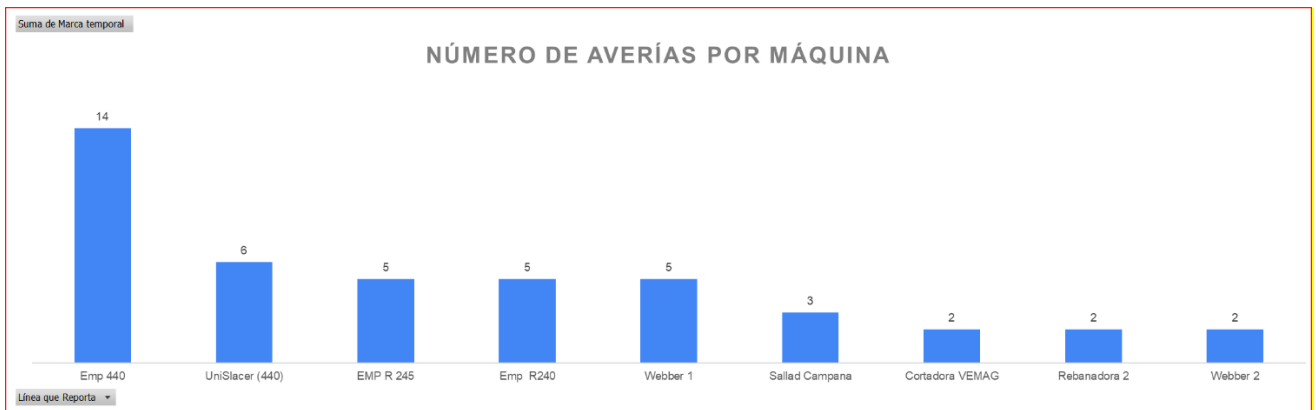
La Figura 7 muestra el tiempo total de correctivos en octubre 2020: 68.17 horas



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

**Figura 8 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque –
averías - octubre 2020**

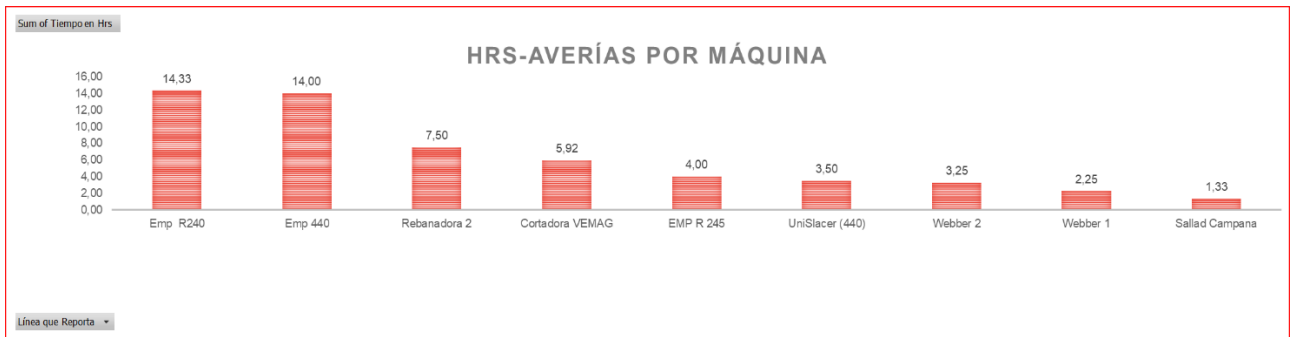
La Figura 8 muestra el total de averías en octubre 2020: 44



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

**Figura 9 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque – horas
– noviembre 2020**

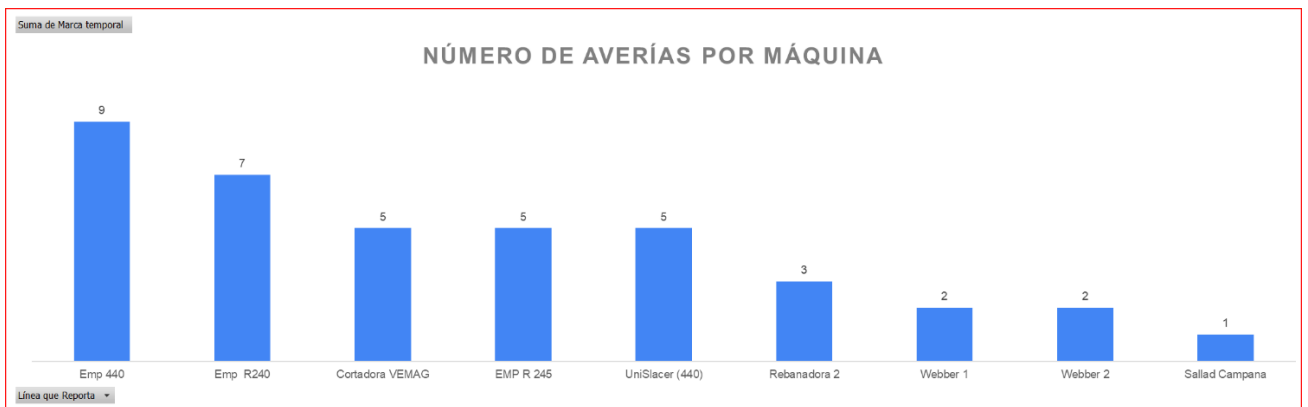
La Figura 9 muestra el tiempo total de correctivos en noviembre 2020:
56.08 horas



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

**Figura 10 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque –
averías - noviembre 2020**

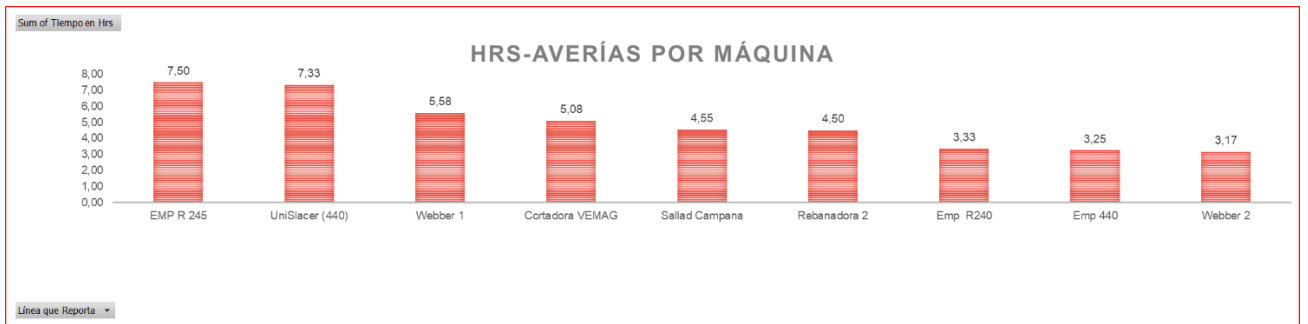
La Figura 10 muestra el total de averías en noviembre 2020: 39



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

**Figura 11 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque –
horas – diciembre 2020**

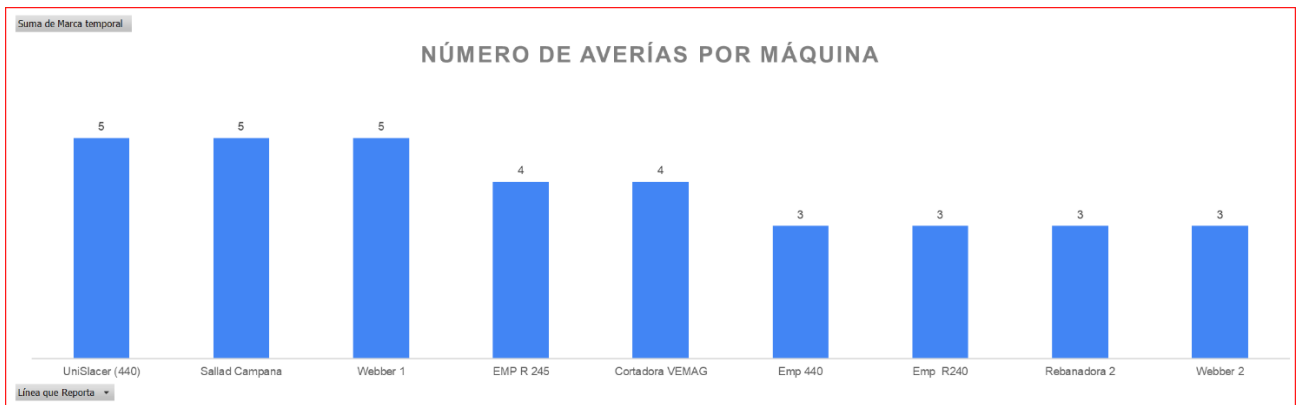
La Figura 11 muestra el tiempo total de correctivos en diciembre 2020:
44.30 horas



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

**Figura 12 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque –
averías - diciembre 2020**

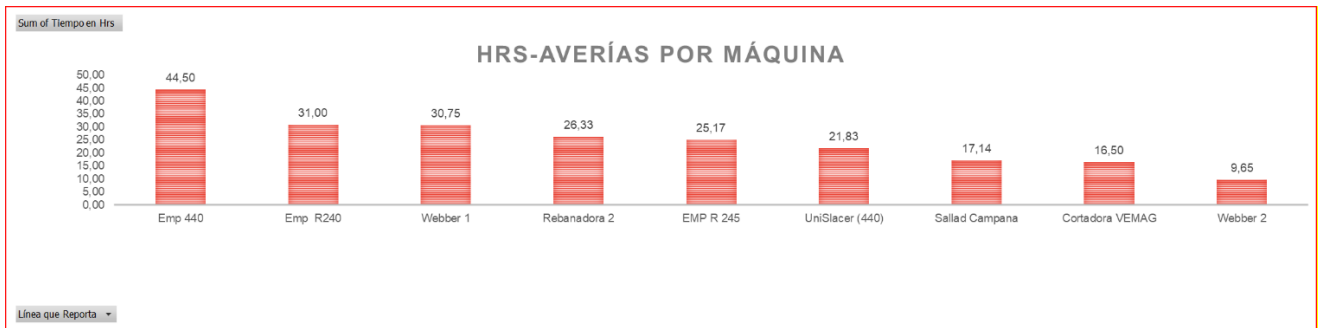
La Figura 12 muestra el total de averías en diciembre 2020: 35



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

**Figura 13 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque –
horas – septiembre - diciembre 2020**

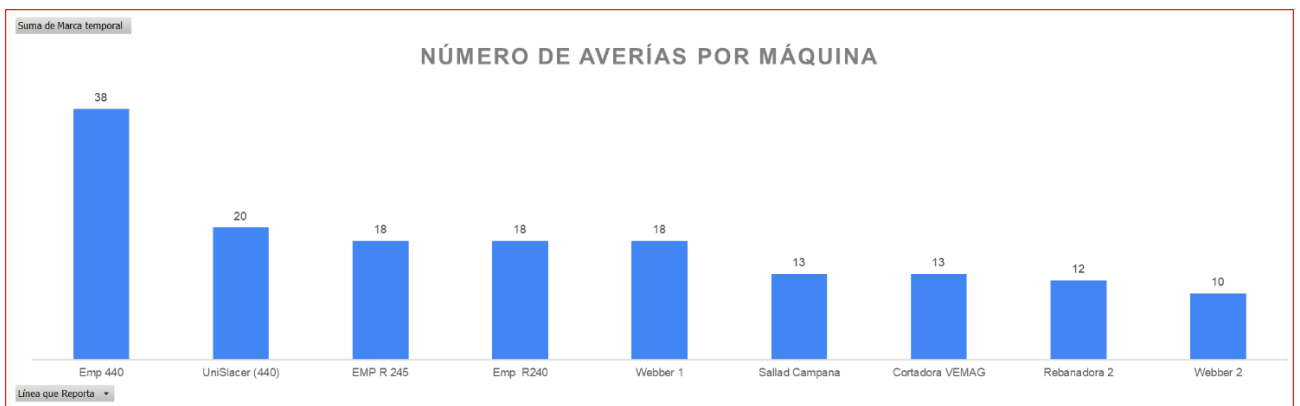
La Figura 13 muestra el tiempo total de correctivos en diciembre 2020:
222.87 horas



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

**Figura 14 Historial de paros de la maquinaria del área de empaque –
averías – septiembre - diciembre 2020**

La Figura 14 muestra el total de averías de septiembre a diciembre 2020:
160

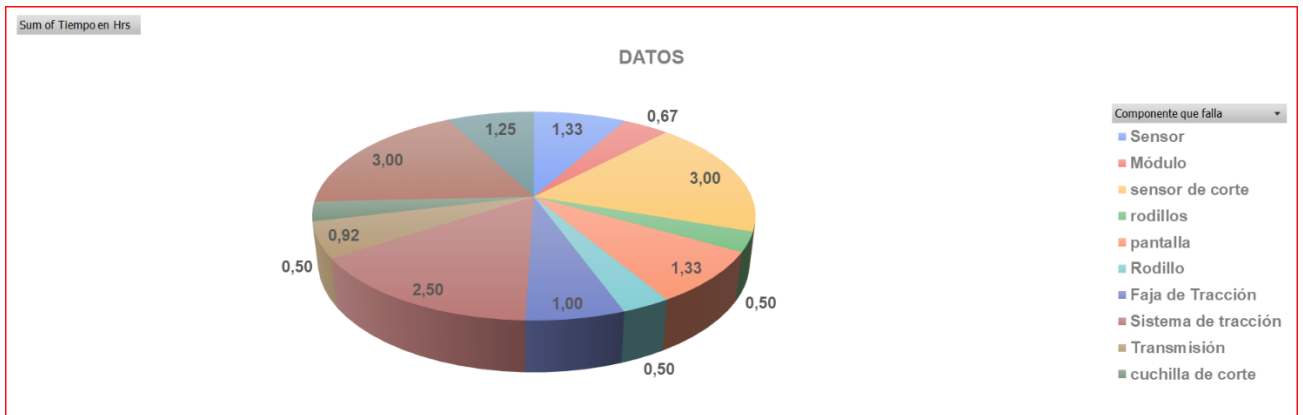


Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

2. Registro de fallas por máquina, de septiembre a diciembre 2020

Figura 15 Registro de fallas “Cortadora VEMAG” septiembre a diciembre 2020

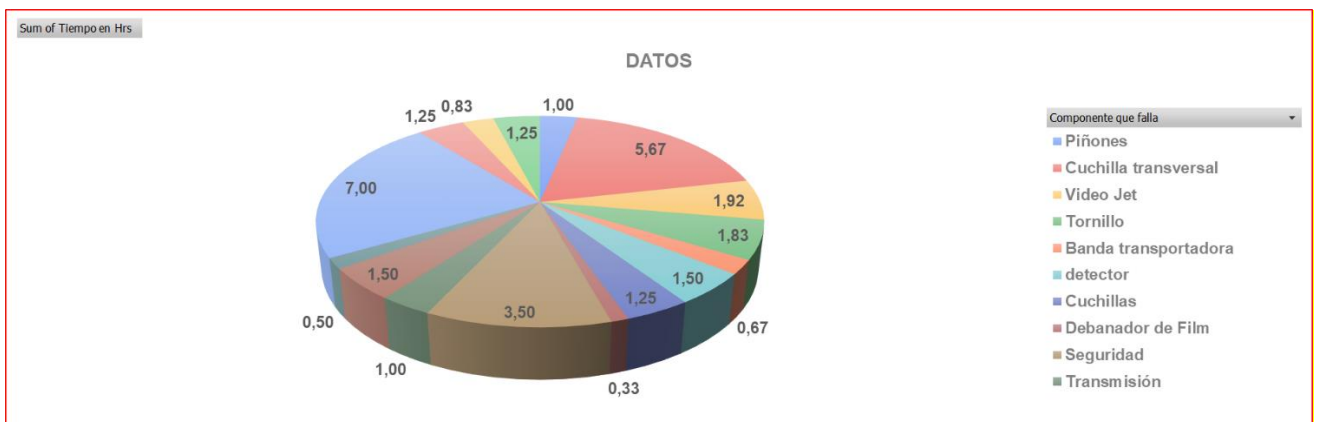
La Figura 15 muestra el registro de fallas de la Cortadora VEMAG de septiembre a diciembre 2020



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 16 Registro de fallas “Emp R240” septiembre a diciembre 2020

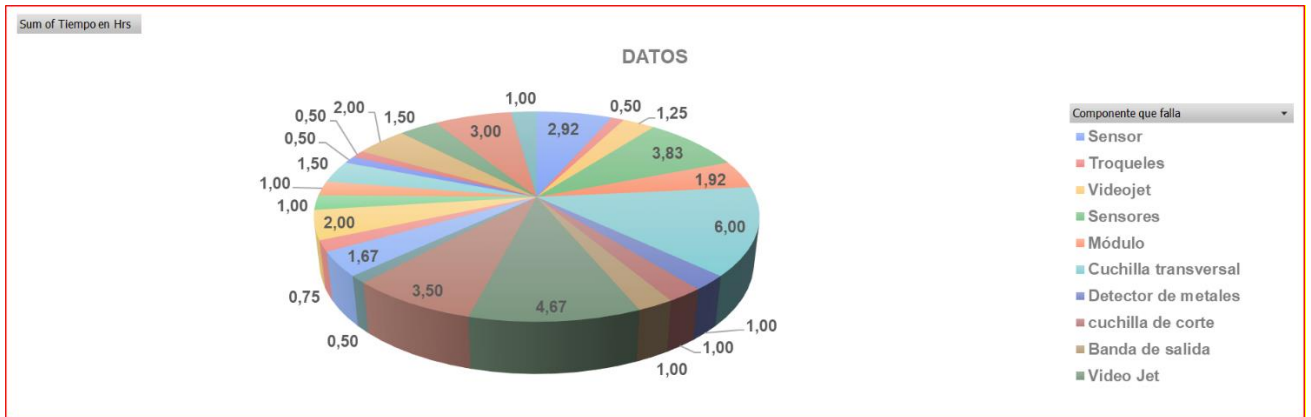
La Figura 16 muestra el registro de fallas de la Emp R240 de septiembre a diciembre 2020



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 17 Registro de fallas “Emp 440” septiembre a diciembre 2020

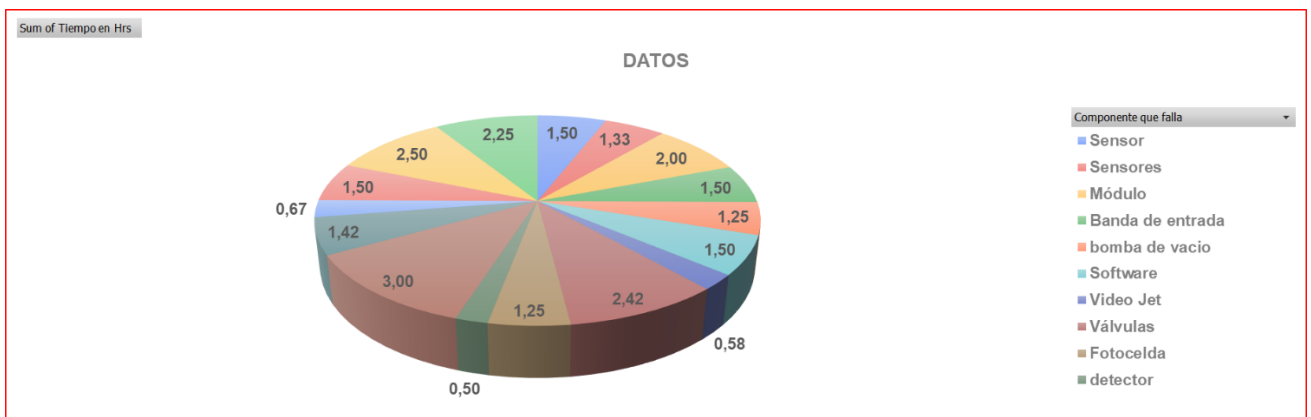
La Figura 17 muestra el registro de fallas de la Emp 440 de septiembre a diciembre 2020



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 18 Registro de fallas “Emp R245” septiembre a diciembre 2020

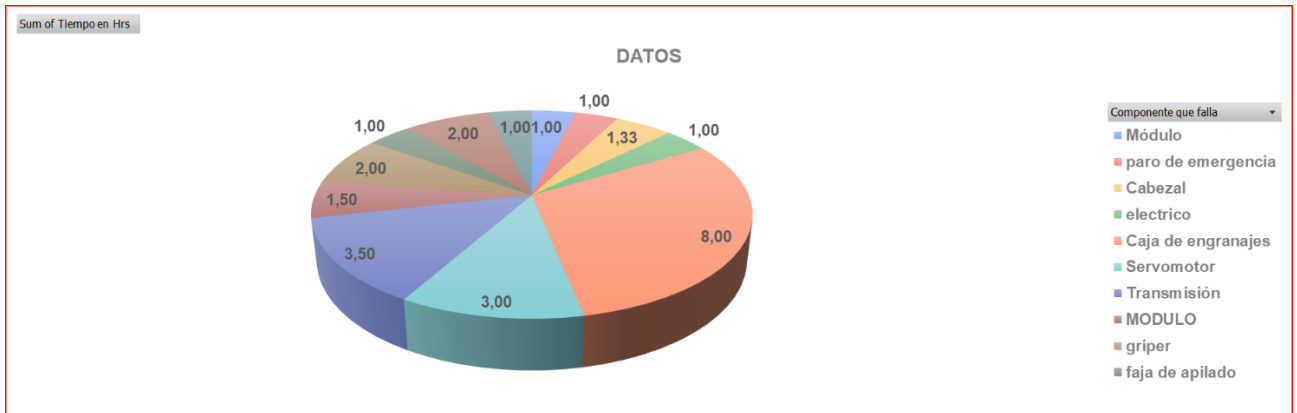
La Figura 18 muestra el registro de fallas de la Emp R245 de septiembre a diciembre 2020



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 19 Registro de fallas “Rebanadora 2” septiembre a diciembre 2020

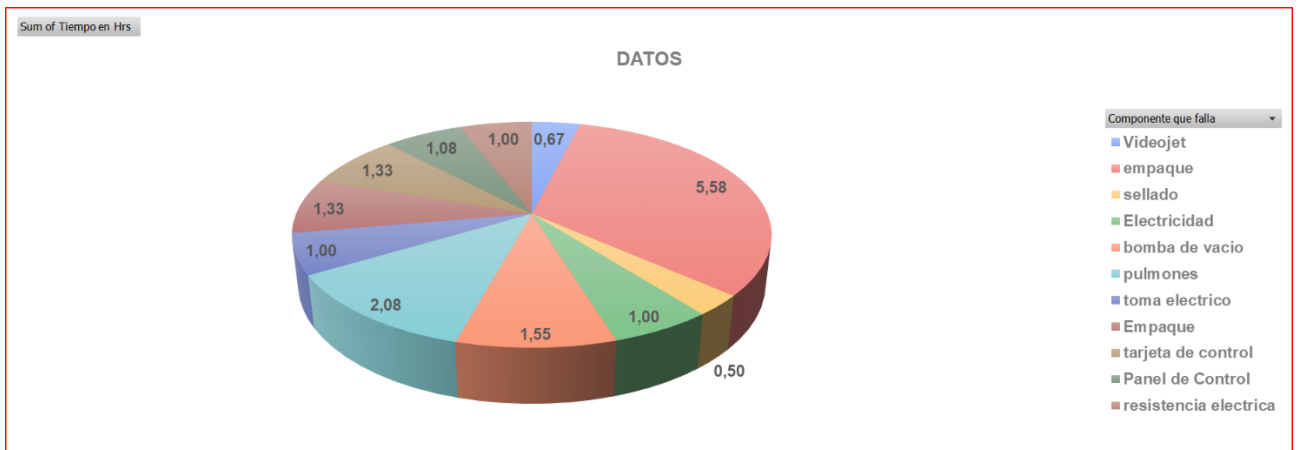
La Figura 19 muestra el registro de fallas de la Rebanadora 2 de septiembre a diciembre 2020



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 20 Registro de fallas “Sallad Campana” septiembre a diciembre 2020

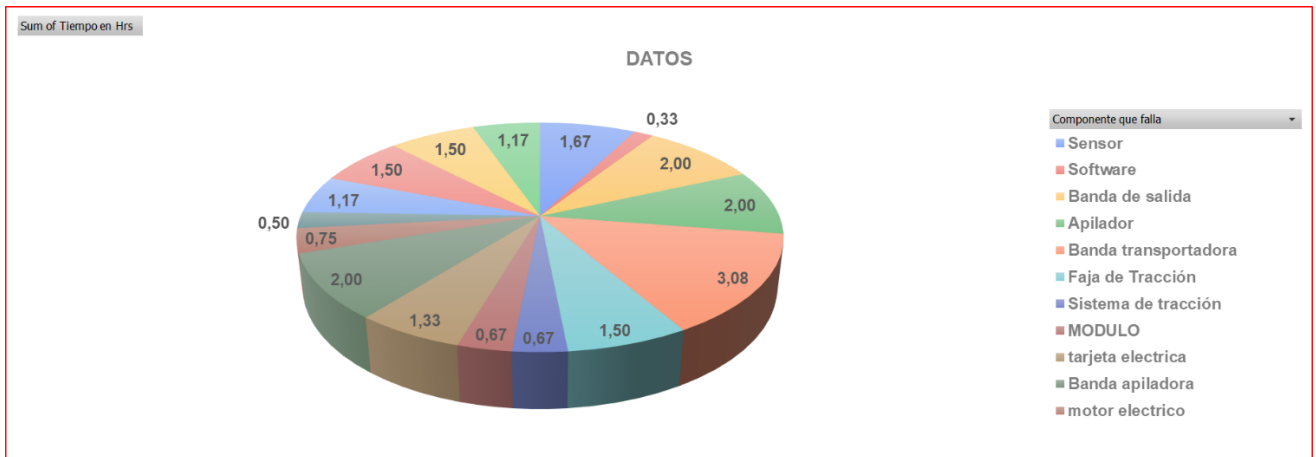
La Figura 20 muestra el registro de fallas de la Sallad Campana de septiembre a diciembre 2020



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 21 Registro de fallas “UniSlacer 440” septiembre a diciembre 2020

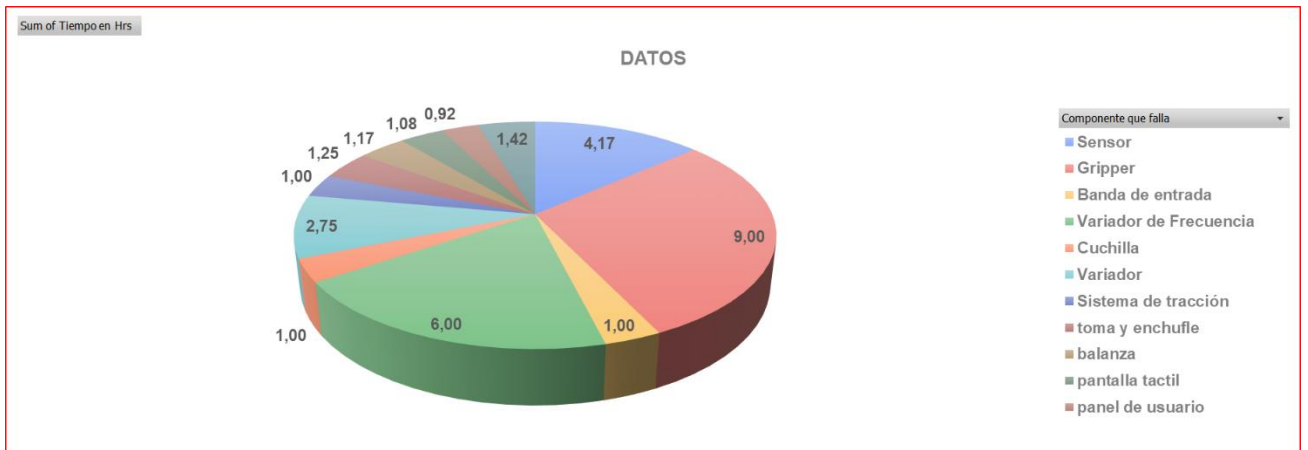
La Figura 21 muestra el registro de fallas de la UniSlacer 440 de septiembre a diciembre 2020



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 22 Registro de fallas “Webber 1” septiembre a diciembre 2020

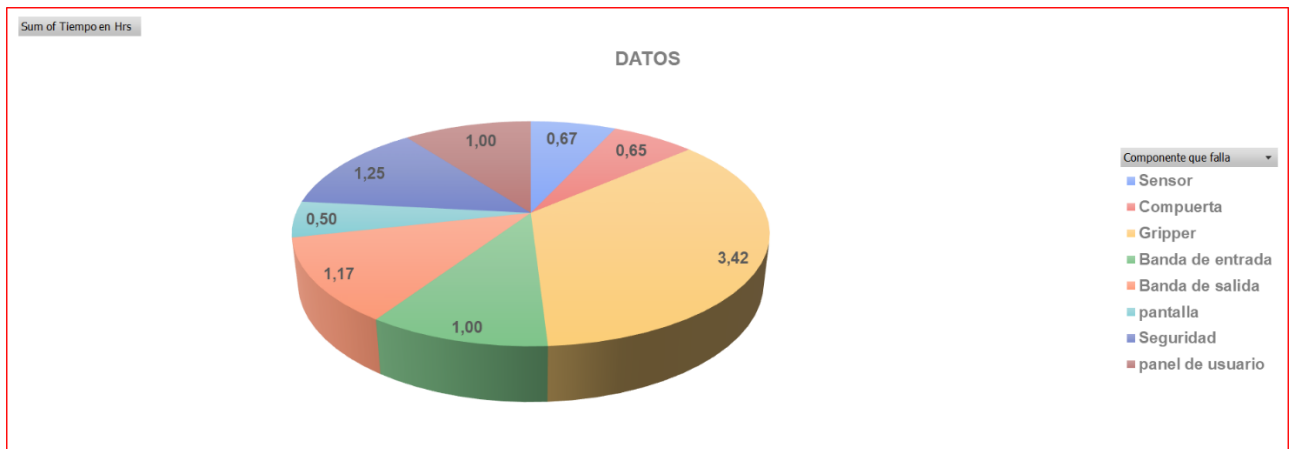
La Figura 22 muestra el registro de fallas de la Webber 1 de septiembre a diciembre 2020



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 23 Registro de fallas “Webber 2” septiembre a diciembre 2020

La Figura 23 muestra el registro de fallas de la Webber 2 de septiembre a diciembre 2020



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

La información demuestra que los paros en tiempo y cantidad durante los dos meses de análisis son significativos, principalmente en las máquinas de Empaque 440, que representan la mayor cantidad de paros y la mayor cantidad de tiempo en paro, con 44.5 horas de paro según la Figura 13 y 38 fallas de las que la falla más frecuente es en la cuchilla transversal con 6 puntos y 13% según Figura 17.

En el periodo de estudio se observan un total de 222 horas de paro por fallos según Figura 13 y 160 averías según Figura 14. Haciendo relación en cuanto a tiempo (1 día=24 horas, septiembre a diciembre = 4 meses, 2880 horas aproximadamente) las 222 horas representan casi un 8% del tiempo en el

periodo de estudio, de horas en paro por fallas, lo cual para la empresa Sigma por su giro comercial, se transforma en tiempo que no se produjo, por lo tanto, en pérdidas. Siendo una alerta que indica la necesidad de reducir lo más posible el tiempo en paro ocasionado por fallas, y lo que respalda nuevamente la correcta implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo, que disminuya considerablemente las fallas en la maquinaria en cuestión.

4.2.4 Encuesta

La herramienta de encuesta fue dirigida a 15 operarios del área de mantenimiento y empaque, quiénes atienden de forma directa las fallas y paros de la maquinaria, y operan respectivamente las máquinas del área de empaque.

Se contó con la autorización, apoyo y supervisión de la gerencia, quien les informó a todos los colaboradores del departamento de mantenimiento y de empaque de la realización del cuestionario. Los colaboradores del turno de 5 a.m. a 5 p.m. prestaron su valiosa contribución a la investigación.

El instrumento se desarrolló por medio de secciones, y se presentarán los resultados por medio de tabulación y gráficos, desarrollando un breve análisis que permitirá una comprensión cualitativa.

El instrumento brinda una guía de las instrucciones generales que el colaborador debe tener presente a la hora de llenar el cuestionario, indicando la formalidad del proceso y el fin de la aplicación del mismo.

Se presentan las gráficas más relevantes para el proceso de investigación, las gráficas completas conforme a la encuesta se pueden visualizar en el anexo No. 2.

Sección I - Productos que brinda

Reconocer los productos que realiza la empresa Sigma Alimentos- Costa Rica.

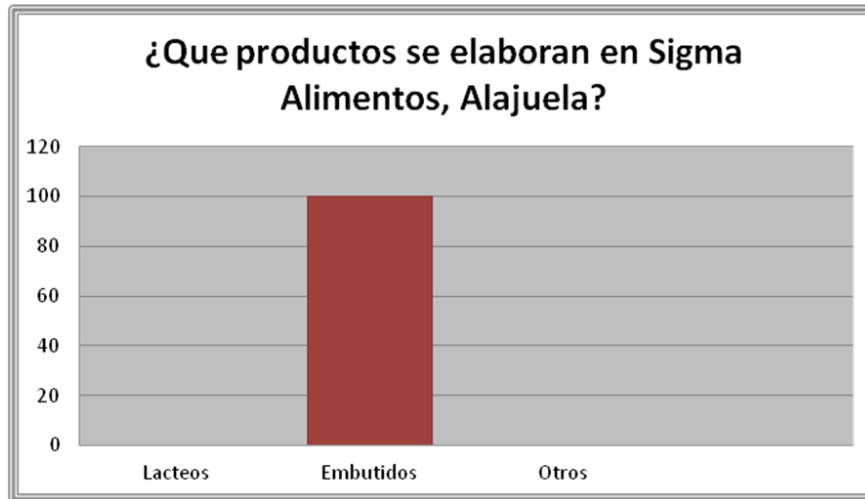
Ver Tabla 12

Tabla 12 Pregunta No 1

¿Qué productos se elaboran en Sigma Alimentos, Alajuela?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Lácteos	0	0%
Embutidos	15	100%
Otros	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 24 Gráfico de Resultados pregunta No.1



Fuente: Elaboración propia, 2021

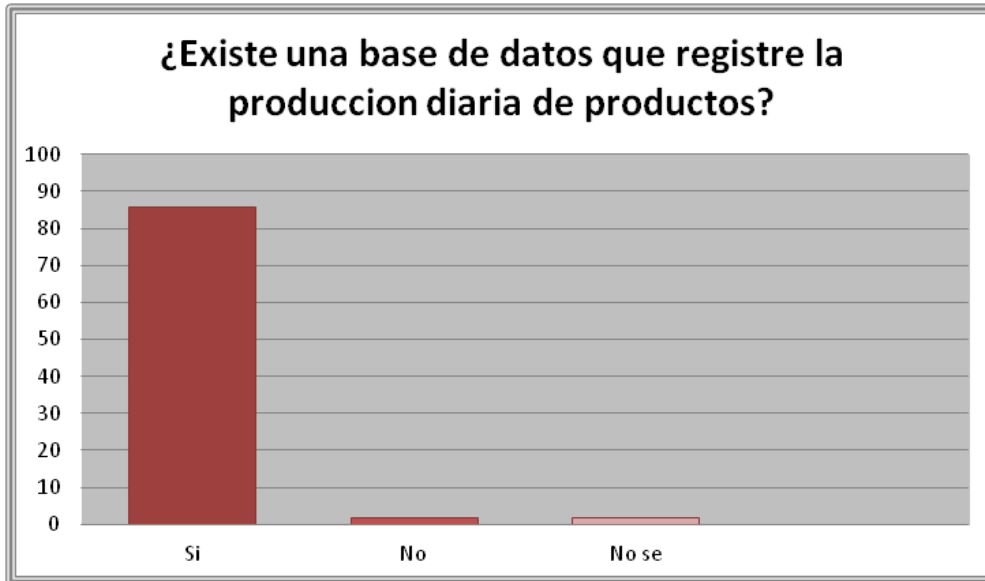
Análisis: El total de encuestados conocen los productos que se elaboran según demuestra la Figura 24, con respecto a las respuestas de la Tabla 12.

Tabla 13 Pregunta No. 4

¿Existe una base de datos que registre la producción diaria de productos?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	13	96%
No	1	2%
No se	1	2%
Total	15	

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 25 Gráfico de resultados pregunta No.4



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Las respuestas según la Figura 25 en base a la Tabla 13, indican en un 96% que si existe una base de datos que registra la producción diaria. Un 2% indican que no hay, mientras un 2% manifiesta no tener conocimiento al respecto. Se puede observar que no todos tienen conocimiento sobre la existencia de una base de datos, la cual es muy importante para el tipo de la empresa.

Sección II - Descripción de los procesos

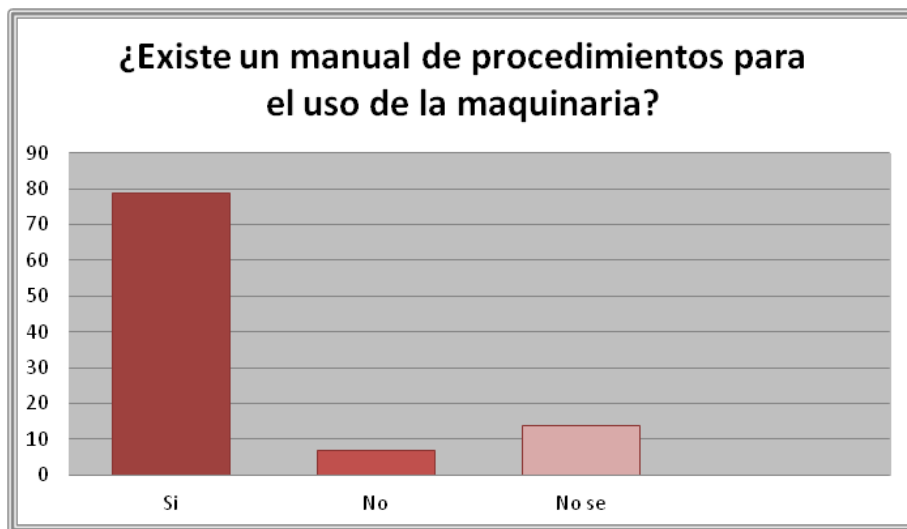
Describir los procesos que se ejecutan en el área de empaque de Sigma Alimentos-Costa Rica.

Tabla 14 Pregunta No. 5

¿Existen un manual de procedimientos para el uso de la maquinaria?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	12	79%
No	1	7%
No se	2	14%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica

Figura 26 Gráfico de resultados pregunta No.5



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 26, y en base a la Tabla 14, un 79% de los encuestados indican conocer sobre la existencia de un Manual de Procedimientos para el uso de la maquinaria, sin embargo, un 7% indican totalmente lo contrario, mientras un 14% no saben si existe. Es notable que no todos los operarios conocen o han visto un manual, a raíz de lo cual no

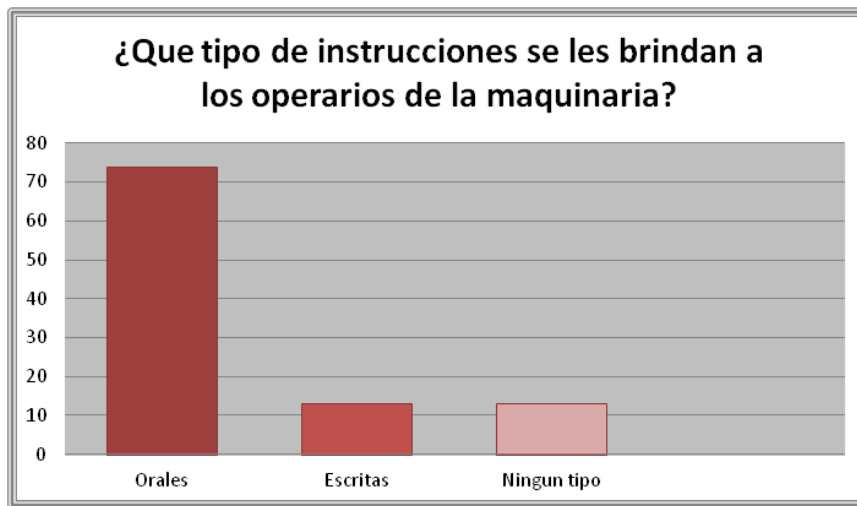
todos siguen los pasos estipulados y regulados por la empresa a través del Manual de Procedimientos.

Tabla 15 Pregunta No. 6

¿Qué tipo de instrucciones se les brindan a los operarios de las máquinas?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Orales	11	74%
Escritas	2	13%
De ningún tipo	2	13%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 27 Gráfico de resultados, pregunta No.6



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 27 y en base a la Tabla 15, en su mayoría los encuestados manifiestan con un 74% que las instrucciones para los operarios de maquinaria son únicamente orales, un 13% indican que las

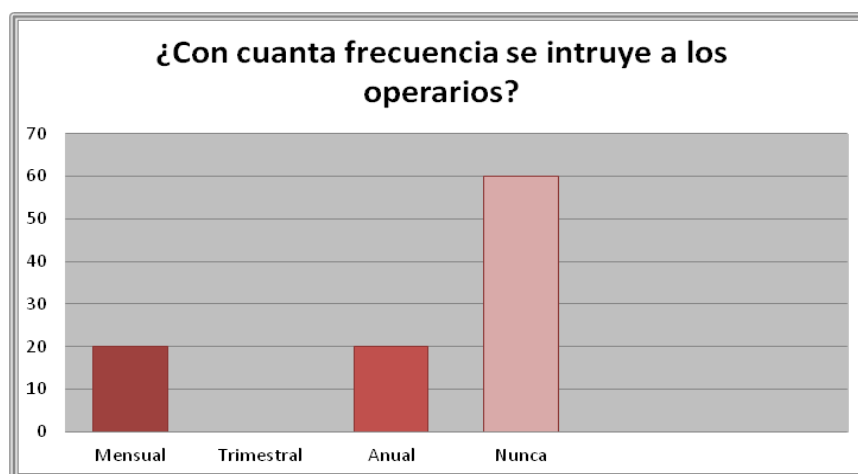
instrucciones se brindan por escrito, mientras que otro 13% manifiestan no saber, es notable que en cierta medida existe inconsistencia sobre las indicaciones que se brindan a los operarios, siendo un factor de alerta el 13% que manifiesta no recibir instrucciones de ningún tipo, lo cual deja espacio para que los procesos que ellos realizan no cumplan con la calidad y los requerimientos debidos.

Tabla 16 Pregunta No. 7

¿Con cuanta frecuencia se instruye a los operarios?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Mensual	3	20%
Trimestral	0	0%
Anual	3	20%
Nunca	9	60%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 28 Gráfico de resultados, pregunta No.7



Fuente: Elaboración propia, 2021

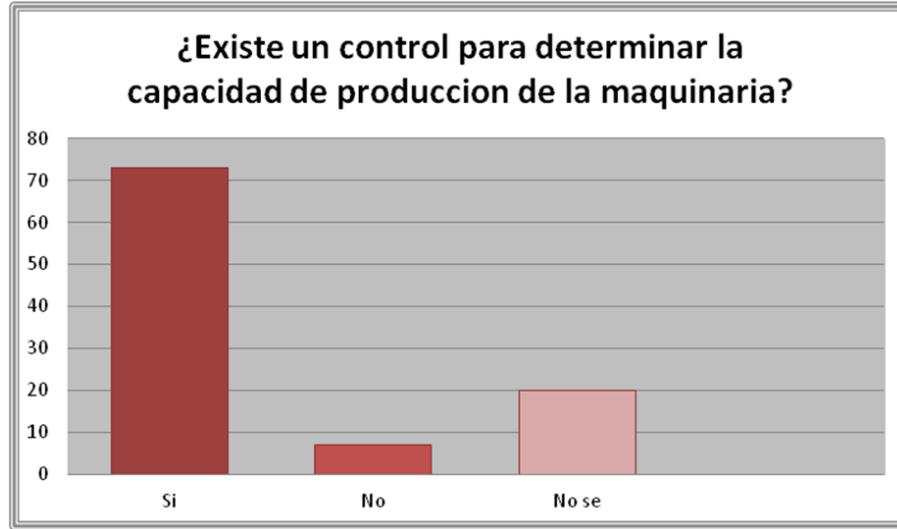
Análisis: Según la Figura 28 en base a la Tabla 16, el 60% de los operarios encuestados indican que nunca reciben instrucciones, lo cual es alarmante, ya que más del 50% de ellos coinciden, siendo cifras importantes. Un 20% indican que reciben instrucciones mensuales, mientras un 20% indican que las instrucciones son anuales. Los datos reflejados son vitales para la toma de decisiones con respecto a las instrucciones que reciben los operarios. La instrucción a los operarios es básica para respaldar un uso efectivo de la maquinaria, incluso para la misma seguridad de los colaboradores, por lo que esta gráfica denota un factor de alerta importante.

Tabla 17 Pregunta No. 9

¿Existe un control para determinar la capacidad de producción de las máquinas?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	11	73%
No	1	7%
No se	3	20%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 29 Gráfico de resultados, pregunta No.9



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 29 en base a la Tabla 17, el 73% de los encuestados indican que existe un control para determinar la capacidad de producción de la maquinaria, un 7% indican que no, y un 20% no saben al respecto. Por lo que se concluye que el proceso de determinación de capacidad de producción se lleva a cabo, sin embargo, es importante que el procedimiento se cumpla a cabalidad con la maquinaria, dándolo a conocer al 100% de los operarios.

SECCIÓN III – Aplicación de Análisis Preventivo

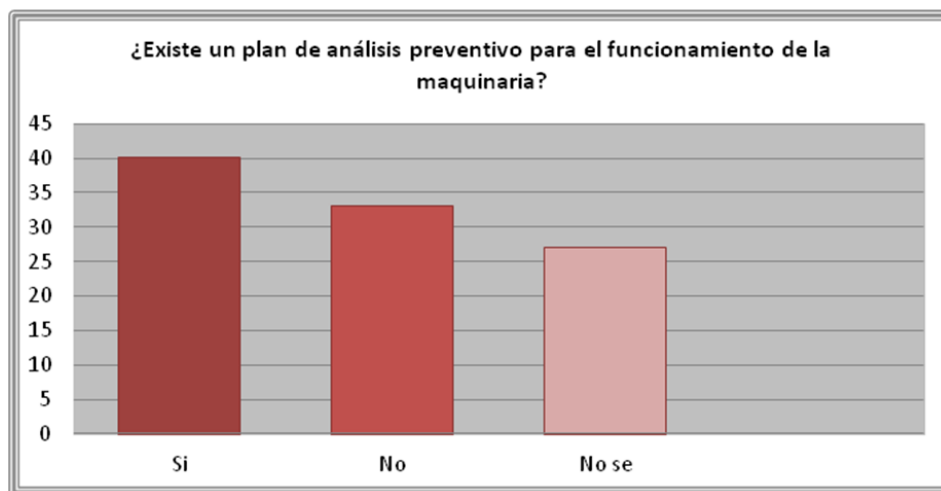
Aplicar el análisis preventivo a las máquinas de Sigma Alimentos- Costa Rica.

Tabla 18 Pregunta No. 10

¿Existe un plan de análisis preventivo en la maquinaria?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	6	40%
No	5	33%
No se	4	27%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 30 Gráfico de resultado, pregunta No.10



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Con respecto a la Figura 30 respaldada por la Tabla 18, las respuestas fueron muy diversas, lo cual se muestra en los porcentajes: 40% indican que existe un plan preventivo para el funcionamiento de la

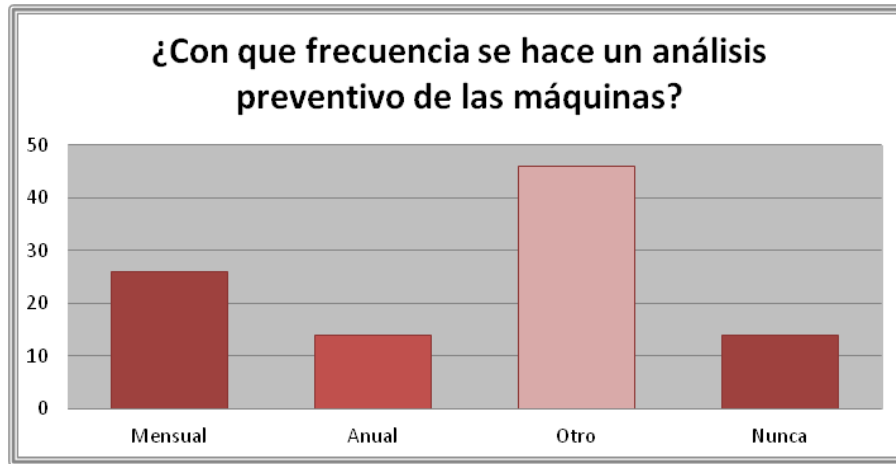
maquinara, 33% consideran que no existe, y un 27% indican que no saben al respecto. Lo cual hace pensar y deja una abierta una pregunta muy importante ¿en qué medida existe un plan preventivo por escrito y transmitido a los operarios realmente? Se evidencia la necesidad no solamente de la existencia de un plan preventivo, sino también una adecuada comunicación y transmisión del mismo a todos los operarios involucrados.

Tabla 19 Pregunta No. 11

¿Con que frecuencia se hace un análisis preventivo de las máquinas?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Mensual	4	26%
Anual	2	14%
Otro	7	46%
Nunca	2	14%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica

Figura 31 Gráfico respaldo, respuesta No.11



Fuente: Elaboración propia, 2021

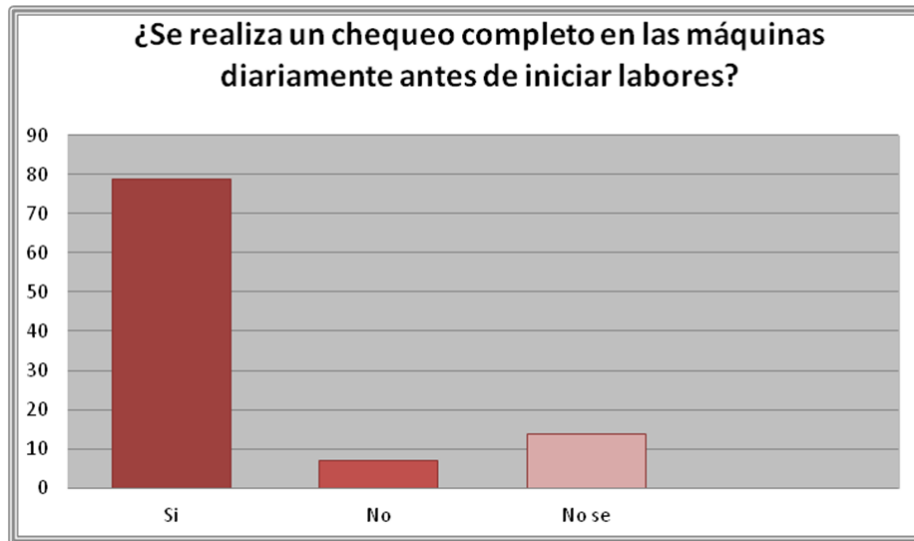
Análisis: Según la Figura 31 y con el respaldo de la Tabla 19, las respuestas a la gráfica anterior, se analiza conjuntamente con la pregunta previa, por la variedad de respuestas, lo cual también se transmite en las respuestas a la pregunta actual: 26% manifiestan que se realiza un análisis preventivo mensual en la maquinaria, 14% consideran que se hace anualmente, 46% consideran que con otra frecuencia y 14% indican que no se realiza nunca. Nuevamente se señala la importancia de la existencia, la ejecución, comunicación y re alimentación de un plan preventivo, de tal manera que el equipo completo pueda tener consciencia plena de él y sus implicaciones.

Tabla 20 Pregunta No. 13

¿Se realiza un chequeo completo en las máquinas diariamente, antes de iniciar labores?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	12	79%
No	1	7%
No se	2	14%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 32 Gráfico de resultados, pregunta No.13



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 32 con el respaldo de la Tabla 20, el 79% de los encuestados indican que se realiza un chequeo diario en las máquinas antes de iniciar labores. El 7% manifiestan lo contrario y el 14% indican no tener conocimiento al respecto. Los resultados reflejan que a diario se revisan las máquinas para evitar alguna complicación en la producción del

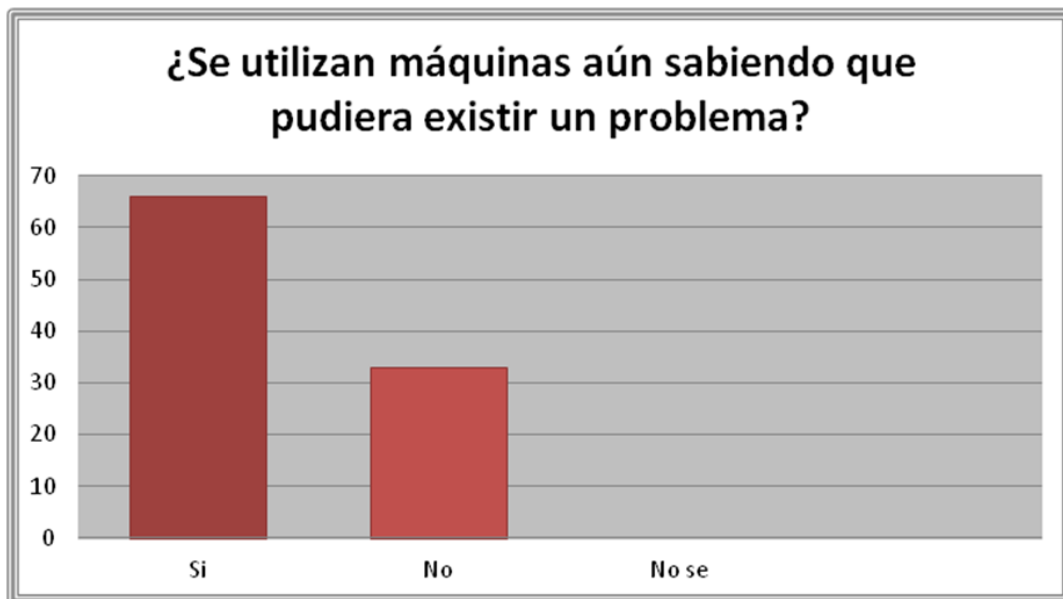
día, o determinar aspectos vitales para prevenir riesgos. Sin embargo, es importante que todos los implicados comiencen a realizar este chequeo, para garantizar un proceso uniforme sin falencias.

Tabla 21 Pregunta No. 14

¿Se utilizan las máquinas aun sabiendo que pudiera existir un problema?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	10	66.5%
No	5	33.5%
No se	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 33 Gráfico de resultados, pregunta No.14



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Conforme a la Figura 33 con base a la Tabla 21, la respuesta a la actual pregunta es sumamente interesante, ya que el 66,5% de los encuestados indican que se da uso a las máquinas aun conociendo posibles defectos o problemas en las mismas, un porcentaje menor, que gira en la tercera parte de los encuestados con un 33,5% indican lo contrario. Sin embargo, los resultados indican que ya se han utilizado las máquinas con defectos para la producción ordinaria, lo cual es un factor determinante en el tema preventivo. La posibilidad de utilizar maquinaria con defectos que pueda dañar el producto o que ocasione mayores fallos en la maquinaria es una práctica que se debe erradicar totalmente, por medio del plan de mantenimiento preventivo.

SECCIÓN IV – Plan de Mantenimiento Preventivo

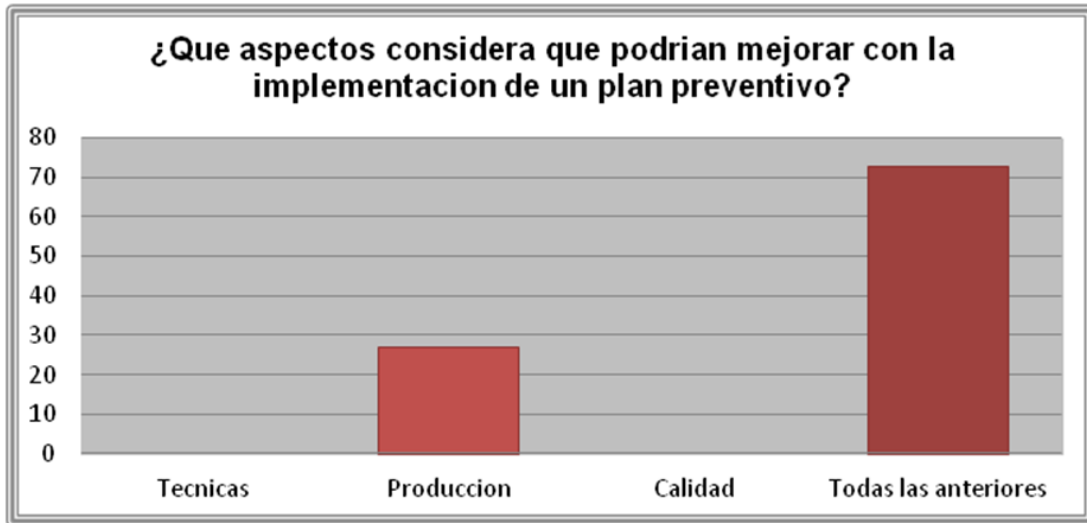
Proyección para diseñar un plan de mantenimiento preventivo que funcione a mediano y largo plazo en las máquinas del área de empaque de Sigma Alimentos-Costa Rica, de acuerdo a las exigencias de la empresa.

Tabla 22 Pregunta No. 16

¿Qué aspectos considera que podrían mejorar con la implementación de un plan preventivo?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Técnicos	0	0%
De Producción	4	27%
Calidad	0	0%
Todos los anteriores	11	73%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 34 Gráfico de resultados, pregunta No.16



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 34 en base a la Tabla 22, el 73% de los encuestados consideran que con la implementación de un plan preventivo se mejorarían aspectos técnicos, de producción y de calidad; mientras un 27% consideran que únicamente mejorarían aspectos de producción. Por lo que se determina que un plan preventivo incrementaría la calidad de la producción en buena medida, y la eficiencia de los operarios.

Análisis General

Con base a las respuestas obtenidas con el instrumento de recolección de datos, se hará un análisis general el cuál se dividirá en las secciones contempladas dentro del instrumento y de la investigación; con el propósito de visualizar un panorama general y más amplio con respecto a la situación actual y percepción de los operarios.

En la Sección I - Productos que brindan, es posible determinar que la investigación en cuestión se basa en el área de producción de embutidos en donde se cuentan con máquinas Rebanadoras, Empacadora, Cierra cinta y Selladora, existiendo tres máquinas de cada tipo. En donde también existe una base de datos que registra la producción diaria.

En la Sección II - Descripción de los procesos, se puede determinar que, si existe un Manual de Procedimientos, sin embargo, en su mayoría las instrucciones se brindan de manera oral a los operarios, es muy importante notar que en la siguiente pregunta la mayoría considera que no se brindan instrucciones periódicas, siendo en la mayoría de las respuestas “nunca” a esta interrogante. También en esta sección es posible determinar que, si se lleva un control de las operaciones, al igual que un control en la capacidad de producción de las máquinas.

En la Sección III – Aplicación de Análisis Preventivo, se puede observar que con certeza no se conoce en su mayoría la existencia o aplicación de análisis preventivo en el equipo. En su totalidad los encuestados consideran muy importante el aplicar un análisis preventivo periódico en la maquinaria, también indican que cada día se realiza una revisión a la maquinaria antes de iniciar labores, pero utilizan las máquinas aun conociendo posibles fallos, esto representa un aspecto clave a tratar con prontitud.

En la Sección IV – Plan de Mantenimiento Preventivo, se puede observar que al 100% de los encuestados les gustaría implementar un plan de mantenimiento preventivo, ya que consideran que con esta

implementación se mejorarían aspectos técnicos, de producción y de calidad, además de mejorar la efectividad en todos los aspectos de la producción. Por lo que es importante tomar en cuenta la buena disposición de los operarios a recibir y cumplir con un plan de prevención.

CAPÍTULO V – DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 Objetivo General:

Diseñar un Plan de Mantenimiento Preventivo que funcione a mediano y largo plazo en las máquinas del área de Empaque Sigma Alimentos Costa Rica, de acuerdo a las exigencias de la empresa

5.2 Justificación:

La importancia de establecer un Plan de Mantenimiento Preventivo para las máquinas del área de empaque de Sigma Alimentos, se fundamenta en la necesidad de contar un maquinaria en buen estado para satisfacer las necesidades de empaque de la empresa. Por ser maquinaria especial, con actividades predeterminadas, el cuidado que se le ofrezca a la misma repercutirá en el desempeño, duración y costos de reparación que implique durante su ciclo de vida. Si la maquinaria, es cuidada, vigilada, revisada y mantenida periódica y adecuadamente, la empresa se verá beneficiada con un incremento en el rendimiento, disminución de costos por reparaciones, mano de obra, paros laborales por reparaciones, entre otros aspectos relacionados.

Al mismo tiempo que se maximiza la calidad y eficiencia del departamento, convirtiéndose en una cadena de calidad para la empresa en general, lo cual beneficiará su actividad comercial tanto interna como externamente. Para dar mayor respaldo a la justificación más adelante se presenta un análisis cuantitativo.

5.3 Descripción y características:

La propuesta se basa en un Plan de Mantenimiento Preventivo para las máquinas del área de Empaque, el cual no existe, por lo tanto, la propuesta no intenta modificar un proceso, más bien implementar un nuevo proceso que permita a la empresa y su personal, adoptar un sistema que les permita mejorar los procesos de las máquinas en función.

Por lo cual la implementación debiera constar de las siguientes etapas según Tabla 23:

Tabla 23 Etapas Plan de Mantenimiento Preventivo

Etapas	Proceso	Encargados	Tiempo	Instrumentos
I	Estudio, análisis y modificaciones (si fueran necesarias) en el Plan de Mantenimiento Propuesto	<ul style="list-style-type: none"> • Administrativos • Jefe de Mantenimiento de Electromecánica 	1 Mes	Propuesta: Plan de Mantenimiento Preventivo para las máquinas del área de Empaque, Sigma Alimentos C.R.
II	Comunicación de la Propuesta (Dirigida al personal electromecánico de Empaque)	<ul style="list-style-type: none"> • Administrativos • Jefe de Mantenimiento de Electromecánica 	1 Semana	<ul style="list-style-type: none"> • Brochure • Afiches • Plan de Mantenimiento Preventivo
III	Capacitación sobre el Plan de Mantenimiento Preventivo	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento de Electromecánica 	2 Semanas	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Mantenimiento Preventivo • Maquinaria
IV	Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento de Electromecánica 	3 Meses	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Mantenimiento Preventivo • Maquinaria

		<ul style="list-style-type: none"> Personal de Mantenimiento de Electromecánica 		
V	Evaluación sobre la implementación y desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo	<ul style="list-style-type: none"> Administrativos Jefe de Mantenimiento de Electromecánica 	2 Semanas	<ul style="list-style-type: none"> Instrumentos de evaluación
VI	Retroalimentación y Mejoras al Plan de Mantenimiento Preventivo	<ul style="list-style-type: none"> Administrativos Jefe de Mantenimiento de Electromecánica 	2 Semanas	<ul style="list-style-type: none"> Valoración de instrumentos Nuevas propuestas

5.4 Costo de la propuesta:

La propuesta no contempla implementación de un nuevo departamento, nueva maquinaria, etc. Por lo cual es factible su implementación con los recursos que la empresa ya tiene, sin embargo, es importante hacer notar la necesidad de incrementar personal capacitado en el área de Mantenimiento de Electromecánica. A continuación, detalle los recursos con los que ya cuenta la empresa:

- Máquinas existentes
- Área física existente

- Equipo de cómputo

Sin embargo, algunos materiales necesarios para la elaboración en físico del Plan de Mantenimiento Preventivo y su difusión, los cuáles no están contemplados en el actual presupuesto de la empresa son:

- Papel
- Tinta
- Afiches
- Brochure

Además, algunos implementos necesarios para realizar las revisiones preventivas serán:

- 2 Miembros del personal de Mantenimiento Electromecánico
- Grasas
- Aceites
- Lubricantes

Para los cuáles se estiman los siguientes costos mensuales presentados en la Tabla 24:

Tabla 24 Presupuesto Mensual para Mantenimiento Preventivo

Materiales Mensuales para Mantenimiento Preventivo			
Materiales	Cantidad	Precio Unitario	Total
Grasas			
Alimenticia	20	₺ 6 500,00	₺ 130 000,00
Industrial	20	₺ 4 900,00	₺ 98 000,00
Lubricantes			
WD40	8	₺ 3 900,00	₺ 31 200,00
Chain Lube	16	₺ 6 850,00	₺ 109 600,00
Aceites			
Tribol Castrol	1	₺ 350 000,00	₺ 350 000,00
Movil 1000	1	₺ 150 000,00	₺ 150 000,00
Sub Total			₺ 868 800,00
Salario Mensual Colaboradores			
Colaboradores			Salario
Electromecánico 1			₺ 550 000,00
Electromecánico 2			₺ 550 000,00
Sub Total			₺ 1 100 000,00
Suministros			
Suministro			Costo
Papel			₺ 15 000,00
Tinta			₺ 30 000,00
Broshures			₺ 15 000,00
Sub Total			₺ 60 000,00
TOTAL MENSUAL			₺ 2 028 800,00

Fuente: Elaboración propia (2021)

Nota. Los costos se estimaron en base a tablas de costos reales de Sigma Alimentos, para la cual se brindó acceso exclusivo para obtener los datos requeridos

5.5 Condiciones requeridas:

Las condiciones requeridas para la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, se relacionan directamente con las etapas establecidas previamente. Por lo que se señalan a continuación las etapas necesarias previamente a la implementación, y lo que requiere cada etapa según Tabla 25:

5.6 Preparación del Plan

Tabla 25 Condiciones implementación del plan

Etapas	Proceso	Encargados	Tiempo	Se requiere
I	Estudio, análisis y modificaciones (si fueran necesarias) en el Plan de Mantenimiento Propuesto	<ul style="list-style-type: none"> • Administrativos • Jefe de Mantenimiento de Electromecánica 	1 Mes	La administración en conjunto con el jefe de Mantenimiento de Electromecánica, deberán estudiar meticulosamente la propuesta para aprobar su implementación.
II	Comunicación de la Propuesta (Dirigida al personal del Mantenimiento de Electromecánica de Empaque)	<ul style="list-style-type: none"> • Administrativos • Jefe de Mantenimiento de Electromecánica 	1 Semana	El tiempo estipulado deberá utilizarse para implementar en la cultura organizacional el nuevo procedimiento a adoptar

III	Capacitación sobre el Plan de Mantenimiento Preventivo	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de Mantenimiento de Electromecánica 	2 Semanas	Se deberá ofrecer una capacitación amplia y detallada de los procesos establecidos en el Plan de Mantenimiento Preventivo que se establecerá.
-----	--------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.7 Implementación:

Para la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, las etapas previas deberán haberse cumplido en su totalidad, con el objetivo de lograr los mejores resultados, desde la puesta en marcha del Plan.

El proceso de implementación deberá contemplar:

- Establecimiento de horarios para realizar las actividades contempladas en el Plan.
- Identificación de personal encargado para realizar las actividades contempladas en el Plan.
- Implementación de instrumento para registrar las actividades contempladas en el Plan.
- Seguimiento a las actividades incorporadas, para determinar posibles detalles que deban ajustarse, mejorarse, o implementarse.

El cronograma para la implementación del Plan de Mantenimiento se basa en las etapas necesarias a cumplir y los periodos establecidos para cada uno, dicho cronograma se presenta a continuación

Figura 35 Cronograma Implementación Plan de Mantenimiento Preventivo:

Etapas	Proceso/Semanas	Mes I				Mes II				Mes III				Mes IV				Mes V				Mes VI			
		S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16	S 17	S 18	S 19	S 20	S 21	S 22	S 23	S 24
I	Estudio, análisis y modificaciones (si fueran necesarias) en el Plan de Mantenimiento Propuesto	■	■	■	■																				
II	Comunicación de la Propuesta (Dirigida al personal electromecánico de Empaque)					■																			
III	Capacitación sobre el Plan de Mantenimiento Preventivo						■	■																	
IV	Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
V	Evaluación sobre la implementación y desarrollo del Plan de Mantenimiento Preventivo																					■	■		
VI	Retroalimentación y Mejoras al Plan de Mantenimiento Preventivo																							■	■

5.8 Beneficios de la Propuesta

5.8.1 Beneficios Cualitativos:

La empresa se verá beneficiada al implementar la propuesta ya que incrementará sus controles y prácticas de calidad, a partir de la maquinaria del área de Empaque, la cual es una de las partes más importantes para la producción, de esta manera el plan se podrá implementar posteriormente al resto de la maquinaria en las diferentes áreas, permitiendo establecer de manera general controles que permitan evitar paros laborales significativos para la producción, los cuáles pueden ser perfectamente prevenidos por medio del plan propuesto.

5.8.2 Beneficios Cuantitativos:

La empresa se verá beneficiada económicamente ya que, a mediano y largo plazo, se evitarán paros laborales por reparaciones que atrasan toda la producción ocasionando pérdidas. Mientras que también se mantendrán las máquinas en óptimo estado, evitando generar gastos grandes y de sorpresa al tener que cambiar piezas o hacer reparaciones que se pueden prevenir, o solucionar previamente mediante el uso del plan preventivo.

Con el propósito de ofrecer datos reales en cuanto al costo que representan para la empresa la atención de fallos y paros, debido a la inexistencia de un Plan de Mantenimiento Preventivo, se presenta a continuación, una tabla con la información precisa, obtenida gracias al árbol de fallas utilizado en la sección de recopilación de datos.

Es importante considerar los siguientes aspectos:

- Los datos representan información del periodo de estudio que comprende desde el mes de septiembre al mes de diciembre 2020.
- El análisis se ha realizado para las 8 máquinas que pertenecen al área de empaque de Sigma Alimentos, y objeto principal de este estudio.
- Interpretación de la información:
 - Golpes (Velocidad por minuto): Representa la cantidad de golpes, o capacidad de velocidad que cada máquina realiza por minuto.
 - Paquetes por golpe: Indican la cantidad de paquetes que la máquina es capaz de procesar en cada golpe.
 - Minutos: Factor de tiempo para establecer la capacidad de producción de cada máquina por hora.
 - Paquetes por hora: Señala la cantidad de paquetes que la máquina es capaz de procesar por cada hora de tiempo.
 - Valor de producto por paquete: Indica el precio individual de cada paquete de producto que es procesado en la máquina.
 - Costo total por hora: Indica el costo total de la producción realizada por cada máquina en el lapso de una hora.
 - Capacidad de producción de septiembre a diciembre por horas: Indica la capacidad máxima de producción por máquina en relación a las horas de los meses de septiembre a diciembre (122 días x 24 horas c/u = 2928 horas)

5.9 Capacidad Máxima de Producción del Área de Empaque

A continuación, se presenta en la Tabla 26, la capacidad máxima de producción por hora para cada máquina.

Tabla 26 Capacidad Máxima de Producción del Área de Empaque

Máquina	Golpes (Velocidad) x min.	Paquetes x golpe	Minutos	Paquetes x hora (Unidades)	Valor de producto x paquete	Costo total por hora
Cortadora VEMAG(r240)	12	4	60	2880	₡ 1 201,00	₡ 3 458 880,00
Empacadora R240	12	4	60	2880	₡ 1 201,00	₡ 3 458 880,00
Empacadora 440	12	16	60	11520	₡ 1 821,00	₡ 20 977 920,00
Empacadora R245	12	6	60	4320	₡ 1 365,00	₡ 5 896 800,00
Rebanadora 2	8	4	60	1920	₡ 3 828,00	₡ 7 349 760,00
Selladora de campana	8	4	60	1920	₡ 2 450,00	₡ 4 704 000,00
UniSlacer (440)	12	16	60	11520	₡ 1 821,00	₡ 20 977 920,00
Webber 1 (R245)	12	6	60	4320	₡ 1 365,00	₡ 5 896 800,00
Costo Total						₡ 72 720 960,00

Fuente: Elaboración propia, 2021

5.10 Horas de Paro por Fallas en el Área de Empaque

Septiembre a Diciembre 2020.

A continuación, se presenta en la Tabla 27 un análisis de las horas de paro en el área de empaque.

Tabla 27 Total horas de paro por Fallas en el Área de Empaque

Máquina	Horas de Paro	Paquetes x hora	Total de paquetes	Valor de producto x paquete
Cortadora VEMAG(r240)	16,5	2880	47 520	₺ 1 201,00
Empacadora R240	31	2880	89 280	₺ 1 201,00
Empacadora 440	44,5	11520	512 640	₺ 1 821,00
Empacadora 245	25,17	4320	108 734	₺ 1 365,00
Rebanadora 2	26,33	1920	50 554	₺ 3 828,00
selladora de campana	17,14	1920	32 909	₺ 2 450,00
Unislacer (440)	21,83	11520	251 482	₺ 1 821,00
Weber 1 (R245)	30,75	4320	132 840	₺ 1 365,00

Fuente: Elaboración propia, 2021

5.11 Costos por paros en horas y productos no conformes (desechos)

Septiembre a Diciembre 2020

En el cuatrimestre de septiembre a diciembre 2020, los paros por máquina produjeron un paro de trabajo para los colaboradores que se presenta en la siguiente tabla No. 28:

Tabla 28 Costo por paros en horas y productos nos conformes

Maquinaria	Personal en línea por maquina	Tiempo muerto por maquina en el Cuatrimestre	Total tiempo muerto por persona Cuatrimestralmente	Mensual		Cuatrimestre	
				Tiempo muerto mensual en Horas	Costo Hombre por horas	Costo de la Perdida por hora Hombre	Costo de la Perdida por hora Hombre Cuatrimestres
Cordatodora Vegma	1	16,5	16,5	4,13	1 977,48	8 157,12	32 628,46
R240	4	31	124	31,00	1 977,48	61 301,96	245 207,85
Weber 1	1	30,75	30,75	7,69	1 977,48	15 201,90	60 807,59
R245	2	25,17	50,34	12,59	1 977,48	24 886,62	99 546,48
Unislacer	2	21,83	43,66	10,92	1 977,48	21 584,22	86 336,89
Empacadora 440	4	44,5	178	44,50	1 977,48	87 997,98	351 991,92
Selladora de Campana	2	17,14	34,28	8,57	1 977,48	16 947,03	67 788,11
Rebanadora 2	2	26,33	52,66	13,17	1 977,48	26 033,56	104 134,24
	18	213,22	530,19	132,55		262 110,39	1 048 441,54

Fuente: Elaboración propia, 2021

Para reponer las horas de paro, se recurre a pago de horas extra para los colaboradores, a fin de cumplir con las metas de producción, por lo que se debe considerar dicho pago representado en la siguiente tabla N. 29:

Tabla 29 Total pago por horas extra

Personal	Cantidad de horas en cuatrimestre	Valor tiempo extra por hora	Total pago por horas extra en el cuatrimestre
18	530,19	₡ 2 966,22	₡ 28 307 921,62

Fuente: Elaboración propia, 2021

5.12 Costos Materia Prima – Productos no conformes/Desechos

En el cuatrimestre de septiembre a diciembre 2020 los costos por productos no conformes o desechos, se presentan en la siguiente tabla No. 29:

Tabla 29 Costo Materia Prima – Productos no conformes

Maquinaria	Paquetes por horas	Total tiempo muerto por maquina Cuatrimestre	Unidad de Producción estimada por Cuatrimestre	Porcentaje de productos no conformes	Unidad de Productos Rechazados	Costo x unidad de Producto	Costo total por paros
Cordatadora Vegma	2880	16,5	47 520,00				
Error de corte				6%	₺ 2 851,20	₺ 1 201,00	₺ 3 424 291,20
R240	2880	31	89 280,00				
Error de corte				8%	₺ 7 142,40	₺ 1 201,00	₺ 8 578 022,40
Perdida de Vacio				5%	₺ 4 464,00	₺ 1 201,00	₺ 5 361 264,00
Weber 1	4320	30,75	132 840,00				
Error de corte				4%	₺ 5 313,60		
R245	4320	25,17	108 734,40				
Error de corte				7%	₺ 7 611,41	₺ 1 365,00	₺ 10 389 571,92
Perdida de Vacio				6%	₺ 6 524,06	₺ 1 365,00	₺ 8 905 347,36
Unislacer	11520	21,83	251 481,60				
Error de corte				10%	₺ 25 148,16	₺ 1 821,00	₺ 45 794 799,36
Empacadora 440	11520	44,5	512 640,00				
Error de corte				3%	₺ 15 379,20	₺ 1 821,00	₺ 28 005 523,20
Perdida de Vacio				2%	₺ 10 252,80	₺ 1 821,00	₺ 18 670 348,80
Selladora de Campana	1920	17,14	32 908,80				
Perdida de Vacio				5%	₺ 1 645,44	₺ 2 450,00	₺ 4 031 328,00
Rebanadora 2	1920	26,33	50 553,60				
Error de corte				2%	₺ 1 011,07	₺ 3 828,00	₺ 3 870 383,62
					87 343,34		137 030 879,86

Fuente: Elaboración propia, 2021

5.12 Análisis Comparativo

Para brindar un análisis más concreto se presenta a continuación en la Tabla 30 un cálculo entre lo que se perdió financieramente en los meses de septiembre a diciembre 2020, por causa de paro de máquinas debido a fallos, versus el gasto que representa la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo Propuesto. (Los datos se obtuvieron de manera confidencial por parte de Sigma Alimentos para efectos del presente análisis)

Tabla 30 Análisis Comparativo de Ahorro por Implementación del Plan Preventivo

Cuadro resumen cuatrimestral

	Costo por paros	
Horas Hombres	1 048 441,54	
Materia Prima	137 030 879,86	
Horas extra por paros	28 307 291,62	
Total Costo por paro y productos no conformes/desechos	166 386 613,02	
Propuesta de de reducción de paro	10%	16 638 661,30
Implementación del preventivo	8 915 200,00	54%
Ahorro por cuatrimestre	7 723 461,30	

Fuente: Elaboración propia, 2021

Conforme a la información provista, se demuestra que la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, representa un ahorro muy importante para la empresa. Se estima que con su implementación durante el primer cuatrimestre se pueda visualizar al menos un 10% en reducción de paros, considerando una etapa

de culturalización y adaptación al plan, ya que el cambio probablemente no se realice de manera abrupta, pero dependerá de las medidas de implementación que decidan las jefaturas, tal como se indicó en la justificación del proyecto, el 10% es un estimado mínimo.

5.13 Análisis Financiero VAN Y TIR

Tasa esperada por Sigma al finalizar el ciclo

Datos	
Inversion Anual	26 745 600,00
Tasa de Rentabilidad (TR)	5%

Tabla 31 Análisis Comparativo

Periodos	flujo de efectivo neto	Valor presente	Saldo actualizado Acumulado
0	- 26 745 600,00	- 26 745 600,00	-26 745 600,00
1	4 159 665,32	3 961 586,02	-22 784 013,98
2	4 159 665,32	3 772 939,07	-19 011 074,92
3	4 159 665,32	3 593 275,30	-15 417 799,61
4	4 159 665,32	3 422 166,95	-11 995 632,66
5	4 159 665,32	3 259 206,62	-8 736 426,04
6	4 159 665,32	3 104 006,31	-5 632 419,73
7	4 159 665,32	2 956 196,48	-2 676 223,25
8	4 159 665,32	2 815 425,22	139 201,97
9	4 159 665,32	2 681 357,35	2 820 559,32
10	4 159 665,32	2 553 673,67	5 374 233,00
11	4 159 665,32	2 432 070,16	7 806 303,16
12	4 159 665,32	2 316 257,30	10 122 560,45
Valor presente de la suma de flujo actualizad		36 868 160,45	
Valor presente neto			10 122 560,45
Tasa de Retorno (Tir)			11%
Indice de Rentabilidad o Beneficio /Costo			1,38
PR			7,95

La empresa sigma Alimentos espera una TR mínima del 5%, sin embargo, el TIR nos da un porcentaje mayor del 11 %, por lo que la relación viabilidad/rentabilidad es positiva, conforme a la tabla 31

PROPUESTA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE EMPAQUE DE
SIGMA ALIMENTOS S.A.**

1.1 Objetivo

Establecer los lineamientos necesarios para ejecutar el mantenimiento preventivo de las máquinas, en el área de Empaque de Sigma Alimentos Costa Rica de manera que estas no se desgasten ni deterioren excesivamente.

1.2 Alcance

Todas las máquinas que comprende el área de Empaque de Sigma Alimentos Costa Rica.

1.3 Responsabilidades

Es responsabilidad directa del Jefe de Mantenimiento, Supervisores de Mantenimiento, y Analista de Mantenimiento que los puntos en este Plan se lleven a cabo.

Es responsabilidad directa del personal de mantenimiento cumplir con lo establecido en este Plan y llenar correctamente los documentos vinculados.

Es responsabilidad indirecta del Jefe de Empaque, supervisores y encargados según turno seguir los ítems de este Plan en el cual están involucrados.

1.4 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se controlará a través de una base de datos en la cual se llevará el registro de las órdenes programadas según la supervisión de plazos establecida por el Analista de Mantenimiento. Las fechas de cada orden de trabajo se fijan mediante una frecuencia establecida en cada equipo o máquina que requiere el servicio preventivo, a partir de la última fecha de inspección realizada.

1.5 Máquinas del Área de Empaque

Las máquinas del área de empaque que se contemplan dentro del Plan de Mantenimiento Preventivo son:

1. Cortadora VEMAG
2. Empacadora R240
3. Empacadora 440
4. Empacadora R245
5. Rebanadora 2
6. Sallad Campana
7. UniSlacer 440
8. Webber1

2. PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- I.** Creación de programación quincenal de mantenimiento para cada una de las máquinas.
- II.** Comunicación a todos los actores involucrados sobre la programación quincenal de mantenimiento preventivo.
- III.** Recordatorio al supervisor de área sobre la proximidad de la fecha y hora para la realización del mantenimiento preventivo de la máquina.
- IV.** Generación de la orden de mantenimiento preventivo.
- V.** Realizar la visita de mantenimiento preventivo a la máquina calendarizada (Conforme al formulario de mantenimiento preventivo quincenal propuesto y presentado más adelante) a continuación se brindan los pasos generales
 - a. Revisión general de la máquina, parte externa: limpieza, estado, etc.
Parte interna: limpieza, estado de partes, funcionamiento, desgastes, etc.
 - b. Determinar si es necesario hacer ajustes, cambio de piezas deterioradas.
 - c. Hacer pruebas de funcionamiento
 - d. Realizar informe de actividades realizadas y obtener la firma del encargado de área.
 - e. Brindar recomendaciones, anotaciones de cambios necesarios a corto o mediano plazo.
- VI.** Ingresar al registro la información correspondiente al proceso de mantenimiento preventivo realizado.

VII. En caso de que los parámetros de mantenimiento preventivo no puedan ser cumplidos conforme a los establecido en el Manual de Mantenimiento Preventivo, y a través de las hojas de inspección correspondiente, se deberá reprogramar una nueva visita de revisión y mantenimiento en conjunto con la jefatura de producción, quien brindará una fecha y hora oportuna para evitar el paro de la máquina en horario productivo.

Deberán seguirse los siguientes pasos:

- El técnico electromecánico encargado del mantenimiento preventivo informará a la jefatura la situación que evita cumplir con el plan.
- El jefe de mantenimiento reprogramará en conjunto con el jefe de producción, la nueva visita.
- Dicho acuerdo se dará a conocer a los supervisores de producción y de mantenimiento, para prepararse ante la nueva visita del técnico electromecánico.
- El técnico electromecánico, notificará vía bitácora digital, los hallazgos y describirá la situación específica encontrada en la máquina, con el objetivo de buscar solución, equipo o los insumos requeridos para dar solución definitiva, para la próxima fecha acordada.
- La jefatura y supervisores de mantenimiento serán los encargados de revisar la bitácora electrónica y facilitar los insumos y procedimientos necesarios para solventar las deficiencias encontradas.

- En la fecha acordada el técnico realizará la visita previamente planificada para dar solución definitiva al hallazgo.

VIII. En caso de no lograr solventar la situación con los materiales y el personal interno, se procederá a informarle a la jefatura y supervisores de mantenimiento, los mismos serán los encargados de verificar las necesidades que deben solventar para dirigirse al proveedor que pueda brindar la mejor solución al problema. Esto dependerá del tipo de falla que sea detectada.

3. Formularios

A continuación, se brinda el formato de una orden de mantenimiento preventivo.



Orden de Mantenimiento Preventivo	
Orden	
<i>Descripción</i>	
<i>Fecha</i>	
<i>Prioridad</i>	
<i>Status</i>	
<i>Ubicación técnica</i>	
<i>Equipo</i>	
<i>Conjunto</i>	
<i>Emplazamiento</i>	<i>Sala</i>
<i>Gr. Planificación mantenimiento</i>	
<i>Pto. Trabajo responsable</i>	
<i>No. Revisión</i>	
Operación	
<i>Status</i>	
<i>Puesto de trabajo</i>	
<i>Clave de control</i>	<i>No. de notificación</i>
<i>Clave de operación</i>	<i>Hito</i>
<i>Ubicación técnica</i>	
<i>Equipo</i>	
<i>Trabajo</i>	<i>Clase de actividad</i>
<i>Duración</i>	<i>Cantidad</i>
<i>Fecha inic. más temprana</i>	<i>Hora de inicio</i>
<i>Fecha fin más tardía</i>	<i>Hora de fin</i>
<i>Trabajo real</i>	<i>Holgura total</i>
<i>Asignada a</i>	
<i>Asignada por</i>	
<i>Fecha y hora de asignación</i>	

3.1 Formularios de Inspección

Ya que cada máquina posee características y necesidades diferentes, es necesario brindar a cada una un mantenimiento preventivo ajustado específicamente a sus características.

A continuación, se presenta un formulario de Inspección, a utilizar durante el mantenimiento preventivo de forma quincenal, debido al permanente uso que se le da a las máquinas, y para garantizar un constante seguimiento a su funcionamiento, el formulario está adaptado a cada una de las máquinas según se indica en el encabezado.

3.1.1. Cortadora VEMAG

Mantenimiento Preventivo Quincenal
Revisión General: Cortadora salchicha VEMAG

Fecha de programación:

Hora programada:

1. Revisión del encendido y apagado de la maquina antes de inspeccionar todas las partes.
-

2. Cobertor y accesorios.

Inspeccionar estas partes por seguridad y que nada pueda soltarse y hacer contacto con la cuchilla de corte.	Bueno	Malo	Regular
Cobertor de acrílico (Reventadoras o faltante de tornillos)			
Posición adecuada del sensor y piezas del cobertor			
Limpieza de boquilla y funcionamiento			
Pisador de producto con todos sus ruedas			
Protector del sensor inferior			

Observaciones _____

3. Transporte y corte del producto

Al inspeccionar estas partes se determina un adecuado funcionamiento de la máquina, al encontrar alguna anomalía (Malo o Regular) anotarlo en observaciones para dar seguimiento.	Bueno	Malo	Regular
4 Bandas de producto			
4 Piñones de nylon			
4 Guías triangulares de bandas			
8 rodillos de guías triangulares **			
Tornillería ajustada en las guías de bandas			
4 Tuercas de mango gris			
Ajustadores de calibre (desplazamiento suave)			
Cuchilla de corte (Estado y filo)			
Espaciador y tuerca de cuchilla			

**** Nota: si el rodillo tiene rodamientos y / o retenedores dañados debe ser sustituido**

Observaciones _____

4. Tapas externas de la maquina

Revisar estos puntos para evitar el ingreso de agua dentro de la máquina.	Bueno	Malo	Regular
Revisión de empaques de las 4 tapas			
Tornillería completa en las 4 tapas			

Observaciones _____

5. Lubricación de bases de nylon SI ____ NO ____

Observaciones _____

6. Limpieza de humedad y residuos en la parte interna de la máquina SI ____ NO ____

Observaciones _____

IX. Revisión de paneles eléctricos SI ____ NO ____

Observaciones _____

X. Cables de control y potencia en buen estado y sin riesgo de ser majados SI ____ NO ____

Observaciones _____

XI. Revisión de contactos de los botones libres de humedad y oxido

Observaciones _____

XII. Estado del cable alimentador, toma y enchufe

Observaciones _____

XIII. Al terminar la inspección de todas las partes de la maquina armar toda la máquina y revisar su funcionamiento para descartar alguna anomalía.

Observaciones _____

XIV. Máquina funciona correctamente

Observaciones _____

Fecha de Realización		Entrada de Herramientas	
Hora de Inicio		Salida de Herramientas	
Hora Final		Repuestos Utilizados	

Técnicos: _____

Supervisor: _____

Liberación de equipo: _____

3.1.2. Empacadora R240

Mantenimiento Preventivo Quincenal
Revisión General: Empacadora R240

Fecha de programación

Hora programada:

1. Reunión previa con personal de producción

Para el Mantenimiento Preventivo que se va a realizar es necesario conversar previamente con el operador o supervisor de producción para conocer las desviaciones que trae el equipo.

Se realizó la reunión previa Sí ____ No ____

De ser afirmativo, ¿Cuáles desviaciones te reportaron? Priorizar 3.

A. _____

B. _____

C. _____

D. _____

¿Cuántas reportaron? _____ ¿Cuántas se corrigieron? _____

De las que quedaron pendientes ¿cuáles fueron las causas y cuándo se van a corregir?

2. Seguridad

Antes de intervenir la máquina se deberá probar el ciclo de la misma, con la finalidad de asegurar que la máquina se encuentra operativa y trabajando en correcto funcionamiento.

¿La Máquina se encuentra funcionando correctamente? Sí ____ No ____

Comentarios _____

3. Sistema de vacío

Importante: Revisión de bomba de vacío (realiza o no realiza). Revisión de mangueras de vacío al dado de formado y sellado.

Revise que todas las mangueras de vacío se encuentren en buen estado, usted debe revisar lo siguiente y corregir cualquier desviación que encuentre

- Manguera no colapsada _____
- Manguera no agrietada o perforada _____
- Manguera libre de rozamiento y con sus soportes _____
- Manguera no debe estar sucia _____
- Manguera con sus abrazaderas de sujeción _____
- Limpieza de filtro de succión _____
- Observar estado de filtro de aire _____
- Cambiar aceite r530 Busch _____
- Abanico de enfriamiento trabaja correctamente _____
- Cuanto vacío que haciendo _____
- Verificación del motor de la bomba de vacío:

VOLTAJES			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)			
Delantero	Trasero		

CONSUMOS (Amperios)			
Consumo Nominal	L1	L2	L3
Temperatura del Motor (Utilice Pistola Láser)			
Tapa delantera	_____ °C		
Tapa Trasera	_____ °C		
Estator	_____ °C		

4. Sistema de cadenas (Lubricación) Lubricación Chain Lube

¿Realizo la lubricación? Sí _____ No _____

Comentarios _____

5. Proceso de mantenimiento área de formado

Se debe de revisar que toda la estación de formado y área de carga cuente con toda su tornillería, en caso de faltarle, habrá que recuperarla

¿Se revisó tornillería? Sí _____ No _____

¿Hubo necesidad de recuperar algún faltante? Sí _____ No _____

Comentarios _____

5.1 Engrasar sistema de formado y ver si tiene desgastes (almoplexgrasa)

¿Realizo la lubricación del equipo? Sí ____ No ____

5.2 Verificar que todas las mangueras y punto de engrase estén completas

¿Las mangueras y puntos de engrase están completos? Sí ____ No ____

5.3 Revisar que los rodillos de la máquina los cuales se especifican a continuación giren libremente

Rodillos de film fondo

- a. 1.-Portafilm fondo (1) Bien ____ Mal ____ Acción _____
- b. 2.-Rodillo guía (2) Bien ____ Mal ____ Acción _____
- c. 3.-Rodillo danzarín (3) Bien ____ Mal ____ Acción _____
- d. 4.-Rodillo guía (4) Bien ____ Mal ____ Acción _____
- e. 5.-Rodillo guía (5) Bien ____ Mal ____ Acción _____

Nota: cualquier desviación corríjala de inmediato.

5.4 Realizar la limpieza de plancha de precalentado utilice espátula de baquelita para retirar la suciedad y estado de o-ring.

Confirmar si realizo limpieza Sí ____ No ____

5.5 Anote el valor de las resistencias en ohms de plancha de formado siendo las lecturas a obtener las siguientes:

Plancha de formado _____15____ ohm, la resistencia no debe de variar entre un valor de +/- 0.5 ohms entre las diferentes líneas del conector, realice sus comentarios:

5.6 Revisión y limpieza de los conectores de las clavijas de la plancha de precalentado, para ello utilice dieléctrico y aire comprimido, además revisar que no estén sulfatadas o carbonizadas de estarlo realizar el cambio.

Clavijas en buen estado Sí ____ No ____

Comentarios _____

5.7 Comprobar que el pistón neumático de uniformador esté en buenas condiciones

Pistón neumático de uniformador en buen estado Sí ____ No ____

5.8 Revisar que el pistón neumático cuente con toda su tornillería y se encuentren bien sujetos a su estructura, cualquier desviación que usted detecte debe corregirla de inmediato.

Pistón neumático de uniformador cuenta con toda la tornillería Sí ____ No ____

5.9 Revise las mangueras de vacío del área de Formado

Para esta actividad es necesario revisar todas las mangueras de vacío del equipo, debe de revisar lo siguiente:

- Las mangueras de vacío deben de tener sus abrazaderas
- No deben de rozar el suelo
- No deben de encontrarse colapsadas
- Revise que no estén agrietadas o perforadas
- Las mangueras son transparentes revise que no estén sucias

Cualquier desviación que observe se debe de cambiar la manguera de vacío. Llenar la siguiente tabla marcando donde corresponda

Área	Buen estado	Mal estado	Acción
Formado			

Comentarios _____

5.10 Realizar verificación y limpieza del sistema de electroválvulas y caja de conexiones.

Comentarios _____

6. Proceso de mantenimiento área de sellado

Se debe de revisar que toda la estación de sellado y área de carga cuente con toda su tornillería, en caso de faltarle recupérela.

¿Se revisó tornillería? Sí ____ No ____

¿Hubo necesidad de recuperar algún faltante Sí ____ No ____

Comentarios _____

6.1 Engrasar sistema de sellado y ver si tiene desgastes (grasa almaplex)

¿Realizo la lubricación del equipo? Sí ___ No ___

6.2 Verificar que todas las mangueras y punto de engrase estén completas

6.3 Revisar que los rodillos de la máquina los cuales se especifican a continuación giren libremente

Rodillos de film fondo

- a. 1.-Portafilm fondo (1) Bien ___ Mal ___ Acción _____
- b. 2.-Rodillo guía (2) Bien ___ Mal ___ Acción _____
- c. 3.-Rodillo danzarín (3) Bien ___ Mal ___ Acción _____
- d. 4.-Rodillo guía (4) Bien ___ Mal ___ Acción _____
- e. 5.-Rodillo guía (5) Bien ___ Mal ___ Acción _____

Nota: cualquier desviación corríjala de inmediato.

6.4 Realizar la limpieza de plancha de precalentado utilice espátula de baquelita para retirar la suciedad y estado de origen.

Confirmar si realizo limpieza Sí ___ No ___

6.5 Anotar el valor de las resistencias en ohms de plancha de SELLADO siendo las lecturas a obtener las siguientes

Plancha de sellado ___ 25 ___ ohm, la resistencia no debe de variar entre un valor de +/- 10 ohms entre las diferentes líneas del conector, realice sus comentarios:

6.6 Revisión y limpieza de los conectores de las clavijas de la plancha de precalentado, para ello utilizar dieléctrico y aire comprimido, además revisar que no estén sulfatadas o carbonizadas de estarlo realizar el cambio.

Clavijas en buen estado Sí ___ No ___

Comentarios _____

6.7 Comprobar que el pistón neumático de uniformador esté en buenas condiciones

Pistón neumático de uniformador en buen estado Sí ___ No ___

6.8 Revisar que el pistón neumático cuente con toda su tornillería y se encuentren bien sujetos a su estructura, cualquier desviación que usted detecte debe corregirla de

inmediato.

Pistón neumático de uniformador cuenta con toda la tornillería Sí ____ No ____

6.9 Revisar las mangueras de vacío del área de sellado

Para esta actividad es necesario revisar todas las mangueras de vacío del equipo, se debe de revisar lo siguiente:

- Las mangueras de vacío deben de tener sus abrazaderas
- No deben de rozar el suelo
- No deben de encontrarse colapsadas
- Revise que no estén agrietadas o perforadas
- Las mangueras son transparentes revise que no estén sucias

Cualquier desviación que observe se debe de cambiar la manguera de vacío. Llene la siguiente tabla marcando donde corresponda

Área	Buen estado	Mal estado	Acción
Formado			

Comentarios _____

6.10 Realizar desarme del block de sellado

- Estado de block _____
- Estado de origen _____
- Estado tornillería _____
- Estado de válvula mecánica _____

6.11 Realizar revisión y lubricación de válvula negra _____

7. Banda de salida

Confirmar que la estructura y los dispositivos de la banda de salida están bien:

- Realizar Lubricación _____
- Rodamientos _____
- Tornillos _____
- Superficie de la banda _____
- Encontró algún desgaste _____
- Banda de salida ¿Trabaja bien? Sí ____ No ____

- Verificar el motor de la banda de salida:

VOLTAJES			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)			
Delantero	Trasero		

CONSUMOS (Amperios)			
Consumo Nominal	L1	L2	L3
Temperatura del Motor (Utilice Pistola Láser)			
Tapa delantera	_____ °C		
Tapa Trasera	_____ °C		
Estator	_____ °C		

- Verificar el reductor del motor de la banda de salida:
 - Temperatura: _____ °C
 - Nivel del aceite: _____

8. Proceso de mantenimiento área de corte transversales

8.1 Retirar la guarda de seguridad y revisar que las cuchillas transversales no presenten daños (no fracturas, que estén dobladas y que tenga buen filo)

Comentarios _____

8.2 Revisar que las cuchillas de corte se encuentren alineadas en las ranuras de los soportes, en caso de no estarlo aflojar el tornillo y realizar la alineación, al final apretar el tornillo para evitar que se mueva, verificar que la tornillería este completa.

Comentarios _____

8.3 Revisar y limpiar las guías donde entra las transversales y que estén en buen estado.

Comentarios _____

8.4 Revisar que la contratuerca del pistón se encuentre apretada, verifíquelo

Comentarios _____

8.5 Revisar que el pistón de corte no presente fuga de aire, tanto de los puertos de entrada

como del retén del vástago.

Comentarios _____

8.6 verificar que los pistones de corte estén trabajando correctamente y no tenga anomalías y lubricarlos con chain lube.

Cuchillas en buen estado y alineadas Sí ____ No ____

Amortiguadores en buen estado Sí ____ No ____

Sistema de corte transversal trabaja bien Sí ____ No ____

Comentarios _____

9. Proceso de mantenimiento área de corte circulares

9.1 Retirar la guarda de seguridad y revisar que las cuchillas circulares no presenten daños (fracturas, que cumpla con el tamaño mínimo y que tenga buen filo)

Comentarios _____

9.2 Revisar que las cuchillas de corte se encuentren alineadas en las ranuras de los soportes, en caso de no estarlo aflojar el tornillo y realizar la alineación, al final apretar el tornillo para evitar que se mueva, verificar que la tornillería esté completa.

Comentarios _____

9.3 Revisar el estado de las guías donde entra las circulares y que estén en buen estado.

Comentarios _____

9.4 Verificar que el eje y rodamientos este en buen estado, trabajando correctamente y no

tenga anomalías.

Cuchillas en buen estado y alineadas Sí ____ No ____

Amortiguadores en buen estado Sí ____ No ____

Sistema de corte transversal trabaja bien Sí ____ No ____

Comentarios _____

10. Realice limpieza a los tableros eléctrico

10.1 En tableros eléctricos revisar lo siguiente:

- Que los tableros se encuentren ordenados, cables dentro de las canaletas y elementos de control que no se encuentren sueltos deben de encontrarse sujetos a canaleta o estructura del tablero.
- El tablero debe de encontrarse limpio, no debe haber objetos extraños como guantes, herramienta, refacciones etc., además no debe estar con agua, aceite etc.
- Los empaques de las puertas deben de estar en buen estado.
- Las puertas deben cerrar correctamente, no se permite que queden abiertas sus seguros deben de funcionar correctamente y sus bisagras deben encontrarse en buen estado.
- No debe tener perforaciones sin uso, si existen estas deben de ser cubiertas con tapones plásticos, esto para evitar que se contamine el tablero con agua o producto.
- No debe contar con cables, contactores, controles etc. que ya no se utilicen, cualquier desviación que se detecte debe corregirse, en caso de no contar con el material para la corrección realizar anotaciones en observaciones para programar su reparación

¿Realizo limpieza a tableros eléctricos principal? Sí ____ No ____

Comentarios _____

DETECTOR DE LA LINEA R240

1. Verificar estructura y ruidos extraños en el arranque del equipo
2. Engrase general (grasa alimenticia Quinplex 4024)
3. Revisión y limpieza paneles eléctricos (resocar líneas)
4. Revisión de partes mecánicas (muñoneras, ejes, banda etc.)
5. Verifique que la máquina quede trabajando correctamente después del preventivo.

Observaciones

Fecha de Realización		Entrada de Herramientas	
Hora de Inicio		Salida de Herramientas	
Hora Final		Repuestos Utilizados	

Técnicos: _____

Supervisor: _____

Liberación de equipo: _____

3.1.3. Empacadora 440

Mantenimiento Preventivo Quincenal
Revisión General: Empacadora 440

Fecha de programación:

Hora programada:

1. Verificaciones iniciales

1.1 Antes de intervenir la máquina se debe probar el ciclo de la misma, con la finalidad de asegurar que la máquina se encuentra operativa y trabajando en correcto funcionamiento.

¿La máquina se encuentra funcionando correctamente?: Sí _____ No _____

Comentarios _____

1.2 Des-energizar el equipo en el tablero principal del equipo y bloquear las distintas energías de la máquina.

2. Revisión del sistema de frenado porta-film fondo

2.1. Realizar limpieza del disco de frenado de portafilm

2.2. Revisar el estado del rodillo del portafilm.



2.3. Revisar además que el rodillo tensor del film fondo funcione adecuadamente, revisar su guía y que el rodillo se encuentre sujeto con su seguro


Comentarios _____

3. Sistema de Corte Transversal

3.1 Revisión de cilindros neumáticos. Para saber si un pistón está en buenas condiciones, se introduce aire por uno de los extremos y se quita la manguera del otro extremo; si sale aire por el otro extremo, indica que el embolo está dañado; se tiene que hacer la comprobación en los dos sentidos ya que puede resultar que estén bien en un sentido y fallar en el otro sentido. Si al hacer la prueba el pistón se by-pasea en cualquiera de los dos sentidos, el pistón debe ser cambiado o reparado, también revise que al suministrarle presión neumática en tapa donde sale el vástago debe revisar que no salga aire por el retén de la flecha, si existe realice la reparación o cambie el pistón.

 Pistón # 1 Bien ____ Mal ____  Pistón # 2 Bien ____ Mal ____

 Pistón # 3 Bien ____ Mal ____  Pistón # 4 Bien ____ Mal ____

 Si se identificaron cilindros con desviaciones detallar sobre las mismas:

3.2 Revisar estructura en general, tornillería y partes completas, eliminar cualquier vibración anormal.

Comentarios _____

4. Sistema de Cadenas de Tracción (Lubricación)

4.1. Revisar que la unidad de lubricación de la cadena de broches tenga aceite (Sap 21370361**MX), en caso de faltarle agregar, lleva aceite mineral o chain lube.

4.2. Revisar que los cepillos estén bien centrados, recordar que los broches no deben ser lubricados, revisar que giren libremente.

Sistema de lubricación funcionando correctamente Sí ____ No ____

Comentarios _____

5. Revisar el sistema de frenado porta-film frente

5.1. Realizar limpieza del disco de frenado del portafilm.

5.2. Liberar el rodillo del portafilm, para ello el sensor de proximidad de frenado no debe detectar, enseguida girar el portafilm y hacer que el sensor detecte, el rodillo deberá de frenarse inmediatamente, cualquier desviación que se detecte debe ser corregida.

Freno del portafilm frente funcionando correctamente Sí ____ No ____

Comentarios _____

6.Revisar la lubricación en unidad de mantenimiento

6.1 Revisar primeramente que la unidad de mantenimiento se encuentre en buen estado, que no presente fugas de aire y que se encuentre bien sujeta al equipo.

Comentarios _____

6.2 Revisar que el vaso receptor de condensados que se localiza bajo la unidad de mantenimiento se encuentre libre de líquido, si contiene líquido desecharlo en el tanque de aceite usado, si el vaso que es plástico se encuentra sucio revisar con higiene para que realice la limpieza si está manchado realizar su cambio, no olvidar revisar que su etiqueta de seguridad este en buen estado, cambiar en caso de encontrar daño.

7. Realizar limpieza de planchas de formado y tome el valor de las resistencias de la plancha.

7.1. Retirar la plancha superior y revisar que no se encuentre dañado el teflón, además retirar todo objeto extraño (film, pasta etc), para ello utilizar la espátula de teflón, no utilizar elementos metálicos como navaja o desarmador porque puede dañar el teflón de la plancha, realizar lo mismo con la plancha inferior.

¿Realizó limpieza de las planchas Sí ____ No ____

Teflón en buen estado Sí ____ No ____

Comentarios / Valores de las resistencias

8. Realice limpieza de planchas de sellado y tome el valor de las resistencias de la plancha.

8.1. Retirar la plancha superior y revisar que no se encuentre dañado el teflón, además retirar todo objeto extraño (film, pasta etc), para ello utilizar la espátula de teflón, no utilizar elementos metálicos como navaja o desarmador porque puede dañar el teflón de la plancha, realizarlo mismo con la plancha inferior.

¿Realizó limpieza de las planchas? Sí ____ No ____

Teflón en buen estado Sí ____ No ____

Comentarios / Valores de las resistencias

9. Banda de salida pequeña (La de 3 rodillos)

- Revisar el estado de los Piñones nylon. _____
- Revisar desgaste de los rodillos _____
- Tiene las fajas en buen estado _____
- La estructura y los dispositivos de la banda de salida están bien

- Rodamientos _____
- Tornillos _____
- Banda interna _____
- ¿Se encontró algún desgaste en estructura? _____
- Banda de salida trabaja bien Sí ____ No ____

Cambiar lo que se encuentre con desviaciones de los puntos anteriores.

- Verificación del motor de la banda

VOLTAJES			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)			
Delantero	Trasero		

CONSUMOS (Amperios)			
Consumo Nominal	L1	L2	L3
Temperatura del Motor (Utilice Pistola Láser)			
Tapa delantera	_____ °C		
Tapa Trasera	_____ °C		
Estator	_____ °C		

10. Banda de salida (Grande 2 rodillos)

- Revisar el estado del Bushing. _____
- ¿Tienen desgaste los rodillos? _____
- ¿Tiene la faja en buen estado? _____
- La estructura y los dispositivos de la banda de salida están bien

- Rodamientos _____
- Tornillos _____
- ¿Encontró algún desgaste? _____
- Banda de salida trabaja bien Sí ____ No ____

Cambiar lo que se encuentre con desviaciones de los puntos anteriores.

- Verificación del motor de la banda

VOLTAJES			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)			
Delantero	Trasero		

CONSUMOS (Amperios)			
Consumo Nominal	L1	L2	L3
Temperatura del Motor (Utilice Pistola Láser)			
Tapa delantera	_____ °C		
Tapa Trasera	_____ °C		
Estator	_____ °C		

11. Revisión de bomba de vacío (realiza o no realiza)

Revisar mangueras de vacío al dado de formado y sellado. Revisar que todas las mangueras de vacío se encuentren en buen estado, revisar lo siguiente y corregir cualquier desviación que encuentre

- Manguera no colapsada _____
- Manguera no agrietada o perforada _____
- Manguera libre de rozamiento y con sus soportes _____
- Manguera no debe estar sucia _____
- Manguera con sus abrazaderas de sujeción _____
- Limpieza de filtro de succión _____
- Observar estado de filtro de aire _____
- Cambiar aceite r530 Busch _____
- Abanico de enfriamiento trabaja correctamente _____
- Cuanto vacío que haciendo _____

Cambiar lo que sea necesario de los puntos anteriores.

- Verificación del motor de la bomba de vacío del sellado:

VOLTAJES			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)			
Delantero	Trasero		

CONSUMOS (Amperios)			
Consumo Nominal	L1	L2	L3
Temperatura del Motor (Utilice Pistola Láser)			
Tapa delantera	_____ °C		
Tapa Trasera	_____ °C		
Estatore	_____ °C		

- Verificación del motor de la bomba de vacío del formado:

VOLTAJES			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)			
Delantero	Trasero		

CONSUMOS (Amperios)			
Consumo Nominal	L1	L2	L3
Temperatura del Motor (Utilice Pistola Láser)			
Tapa delantera	_____ °C		
Tapa Trasera	_____ °C		
Estator	_____ °C		

- Verificación del motor del Booster para sistema de vacío:

VOLTAJES			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)			
Delantero	Trasero		

CONSUMOS (Amperios)			
Consumo Nominal	L1	L2	L3
Temperatura del Motor (Utilice Pistola Láser)			
Tapa delantera	_____ °C		
Tapa Trasera	_____ °C		
Estator	_____ °C		

- Verifique que la máquina quede trabajando correctamente después del preventivo.

12. Limpieza del equipo al terminar los trabajos de mantenimiento:

12.1.-Es muy importante que, al terminar los trabajos de mantenimiento, la máquina y sus alrededores (arriba, a los lados y abajo) queden limpios, para ello se deberá hacer lo siguiente:

- En la máquina: No dejar tornillería suelta, floja o faltante, recoger lubricantes, sanitas, repuestos, herramienta de trabajo, aceite, grasa, basura rebabas
- Área circundante de la máquina: No dejar tornillería suelta, floja o faltante, recoger lubricantes, sanitas, repuestos, herramienta de trabajo, aceite, grasa, basura, rebabas.
- Colocar etiqueta de equipo sucio

¿Realizo limpieza? Sí _____ No _____

Comentarios _____

DETECTOR DE METALES DE LA LINEA 440

1. Verificar estructura y ruidos extraños en el arranque del equipo
2. Engrase general (grasa alimenticia Quinplex 4024)
3. Revisión y limpieza paneles eléctricos (resocar líneas)
4. Revisión de partes mecánicas (muñoneras, ejes, banda etc.)
5. Verificar que la máquina quede trabajando correctamente después del mantenimiento preventivo.

Observaciones:

Fecha de Realización		Entada de Herramientas	
Hora de Inicio		Salida de Herramientas	
Hora Final		Repuestos Utilizados	

Técnicos: _____

Supervisor: _____

Liberación de equipo: _____

3.1.4. Empacadora R245

Mantenimiento Preventivo Semanal
Revisión General: Empacadora R245

Fecha de programación

Hora programada:

Nota: Al realizar este mantenimiento preventivo es importante asegurarse de bloquear y etiquetar cada fuente de energía según corresponda y conforme sea necesario según cada etapa de la hoja de ruta.

Verificar paros de emergencia:

Ubicación	Bueno	Malo	Observaciones
Entrada			
Salida			
Panel			

1. Reunión previa con personal de producción

Para el Mantenimiento Preventivo que se va a realizar es necesario conversar con el operador o supervisor de producción para conocer las desviaciones que trae el equipo.

¿Se realizó la conversación con el operador o supervisor de producción? Sí _____ No _____

¿Cuáles desviaciones te reportaron? Priorizar 3.

A. _____

B. _____

C. _____

¿Cuántas se reportaron? _____ ¿Cuántas se corrigieron? _____

¿Las que quedaron pendientes cuáles fueron las causas y cuándo se van a corregir?

2. Verificación de funcionamiento

Antes de Intervenir la máquina se deberá probar el ciclo de la misma, con la finalidad de asegurar

que se encuentra operativa y trabajando en correcto funcionamiento.

¿La máquina se encuentra funcionando correctamente? Sí _____ No _____

Comentarios: _____

3. Sistemas de Vacío

3.1 Sellado

	Bien/Mal		Bien/Mal
① Manguera no colapsada		⑥ Manguera no agrietada o perforada	
② Manguera libre de rozamiento y con sus soportes		⑦ Manguera debe estar limpia y no rozar el suelo	
③ Manguera con sus abrazaderas de sujeción		⑧ Limpieza de filtro de succión	
④ Observar estado de filtro de aire		⑨ Cambiar aceite R530 si amerita	
⑤ Abanico de enfriamiento trabaja correctamente		⑩ Cuanto vacío queda haciendo	

Verificar el motor de la bomba de vacío de sellado:

VOLTAJES			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)			
Delantero	Trasero		

CONSUMOS (Amperios)			
Consumo Nominal	L1	L2	L3
Temperatura del Motor (Utilice Pistola Láser)			
Tapa delantera	_____ °C		
Tapa Trasera	_____ °C		
Estator	_____ °C		

3.2 Formado

	Bien/Mal		Bien/Mal
① Manguera no colapsada		⑥ Manguera no agrietada o perforada	
② Manguera libre de rozamiento y con sus soportes		⑦ Manguera debe estar limpia y no rozar el suelo	
③ Manguera con sus abrazaderas de sujeción		⑧ Limpieza de filtro de succión	
④ Observar estado de filtro de aire		⑨ Cambiar aceite R530 si amerita	
⑤ Abanico de enfriamiento trabaja correctamente		⑩ Cuanto vacío queda haciendo	

Verificar el motor de la bomba de vacío de formado:

VOLTAJES			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)			
Delantero	Trasero		

CONSUMOS (Amperios)			
Consumo Nominal	L1	L2	L3
Temperatura del Motor (Utilice Pistola Láser)			
Tapa delantera	_____ °C		
Tapa Trasera	_____ °C		
Estator	_____ °C		

Verificar el motor del Booster:

VOLTAJES			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)			
Delantero	Trasero		

CONSUMOS (Amperios)			
Consumo Nominal	L1	L2	L3
Temperatura del Motor (Utilice Pistola Láser)			
Tapa delantera	_____ °C		
Tapa Trasera	_____ °C		
Estator	_____ °C		

4. Mantenimiento área de formado

Revisar toda la tornillería de la sección de formado y del área de carga de producto.

¿Se revisó tornillería? Sí _____ No _____

¿Hubo necesidad de recuperar algún faltante? Sí _____ No _____

Comentarios

4.1 Engrasar sistema de formado y ver si tiene desgastes (grasa almaplex)

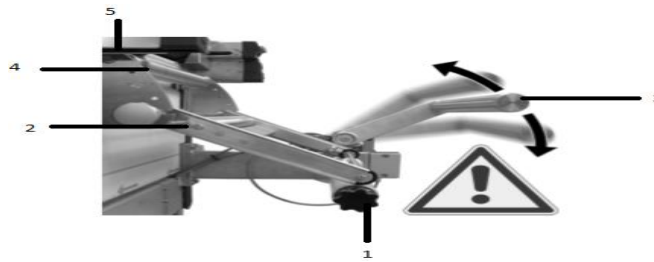
¿Se realizó la lubricación del equipo? Sí _____ No _____

4.2 Verificar que todas las mangueras y punto de engrase estén completas

¿Se realizó la lubricación del equipo? Sí _____ No _____

4.3 Revisar que los rodillos de la máquina los cuales se especifican a continuación giren libremente:

Rodillos de film fondo



Rodillo / Estado	Bien(X)	Mal (X)	Acción Tomada
① Portafilm fondo			
② Rodillo guía			
③ Rodillo danzarín			
④ Rodillo guía			
⑤ Rodillo guía			

Nota: cualquier desviación corregirla de inmediato.

4.4 Realizar la limpieza de plancha de precalentado utilice espátula de baquelita para retirar la suciedad y estado de o-ring.

Confirmar si realizó limpieza Sí ____ No ____

4.5 Anotar el valor de las resistencias en ohms de plancha de formado siendo las lecturas a obtener las siguientes:

Plancha de formado _____ Ω

La resistencia no debe de variar entre un valor de +/- 0.5 Ω entre las diferentes líneas del conector, realice sus comentarios:

4.6 Revisión y limpieza de los conectores de las clavijas de la plancha de precalentado, para ello utilice dieléctrico y aire comprimido, además revisar que no estén sulfatadas o carbonizadas de estarlo realizar el cambio.

Clavijas en buen estado Sí ____ No ____

Comentarios

4.7 Comprobar que el pistón neumático de uniformador esté en buenas condiciones

Comentarios

4.8 Revisar que el pistón neumático cuente con toda su tornillería y se encuentren bien sujetos a su estructura, cualquier desviación que se detecte se debe corregir de inmediato.

Comentarios

4.9 Realizar verificación y limpieza del sistema de electroválvulas y caja de conexiones.

Comentarios

4.10 Revisión del Block de Formado mecánico

- Estado del mismo block (estructura, tornillería)

- Cambio de O-ring dañados

- Verificar que esté trabajando correctamente

- Revisar si hay repuestos para futuros cambios

4.11 R Revisión del Block de Formado Eléctrico

- Estado del mismo block

- Revisión de válvulas y limpieza profunda

- Revisar que trabajen correctamente
- Revisar si hay repuestos para futuros cambios

5. Mantenimiento área de sellado

Revisar toda la tornillería de la sección de sellado

¿Se revisó tornillería? Sí _____ No _____

¿Hubo necesidad de recuperar algún faltante? Sí _____ No _____

Comentarios

5.1 Engrasar sistema de formado y ver si tiene desgastes (grasa almaplex)

¿Se realizó la lubricación del equipo? Sí _____ No _____

5.2 Verificar que todas las mangueras y punto de engrase estén completas

¿Las mangueras y puntos de engrase están completas? Sí _____ No _____

5.3 Revisar que los rodillos de la máquina los cuales se especifican a continuación giren libremente:

Rodillos de film tapa

Rodillo / Estado	Bien(X)	Mal (X)	Acción Tomada
① Portafilm tapa			
② Rodillo guía			
③ Rodillo danzarín			
④ Rodillo guía			
⑤ Rodillo guía			

Nota: cualquier desviación se debe corregir de inmediato.

5.4 Realizar la limpieza de plancha de precalentado utilice espátula de baquelita para retirar

la suciedad y estado de o-ring.

Confirmar si realizó limpieza Sí ____ No ____

5.5 Anote el valor de las resistencias en ohms de plancha de formado siendo las lecturas a obtener las siguientes:

Plancha de formado _____ Ω

La resistencia no debe de variar entre un valor de +/- 1.0 Ω entre las diferentes líneas del conector, realice sus comentarios:

5.6 Revisión y limpieza de los conectores de las clavijas de la plancha de precalentado, para ello utilizar dieléctrico y aire comprimido, además revisar que no estén sulfatadas o carbonizadas de estarlo realizar el cambio.

Clavijas en buen estado: Sí ____ No ____

Comentarios

5.7 Comprobar que el pistón neumático de uniformador esté en buenas condiciones

Comentarios

5.8 Revisar que el pistón neumático cuente con toda su tornillería y se encuentren bien sujetos a su estructura, cualquier desviación que se detecte se debe corregir de inmediato.

Comentarios

5.9 Realizar desarme del block de sellado mecánico

- Estado del mismo block (estructura, tornillería)

- Cambio de O-ring dañados

- Que trabajando correctamente

- Revisar si hay repuestos para futuros cambios

5.10 Realizar revisión y lubricación de válvula negra

5.11 Revisión del Block de sellado eléctrico

- Estado del mismo block

- Revisión de válvulas y limpieza profunda

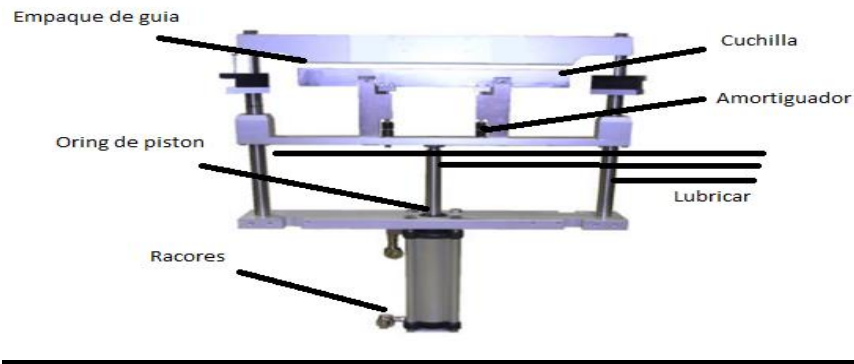
- Revisar que trabajen correctamente

- Revisar si hay repuestos para futuros cambios

7. Banda de salida

Estado	Bien	Mal	Acción Tomada / Observaciones
① Rodillos			
② Tiene los prisioneros			
③ Superficie de la Banda			
④ Muñoneras			
⑤ Tornillería			
⑥ Piñones y eje			
⑦ Encontró algún desgaste			
⑧ Funcionamiento de la banda			

8. Sistema de Corte Transversal



8.1 Revise el estado físico de las cuchillas:

Partes	Estado		Observaciones
	Bueno	Malo	
Cuchillas (filo)			
Guía de Corte			
Empaque de corte			
Amortiguadores.			
Fugas de Aire			
Tornillería completa	Si ()	No ()	

8.2 Revisar que las cuchillas de corte se encuentren alineadas en las ranuras de los soportes

8.3 Revisar y limpiar las guías donde entra las transversales y que estén en buen estado

8.4 Revisar que la contratuerca del pistón se encuentre apretada

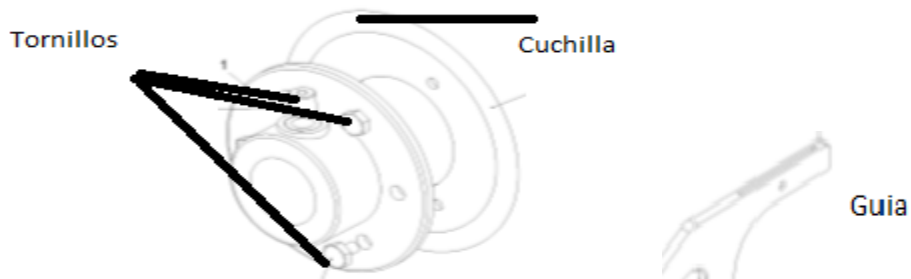
8.5 Revisar que los pistones de corte no presenten fuga de aire, tanto de los puertos de

entrada como del retén del vástago.

8.6 verificar que los pistones de corte estén trabajando correctamente y no tenga anomalías y lubricarlos (chain lube).

Hallazgos: _____

9. Sistema de Corte Longitudinal (Circulares)



9.1 Verificación

Estado			Observaciones				
Partes	Bueno	Malo					
Cuchillas (filo)							
Guía de Corte							
Resorte de acople							
Alineadas	Si ()	No ()					
Tornillería completa	Si ()	No ()					

9.2 Revise que las cuchillas de corte se encuentren alineadas en las guías sin tocar parte de la guía

10. Realice limpieza a los tableros eléctrico

10.1 En tableros eléctricos usted debe revisar lo siguiente:

- Que los tableros se encuentren ordenados, cables dentro de las canaletas y elementos de control que no se encuentren sueltos deben de encontrarse sujetos a canaleta o estructura del tablero.
- El tablero debe de encontrarse limpio, no debe de haber objetos extraños como guantes, herramienta, refacciones etc., además no debe estar con agua, aceite etc.
- Los empaques de las puertas deben de estar en buen estado
- Las puertas deben cerrar correctamente, no se permite que queden abiertas sus seguros deben de funcionar correctamente y sus bisagras deben encontrarse en buen estado
- No debe de tener perforaciones sin uso, si existen estas deben de ser cubiertas con tapones plásticos, esto para evitar que se contamine el tablero con agua o producto.
- No debe contar con cables, contactores, controles etc. que ya no se utilicen, cualquier desviación que se detecte debe corregirse, en caso de no contar con el material para la corrección realizar anotaciones en observaciones para programar su reparación

¿Realizó limpieza a tableros eléctricos?

Formado Sí ____ No ____

Sellado Sí ____ No ____

Corte transversal Sí ____ No ____

Observaciones

DETECTOR DE LA LINEA R245

1. Verificar estructura y ruidos extraños en el arranque del equipo
2. Engrase general (grasa alimenticia Quinplex 4024)
3. Revisión y limpieza paneles eléctricos (resocar líneas)
4. Revisión de partes mecánicas (muñoneras, ejes, banda etc.)
5. Verificar que la máquina quede trabajando correctamente después del mantenimiento preventivo.

Observaciones:

Fecha de Realización		Entrada de Herramientas	
Hora de Inicio		Salida de Herramientas	
Hora Final		Repuestos Utilizados	

Técnicos: _____

Supervisor: _____

Liberación de equipo: _____

3.1.5. Rebanadora 2

Mantenimiento Preventivo Semanal
Revisión General: Rebanadora 2

Fecha de programación

Hora programada:

1. Verificar los sistemas de seguridad (Paro de emergencias y sensores de compuertas)

2. Verificar si en el arranque de la máquina, hay ruidos extraños.

3. Engrase y limpieza en el carro de avance. Grasa (QUIMPLEX 4024)

4. Estado de la faja de transmisión de carro de avance

5. Engrase rodamiento de porta cuchilla (Usar grasa Pd2-2)

6. Verificación de la correcta existencia de la tornillería

7. Verificar que la banda azul transportadora de producto está limpia y en buen estado.

8. Verificar que la faja dentada de arrastre de rodillos ajustada y en buen estado

9. Verificar el estado de la faja de transmisión de banda de salida

10. Verificar que el rodillo de entrada, medio y de salida giran suavemente

11. Verificar la usencia de óxido en los extremos de cada rodillo, si lo hubiera cambiar cuanto antes

12. Revisar el estado de los gripers.

- Pistones _____
- Uñas _____
- Bushing _____
- Tornillería _____
- Mangueras y racores _____

13. Verificación del estado de la caja de engranajes por medio de inspección con estetoscopio.

¿Se escuchan desviaciones en el sistema de engranajes? Sí _____ No _____

14. Limpieza interna de panel y maquina

15. Verificar que la máquina queda trabajando correctamente después del preventivo.

OBSERVACIONES:

Fecha de Realización		Entada de Herramientas	
Hora de Inicio		Salida de Herramientas	
Hora Final		Repuestos Utilizados	

Técnicos: _____

Supervisor: _____

Liberación de equipo: _____

3.1.6. Selladora Campana

Mantenimiento Preventivo Semanal
Revisión General: Selladora Campana Multivac

Fecha de programación:

Hora programada:

1. Verificar estructura y ruidos extraños en el arranque de la máquina.

2. Revisión de bomba de vacío. (Nivel de aceite R 530 BUSCH, filtro y mangueras)

3. Revisión abanico de enfriamiento de bomba de vacío este trabajando bien

4. Revisión sistema eléctrico de sellado, panel del operador y limpiar.

5. Limpieza de panel principal de potencia y control

6. Revisión estado del teflón cambiar si es necesario.

7. Verificar el motor de tracción

VOLTAJES			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)			
Delantero	Trasero		

CONSUMOS (Amperios)			
Consumo Nominal	L1	L2	L3
Temperatura del Motor			
(Utilice Pistola Láser)			
Tapa delantera	_____ °C		
Tapa Trasera	_____ °C		
Estator	_____ °C		

8. Verificar que la máquina quede trabajando correctamente después del mantenimiento preventivo.

DETECTOR DE LA LINEA CAMPANA

1. Verificar estructura y ruidos extraños en el arranque del equipo
2. Engrase general (grasa alimenticia Quinplex 4024)
3. Revisión y limpieza paneles eléctricos (resocar líneas)
4. Revisión de partes mecánicas (muñoneras, ejes, banda etc.)
5. Verificar que la máquina quede trabajando correctamente después del mantenimiento preventivo.

Observaciones:

Fecha de Realización		Entrada de Herramientas	
Hora de Inicio		Salida de Herramientas	
Hora Final		Repuestos Utilizados	

Técnicos: _____

Supervisor: _____

Liberación de equipo: _____

3.1.7. UniSlacer 440

Mantenimiento Preventivo Semanal
Revisión General: Rebanadora UniSlacer 440

Fecha de programación:

Hora programada:

1 Verificar que los sistemas de seguridad estén en buen estado

2 Verificar si en el arranque de la máquina, hay ruidos extraños o vibraciones anormales

3 Revisar estado de sensores y que estén trabajando correctamente cambiar si lo amerita

4 Revisar el estado de los griper.

- Pistones _____
- Uñas _____
- Bushing _____
- Tornillería _____

5. Revisar los rodamientos de la banda de salida de producto que estén en buen estado y que no tenga vibraciones extrañas Cambiar si es necesario

6. Engrase y limpieza en el carro de avance. Grasa alimenticia Quinplex 4024). Verificar que no queden excesos de grasa

7. Engrase rodamiento de la porta cuchilla (Usar grasa Pd2).

8. Verificar la correcta existencia de la tornillería y si falta completar la misma. Evitar entregar el equipo con faltantes

9. Verificar que las bandas transportadoras de producto estén limpias y en buen estado

10. Revisar estado de los rodamientos de banda de salida, cambiar si lo amerita.

11. Engrase general de la banda (Usar grasa H1 quinplex 4024).

12. Limpieza de los paneles

Panel del operador

Panel principal

13. Verificación del motor principal

VOLTAJES				CONSUMOS (Amperios)			
V Nominal	L1 - L2	L1 - L3	L2 - L3	Consumo Nominal	L1	L2	L3
Estado de los rodamientos (Utilice estetoscopio)				Temperatura del Motor (Utilice Pistola Láser)			
Delantero		Trasero					
				Tapa delantera	_____ °C		
				Tapa Trasera	_____ °C		
				Estator	_____ °C		

14. Verificar que la máquina quede trabajando correctamente después del preventivo.

Observaciones:

Fecha de Realización		Entada de Herramientas	
Hora de Inicio		Salida de Herramientas	
Hora Final		Repuestos Utilizados	

Técnicos: _____

Supervisor: _____

Liberación de equipo: _____

3.1.8. Webber 1

Mantenimiento Preventivo Semanal
Revisión General: Webber 1

Fecha de programación:

Hora programada:

1. Verificar los sistemas de seguridad este en buen estado

2. Verificar si en el arranque de la máquina, hay ruidos extraños o vibraciones anormales.

3. Revisar estado de sensores y que estén trabajando correctamente cambiar si lo amerita

4. Revisar el estado de los griper.

- Pistones _____
- Uñas _____
- Bushing _____
- Tornillería _____

5. Revisar los rodamientos de la banda de salida de producto que estén en buen estado y que no tenga vibraciones extrañas. Cambiar si es necesario

6. Engrase y limpieza en el carro de avance. Grasa alimenticia Quinplex 4024)

7. Engrase rodamiento de la porta cuchilla. (Usar grasa Pd2).

8. Verificar la correcta existencia de la tornillería y si falta completar de una vez.

9. Verificar que las bandas transportadoras de producto están limpias y en buen estado

10. Revisar estado de los rodamientos de banda de salida, cambiar si lo amerita.

11. Engrase general de la banda (Usar grasa H1 quinplex 4024).

12. Revisión paneles weber #1

Panel principal

Ordenar lo mejor posible el cableado de control y potencia.	Ordenado () Se procede a ordenar ()
Limpieza de residuos y humedad en el piso del Panel	Limpio () Se procede a limpiar ()
Revisar empaques de tapa	Bueno () Malo ()
Revisar posibles orificios de entrada de agua.	
Funcionamiento del Ventilador	Bueno () Malo ()

Observaciones _____

Módulos compuerta del panel

Ventiladores de los módulos de la compuerta del panel	Buenos () Malos ()
Sujeción y orden del cableado de los módulos de compuerta	Bueno () Malo ()

Observaciones _____

Transformador del panel principal

Transformador (230/400) VAC	(L1-L2) V	(L1-L3) V	(L2-L3) V
Medición del primario Transformador			
Medición secundario Transformador			

Observaciones _____

Panel de apilador

Limpieza de residuos, exceso de grasa y humedad dentro del panel	Limpio () Se procede a limpiar ()
Sujeción de cables verdes de motores	Buenos () Malos ()
Estados de las fajas de tracción	Buenos () Malos ()
Empaque del panel	Buenos () Malos ()
Funcionamiento del ventilador	Buenos () Malos ()
Revisar posibles orificios de entrada de agua.	

Observaciones _____

Panel del Balanceador

Ordenar lo mejor posible el cableado de control y potencia.	Ordenado () Se procede a ordenar ()
Limpieza de residuos y humedad en el piso del Panel	Limpio () Se procede a limpiar ()
Revisar empaques de tapa	Bueno () Malo ()
Revisar posibles orificios de entrada de agua.	
Funcionamiento del Ventilador	Bueno () Malo ()

Observaciones _____

Panel de mando (Pantalla)

Ordenar lo mejor posible el cableado	Ordenado () Se procede a ordenar ()
Limpieza de residuos y humedad en el piso del Panel	Limpio () Se procede a limpiar ()
Revisar que los cables no estén retorcidos ni doblados	
Revisar empaques de tapa	Bueno () Malo ()
Revisar posibles orificios de entrada de agua.	
Revisión del tope de giro de la pantalla	Bueno () Malo ()

13. Verificar que la máquina quede trabajando correctamente después del preventivo.

Observaciones:

Fecha de Realización		Entada de Herramientas	
Hora de Inicio		Salida de Herramientas	
Hora Final		Repuestos Utilizados	

Técnicos: _____

Supervisor: _____

Liberación de equipo: _____

**CAPÍTULO VI – CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

6.1 CONCLUSIONES

Después de haber realizado la investigación y elaborado la propuesta acorde a las necesidades detectadas, es factible concluir que:

- Se analizó el proceso de mantenimiento del área de empaque, visualizando las funciones de las máquinas, con las cuáles se detectaron los factores fundamentales para proponer un Plan Preventivo, el cual se considera que es de suma importancia para el funcionamiento adecuado de las máquinas. Se detectó que, en el periodo de septiembre a diciembre 2020, se realizaron 213 horas de paro.
- Se determinaron los productos que elabora la empresa, para incrementar el panorama de productividad según el tipo de maquinaria, por lo que se determinó que la maquinaria debe mantenerse en excelente estado. Las máquinas del área de empaque son en total 8, produciendo 30 tipos de productos diferentes.
- Fue posible describir los procesos que se realizan en el área de Empaque, con el objetivo de relacionarlos con el desempeño que existe actualmente para el uso de la maquinaria. Por medio del análisis correspondiente se determinó que las principales fallas son de origen mecánico, eléctrico, electrónico y neumático.
- Se logró realizar un estudio individual a cada máquina para determinar las medidas específicas que se requieren para la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo adecuado, desarrollado a la medida según el tipo de máquinas. Por lo que se siguió una rutina de trabajo y operación de

4 meses entre septiembre a diciembre 2020, en donde se sacaron los puntos críticos de cada máquina para su revisión, para utilizar dicha información como soporte para el personal técnico.

- Se logró elaborar un Plan de Mantenimiento Preventivo, modelado a las necesidades y características de la maquinaria, de tal manera que la propuesta sirva como base para la implementación permanente del mismo. La misma está conformada por 8 propuestas de Planes de Revisión General, personalizadas con cada máquina del área de empaque.

6.2 RECOMENDACIONES

Con el propósito de buscar la mejora continua en el tema seleccionado se recomienda:

- Se recomienda a Sigma Alimentos de Costa Rica, implementar la propuesta presentada, la cual desarrolla un Plan de Mantenimiento Preventivo para la maquinaria del área de Empaque apegada a las necesidades y características de las máquinas en existencia y adecuada a las especificaciones de cada uno de los productos diseñados que se elaboran con la maquinaria en cuestión
- Se recomienda analizar y evaluar periódicamente el Plan de Mantenimiento Preventivo con el propósito de mejorarlo y adaptarlo al desarrollo y crecimiento de la empresa, que a la vez se relacionen directamente con cada uno de los procesos realizados en el departamento, de tal manera que exista un orden lógico en las actividades y seguimientos de control.
- Se recomienda contratar dos personas en el área de Mantenimiento de Electromecánica que se dediquen exclusivamente al Mantenimiento Preventivo de la maquinaria con el propósito de fomentar e implementar correctamente la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, con personal especializado.
- Se recomienda implementar tanto a mediano como a largo plazo según las necesidades del departamento, la propuesta presentada sobre Mantenimiento Preventivo, además de capacitar periódicamente al personal

de Mantenimiento de Electromecánica, para el desarrollo de sus facultades y capacidades técnicas, y que la planificación se cumpla adecuadamente.

- Se recomienda que las Gerencias de Producción y de Mantenimiento de Sigma Alimentos Costa Rica, trabajen en conjunto en la ejecución del Plan de Mantenimiento Preventivo, con el propósito de desarrollar de manera eficiente las acciones pertinentes.

BIBLIOGRAFÍA

- AEC. (Febrero de 2021). *AEC*. Obtenido de https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento?p_p_id=56_INSTANCE_e0N5&p_p_lifecycle=0&p_p_state=exclusive&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&_56_INSTANCE_e0N5_struts_action=%2Fjournal_content%2Fview&_56_INSTANCE_e0N5_group
- AIEE. (2020). *AIEE*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/conceptos-generales/que-es-ingenieria-industrial/>
- anónimo. (2021). *DMP-SEREP14*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/dmpserep14/que-es-el-ingeniero-industrial>
- Anónimo. (2021). *Introducción al Mantenimiento*. Costa Rica.
- Arbos, R. V. (2005). *Automatización de Procesos*. España: UPC.
- Asfahl, R. (2000). *Seguridad Industrial y salud*. Mexico: Educacion Mexico.
- Atehortua, F. A., & Bustamante, R. (2008). *Sistema de gestión Integral*. España: Universidad de Antioquia.
- Belio, J. L., & saenz, A. (2007). *Claves para gestionar precio, producto y marca*. Madrid España: Especial directivo.
- Betancourt, D. (julio de 2016). Obtenido de El diagrama de pareto que es y como se contruye: <https://ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto/>

Betancourt, D. (julio de 2018). *Que es un diagrama de arbol y como se hace*.

Obtenido de www.ingenioempresa.com/diagrama-de-arbol.

Calloni, J. C. (2007). *Mantenimiento Electrico y Mecanico*. Buenos aire Argentina.

Definición.De. (06 de Abril de 2014). Obtenido de <http://definicion.de/bitacora/>

Fernandez, F. J. (2006). *Mantenimiento Industrial*. Madrid ESPAÑA: Artegraf s.a.

Garcia, A. A. (1998). *Conceptos de organizacion industrial*. España: MARCOMBO S.A.

Gomes, F. S., & Dominguez, C. S. (2003). *Gestion ,direccion y estrategia de producto*. España: ESIC.

Gómez, A. M. (2017). *Técnicas de Mantenimiento Predictivo, Metodologías de Aplicación a las Organizaciones*. Bogotá.

Gutiérrez, L. A. (2013). *Medición Estratégica CMD en el sistema de vapor de una planta química en el departamento del Atlántico*. Medellín: EAFIT.

kotler. (1991). *Direccion de Marketin*. Madrid España: Prentice.

Lean, P. (2014). *progressalean*. Obtenido de <https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>

LLoret, E. M. (2005). *Diseño y Gestion* . España: Edigrafos.

Márquez, V. (2014). *Introducción al Mantenimiento Industrial y Generalidades*.

Molina, C. (2002). *RepositorioTEC*. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/294>

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2013). *Definición de Ingeniería Industrial*. Obtenido de <https://definicion.de/ingenieria-industrial/>

Pesántez, A. (2007). *El Mantenimiento como Fuente de Rentabilidad*. Guayaquil, Ecuador.

Quiminet. (2021). *Empresas de alimentos*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/empresas/empresas-de-alimentos-2736068.htm>

Ramos, J. (2002). *Diagnóstico y Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la Maquinaria y Equipo de la Planta de Lácteos Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1551/1/AGI-2002-T034.pdf>

Renovetec. (Febrero de 2021). *Renovetec*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>

Rodriguez, A. S. (2000). *Fiabilidad, mantenibilidad y efectividad*. España: Edigrafos s.a.

Rossi, F. (enero de 2013). *Mantenimiento Predictivo. El mundo de la Ingeniería Industrial*. <http://rochichan.blogspot.com/2013/01/mantenimiento-predictivo.html>.

Sancho, J. (2014). *RepositorioTEC*. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5816/dise%C3%B1o-plan-mantenimiento-preventivo-tomo1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sancristan, F. R. (2001). *Manual de Mantenimiento integral*. España: Fundacion Confemetal.

Sigma. (2020).

Sigma Alimentos CR. (2021). *Base de Datos de Mantenimiento*. Alajuela.

Sigma Alimentos CR. (2021). *Bitácora registro de fallo de máquinas*. Alajuela.

Ticlavilca, J. (2016). *Diseño de Plan de Mantenimiento Preventivo*. Huancayo, Perú.

Velásquez, R. (2017). *Plan de Mantenimiento Preventivo para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del área Lavadero Salinas de la empresa DELISHELL S.A.C. Chimbote, Perú.*

Vilcherrez, S. (Noviembre de 2009). *Ingeniería de Mantenimiento*. Lima.

ANEXOS

Anexo No. 1 – Fotos

Cortadora VEMAG



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Rebanadora Weber 1 y Empacadora R245



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Selladora de Campana



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Empacadora R240



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.



Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Anexo: 2

Encuesta, respuestas y análisis

Sección I - Productos que brinda

Reconocer los productos que realiza la empresa Sigma Alimentos- Costa Rica

Tabla 32 Pregunta No 1

¿Qué productos se elaboran en Sigma Alimentos, Alajuela?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Lácteos	0	0%
Embutidos	15	100%
Otros	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 36 Gráfico de Resultados pregunta No.1



Fuente: Elaboración propia, 2021

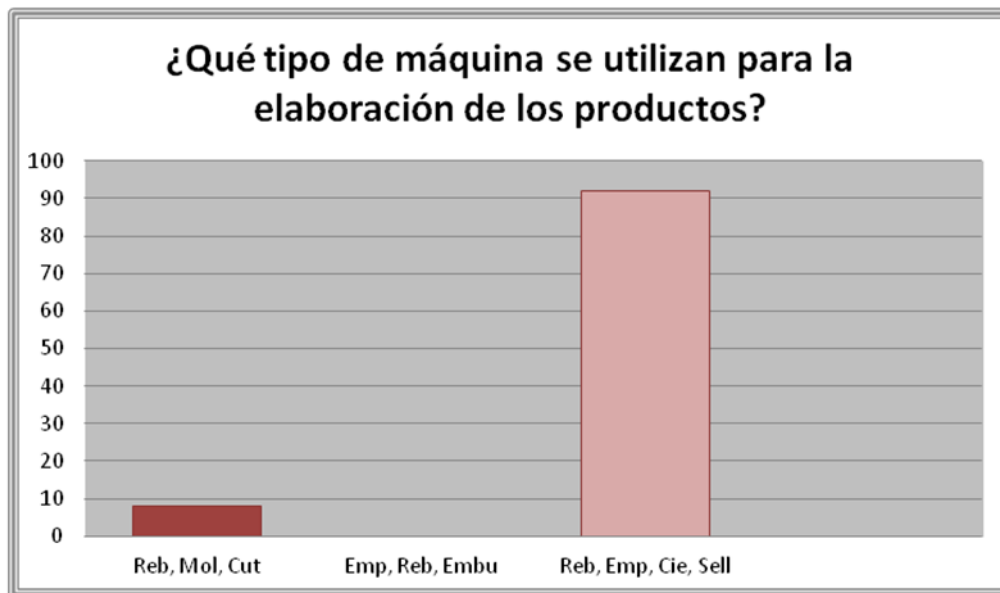
Análisis: Con base a la Figura 36 y Tabla 32, el total de encuestados conocen los productos que se elaboran.

Tabla 33 Pregunta No. 2

¿Qué tipo de máquina se utilizan para la elaboración de los productos?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Rebanadora, Molino y Cúter	1	8%
Empacadora, Rebanadora y Embutidora	0	0%
Rebanadora, Empacadora, Cierra cinta y selladora	14	92%
Total	0	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 37 Gráfico de resultados pregunta No.2



Fuente: Elaboración propia, 2021

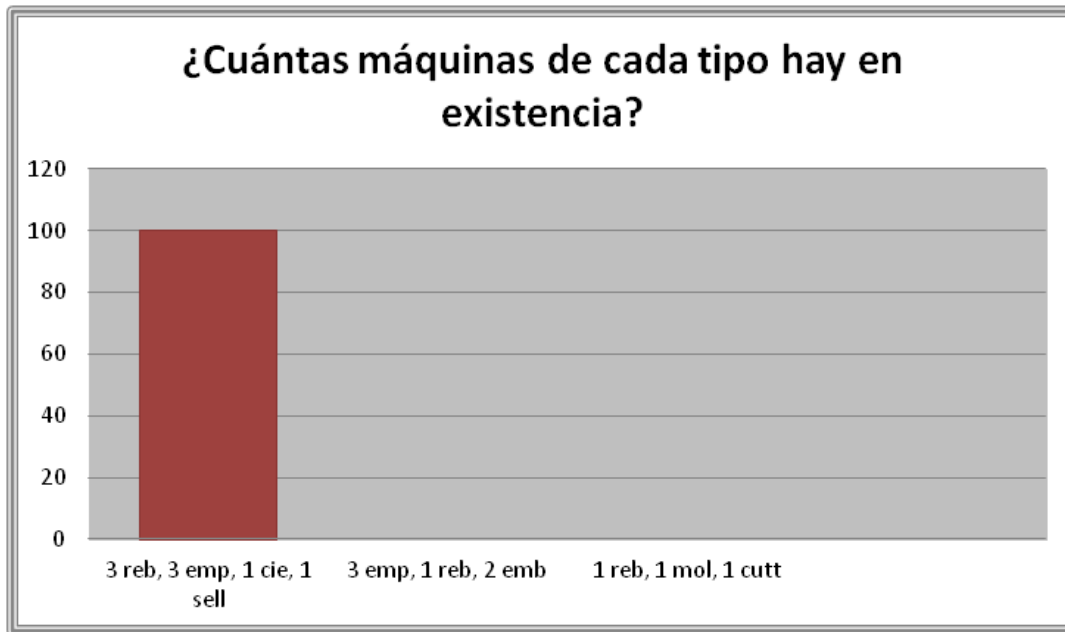
Análisis: Según la Figura 37 y Tabla 33, en un mínimo porcentaje se indica que utilizan máquinas Rebanadoras, Molino y Cúter únicamente, mientras que un 92% indica que se utilizan Rebanadoras, Empacadora, Cierra cinta y Selladora. Es posible notar que hay una pequeña representación de la población encuestada que no conoce plenamente el nombre de todas las máquinas, esto podría deberse a falta de una inducción adecuada, y constante capacitación.

Tabla 34 Pregunta No. 3

¿Cuántas máquinas de cada tipo hay en existencia?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Tres rebañadoras, tres empacadoras, una cierra cinta y una selladora y 3 cortadoras de salchicha	15	100%
Tres empacadoras, tres rebanadoras y dos embutidoras	0	0%
Una rebanadora, un molino y un cúter	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 38 Gráfico de resultados pregunta No.3



Fuente: Elaboración propia, 2021

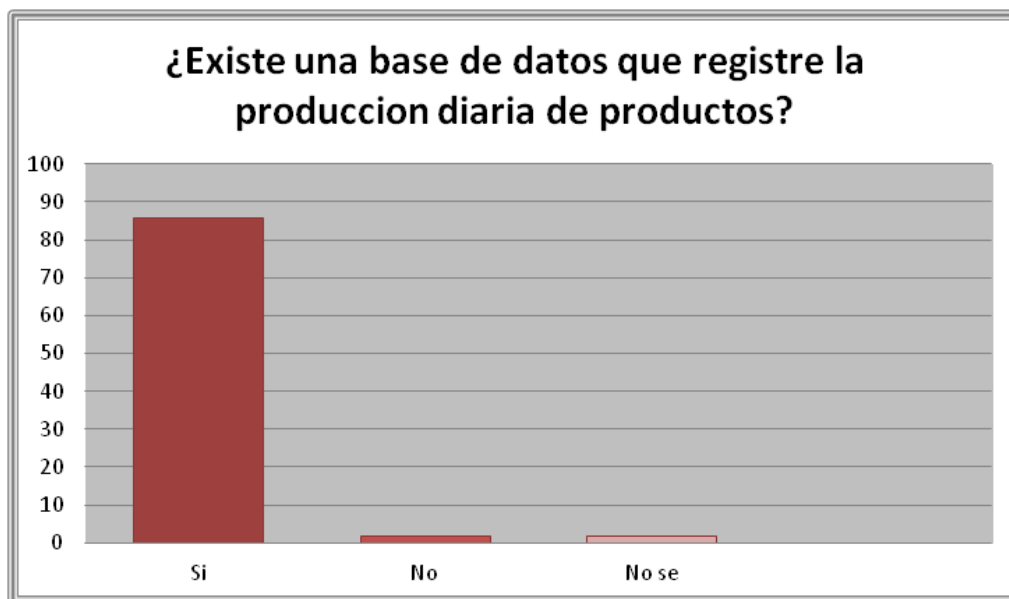
Análisis: Según la Figura 38 y Tabla 34, los resultados indican que la cantidad de máquinas en existencia es de 3 rebanadoras, 3 Empacadoras, 1 Cierre cinta y 1 Selladora. Por lo que se puede observar que la población encuestada en total tiene conocimiento pleno sobre la cantidad de máquinas.

Tabla 35 Pregunta No. 4

¿Existe una base de datos que registre la producción diaria de productos?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	13	96%
No	1	2%
No se	1	2%
Total	15	

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 39 Gráfico de resultados pregunta No.4



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 39 y Tabla 35, las respuestas indican en un 96% que si existe una base de datos que registra la producción diaria. Un 2% indican que no hay, mientras un 2% manifiesta no tener conocimiento al respecto. Se puede observar que no todos tienen conocimiento sobre la

existencia de una base de datos, la cual es muy importante para el tipo de la empresa.

Sección II - Descripción de los procesos

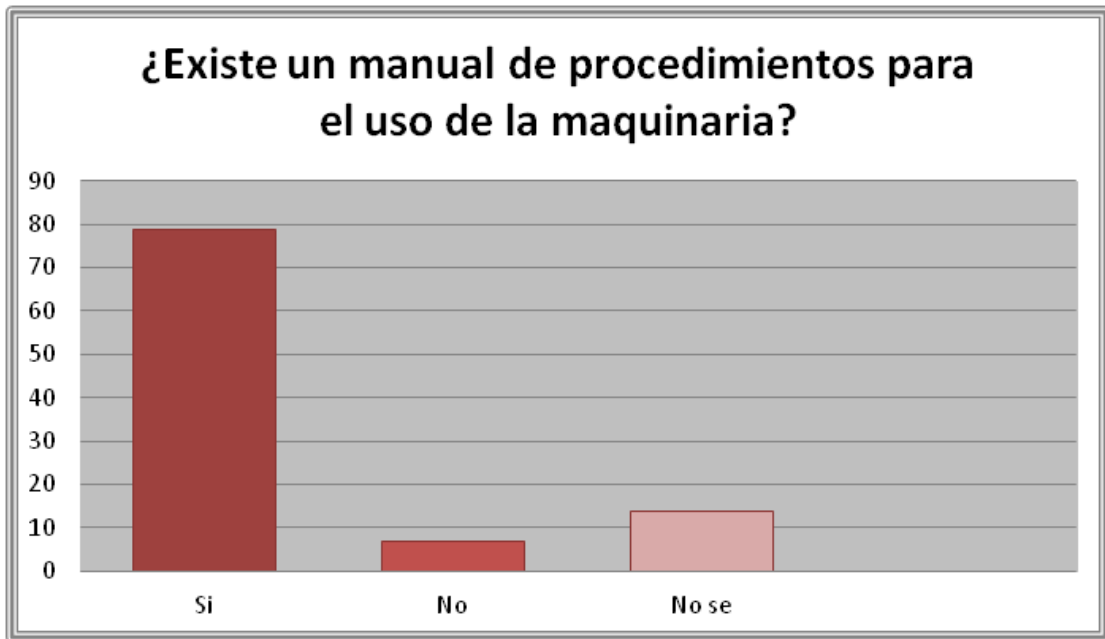
Describir los procesos que se ejecutan en el área de empaque de Sigma Alimentos-Costa Rica.

Tabla 36 Pregunta No. 5

¿Existen un manual de procedimientos para el uso de la maquinaria?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	12	79%
No	1	7%
No se	2	14%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica

Figura 40 Gráfico de resultados pregunta No.5



Fuente: Elaboración propia, 2021

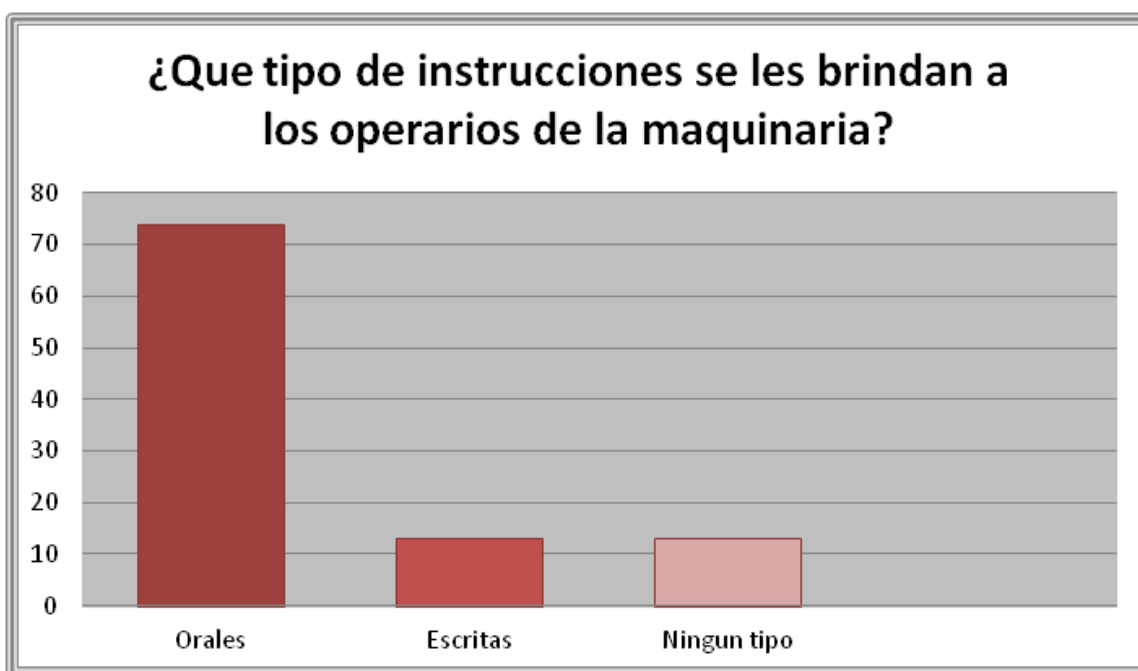
Análisis: Según la Figura 40 y Tabla 36, un 79% de los encuestados indican conocer sobre la existencia de un Manual de Procedimientos para el uso de la maquinaria, sin embargo, un 7% indican totalmente lo contrario, mientras un 14% no saben si existe. Es notable que no todos los operarios conocen o han visto un manual, a raíz de lo cual no todos siguen los pasos estipulados y regulados por la empresa a través del Manual de Procedimientos.

Tabla 37 Pregunta No. 6

¿Qué tipo de instrucciones se les brindan a los operarios de las máquinas?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Orales	11	74%
Escritas	2	13%
De ningún tipo	2	13%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 41 Gráfico de resultados, pregunta No.6



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 41 y Tabla 37, en su mayoría los encuestados manifiestan con un 74% que las instrucciones para los operarios de maquinaria son únicamente orales, un 13% indican que las instrucciones se brindan por escrito, mientras que otro 13% manifiestan no saber, es notable

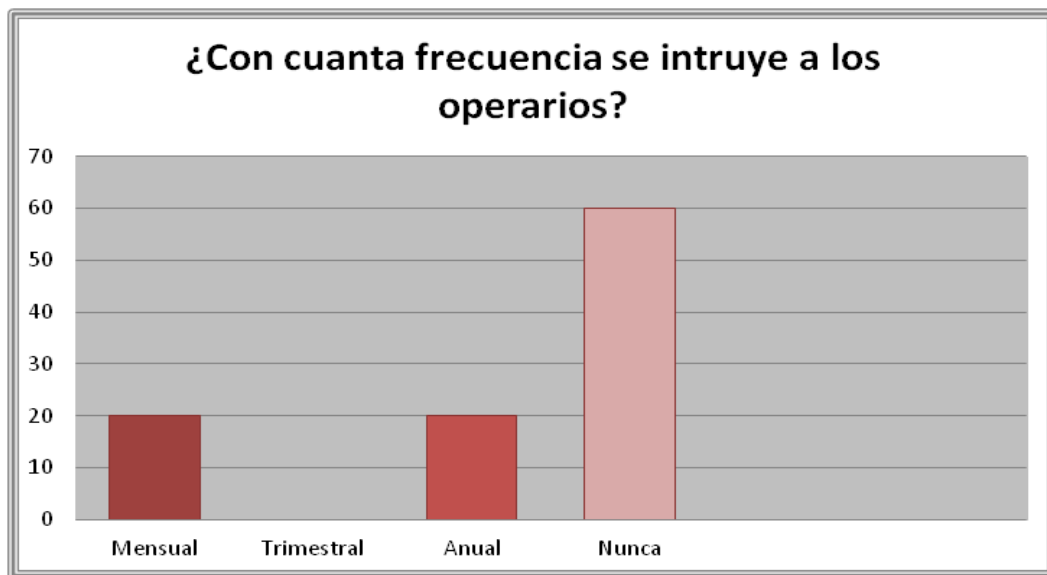
que en cierta medida existe inconsistencia sobre las indicaciones que se brindan a los operarios, siendo un factor de alerta el 13% que manifiesta no recibir instrucciones de ningún tipo, lo cual deja espacio para que los procesos que ellos realizan no cumplan con la calidad y los requerimientos debidos.

Tabla 38 Pregunta No. 7

¿Con cuanta frecuencia se instruye a los operarios?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Mensual	3	20%
Trimestral	0	0%
Anual	3	20%
Nunca	9	60%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 42 Gráfico de resultados, pregunta No.7



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 42 y Tabla 38, el 60% de los operarios encuestados indican que nunca reciben instrucciones, lo cual es alarmante, ya que más del 50% de ellos coinciden, siendo cifras importantes. Un 20% indican que reciben instrucciones mensuales, mientras un 20% indican que las instrucciones son anuales. Los datos reflejados son vitales para la toma de decisiones con respecto a las instrucciones que reciben los operarios. La instrucción a los operarios es básica para respaldar un uso efectivo de la maquinaria, incluso para la misma seguridad de los colaboradores, por lo que esta gráfica denota un factor de alerta importante.

Tabla 39 Pregunta No. 8

¿Se lleva un control de las operaciones realizadas con la máquina?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	12	80%
No	2	12%
No se	1	6%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 43 Gráfico de resultados, pregunta No.8



Fuente: Elaboración propia, 2021

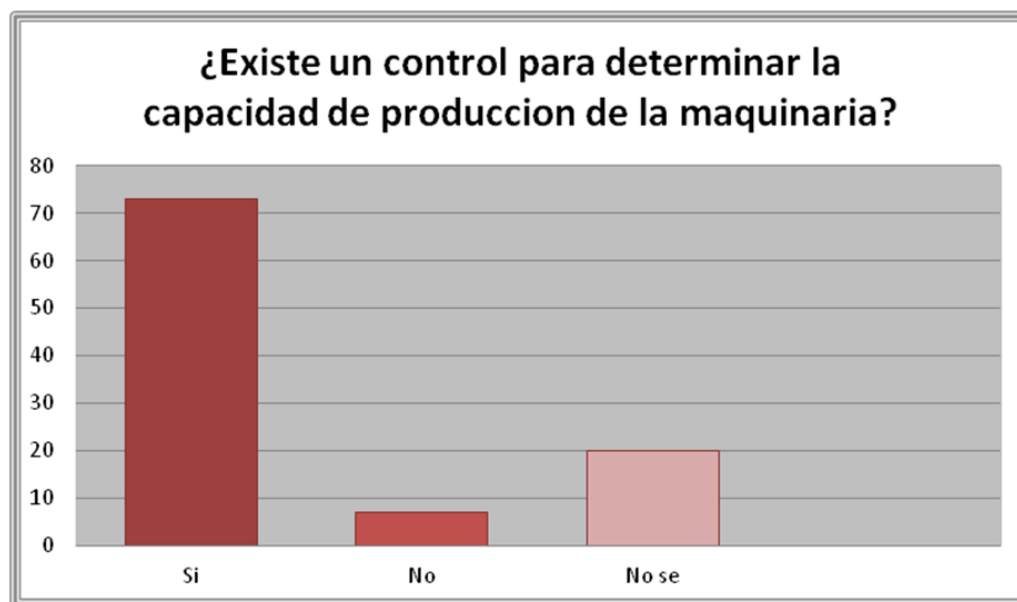
Análisis: Según la Figura 43 y Tabla 39, el 80% de los operarios encuestados, manifiestan que se lleva control de las operaciones realizadas con las máquinas, mientras que 12% indican no lo existe y un 6% no conocen una respuesta concreta. Por lo que es evidente que no se cumple al 100% con uno de los procesos más importantes con relación a la maquinaria.

Tabla 40 Pregunta No. 9

¿Existe un control para determinar la capacidad de producción de las máquinas?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	11	73%
No	1	7%
No se	3	20%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 44 Gráfico de resultados, pregunta No.9



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 44 y Tabla 40, el 73% de los encuestados indican que existe un control para determinar la capacidad de producción de la maquinaria, un 7% indican que no, y un 20% no saben al respecto. Por lo que se concluye que el proceso de determinación de capacidad de

producción se lleva a cabo, sin embargo es importante que el procedimiento se cumpla a cabalidad con la maquinaria, dándolo a conocer al 100% de los operarios.

SECCIÓN III – Aplicación de Análisis Preventivo

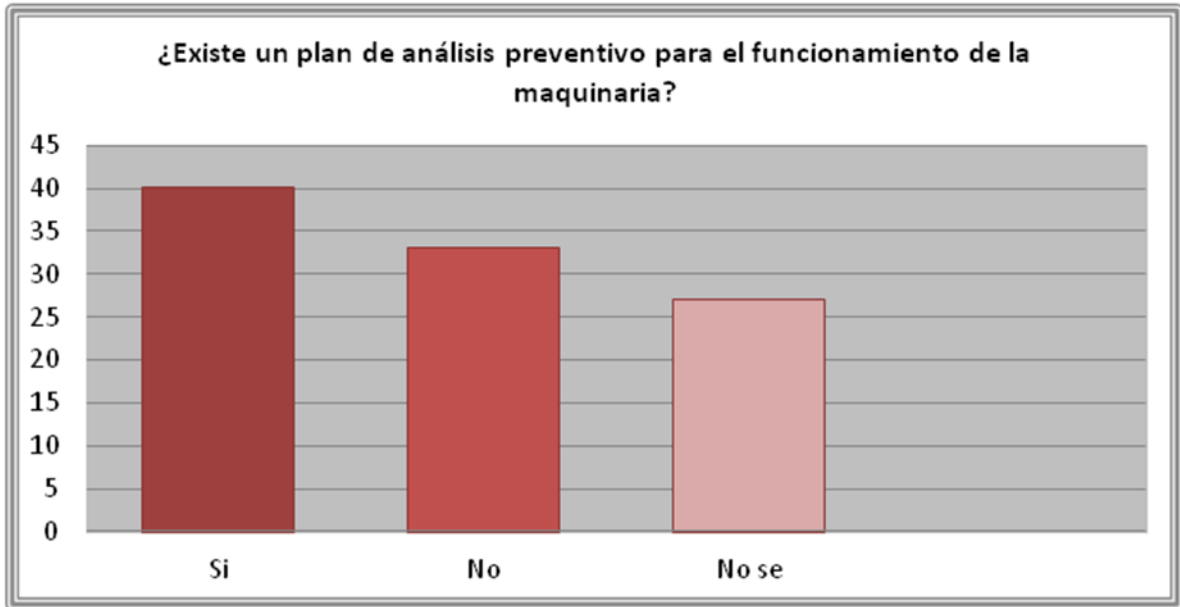
Aplicar el análisis preventivo a las máquinas de Sigma Alimentos- Costa Rica.

Tabla 41 Pregunta No. 10

¿Existe un plan de análisis preventivo en la maquinaria?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	6	40%
No	5	33%
No se	4	27%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 45 Gráfico de resultado, pregunta No.10



Fuente: Elaboración propia, 2021

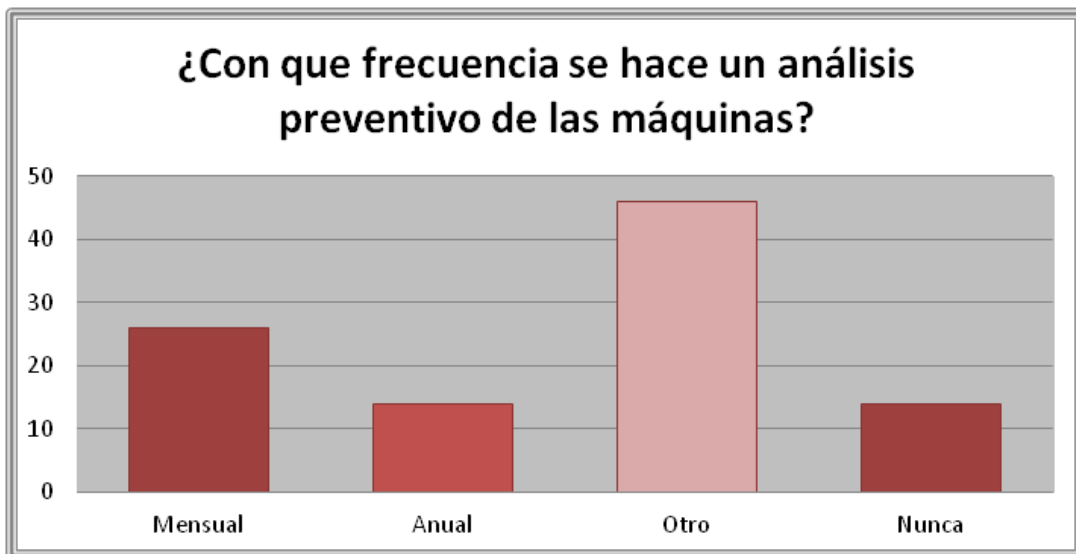
Análisis: Según la Figura 45 y Tabla 41, con respecto a esta gráfica, las respuestas fueron muy diversas, lo cual se muestra en los porcentajes: 40% indican que existe un plan preventivo para el funcionamiento de la maquinaria, 33% consideran que no existe, y un 27% indican que no saben al respecto. Lo cual hace pensar y deja una abierta una pregunta muy importante ¿en qué medida existe un plan preventivo por escrito y transmitido a los operarios realmente? Se evidencia la necesidad no solamente de la existencia de un plan preventivo, sino también una adecuada comunicación y transmisión del mismo a todos los operarios involucrados.

Tabla 42 Pregunta No. 11

¿Con que frecuencia se hace un análisis preventivo de las máquinas?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Mensual	4	26%
Anual	2	14%
Otro	7	46%
Nunca	2	14%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica

Figura 46 Gráfico respaldo, respuesta No.11



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 46 y Tabla 42, las respuestas a la gráfica anterior, se analiza conjuntamente con la pregunta previa, por la variedad de respuestas, lo cual también se transmite en las respuestas a la pregunta

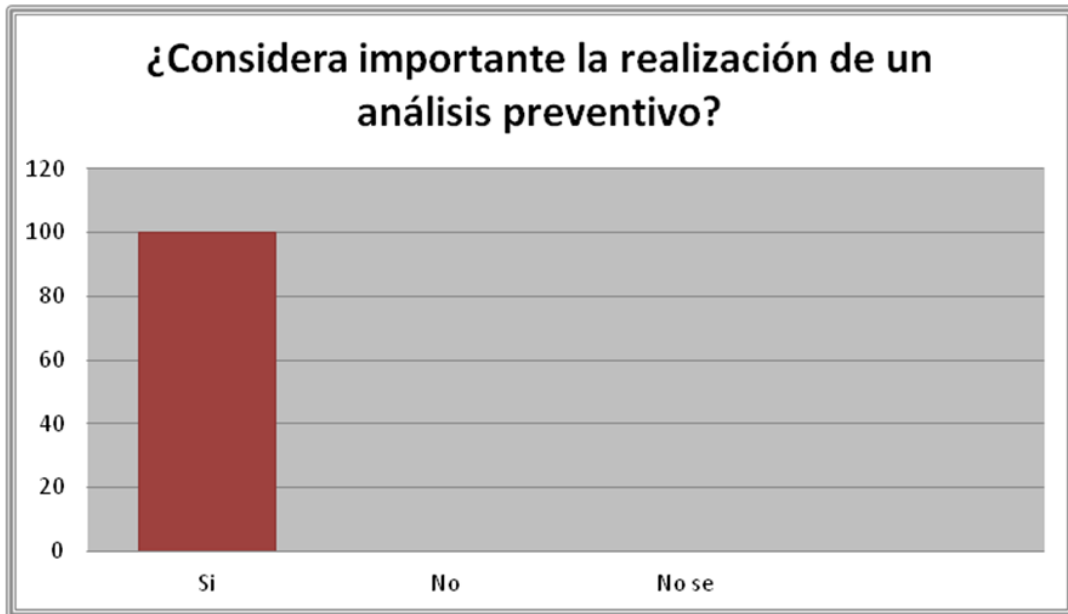
actual: 26% manifiestan que se realiza un análisis preventivo mensual en la maquinaria, 14% consideran que se hace anualmente, 46% consideran que con otra frecuencia y 14% indican que no se realiza nunca. Nuevamente se señala la importancia de la existencia, la ejecución, comunicación y re alimentación de un plan preventivo, de tal manera que el equipo completo pueda tener consciencia plena de él y sus implicaciones.

Tabla 43 Pregunta No. 12

¿Considera importante la realización de un análisis preventivo?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	15	100%
No	0	0%
No se	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 47 Gráfico de resultados, respuesta No.12



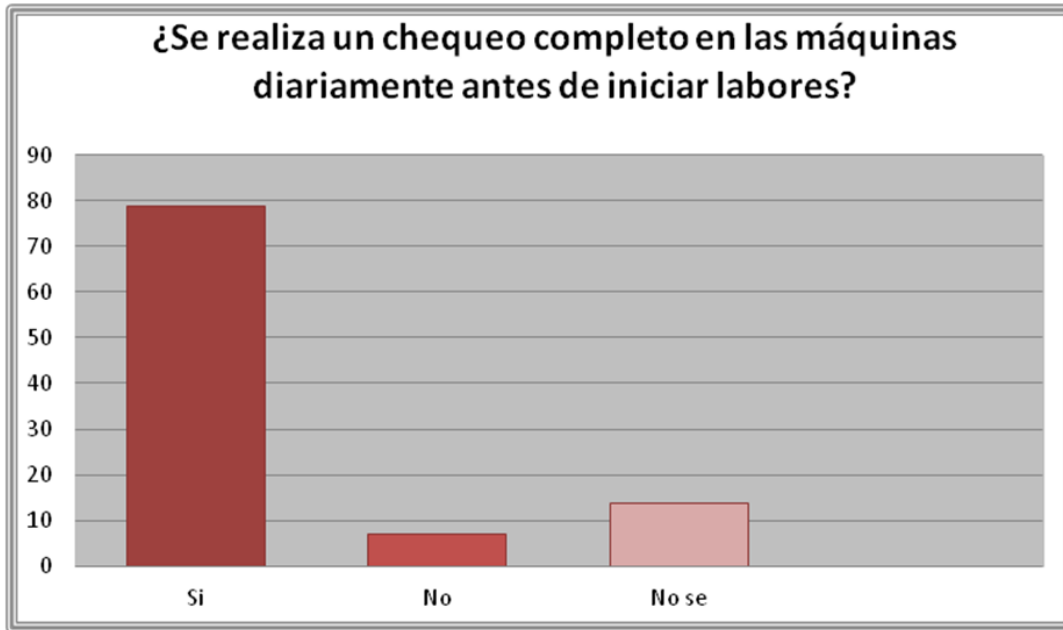
Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Con base en la Figura 47 y Tabla 43, el 100% de los encuestados consideran que el proceso de análisis preventivo es importante, por lo que se determina y refuerza que su plena práctica, es uno de los procesos más importantes para el correcto funcionamiento de la maquinaria.

Tabla 44 Pregunta No. 13

¿Se realiza un chequeo completo en las máquinas diariamente, antes de iniciar labores?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	12	79%
No	1	7%
No se	2	14%
Total	15	100%

Figura 48 Gráfico de resultados, pregunta No.13



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 48 y Tabla 44, el 79% de los encuestados indican que se realiza un chequeo diario en las máquinas antes de iniciar labores. El 7% manifiestan lo contrario y el 14% indican no tener conocimiento al respecto. Los resultados reflejan que a diario se revisan las máquinas para evitar alguna complicación en la producción del día, o determinar aspectos vitales para prevenir riesgos. Sin embargo, es importante que todos los implicados comiencen a realizar este chequeo, para garantizar un proceso uniforme sin falencias.

Tabla 45 Pregunta No. 14

¿Se utilizan las máquinas aun sabiendo que pudiera existir un problema?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	10	66.5%
No	5	33.5%
No se	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 49 Gráfico de resultados, pregunta No.14



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 49 y Tabla 45, la respuesta a la actual pregunta es sumamente interesante, ya que el 66,5% de los encuestados indican que se da uso a las máquinas aun conociendo posibles defectos o problemas en

las mismas, un porcentaje menor, que gira en la tercera parte de los encuestados con un 33,5% indican lo contrario. Sin embargo, los resultados indican que ya se han utilizado las máquinas con defectos para la producción ordinaria, lo cual es un factor determinante en el tema preventivo. La posibilidad de utilizar maquinaria con defectos que pueda dañar el producto o que ocasione mayores fallos en la maquinaria es una práctica que se debe erradicar totalmente, por medio del plan de mantenimiento preventivo.

SECCIÓN IV – Plan de Mantenimiento Preventivo

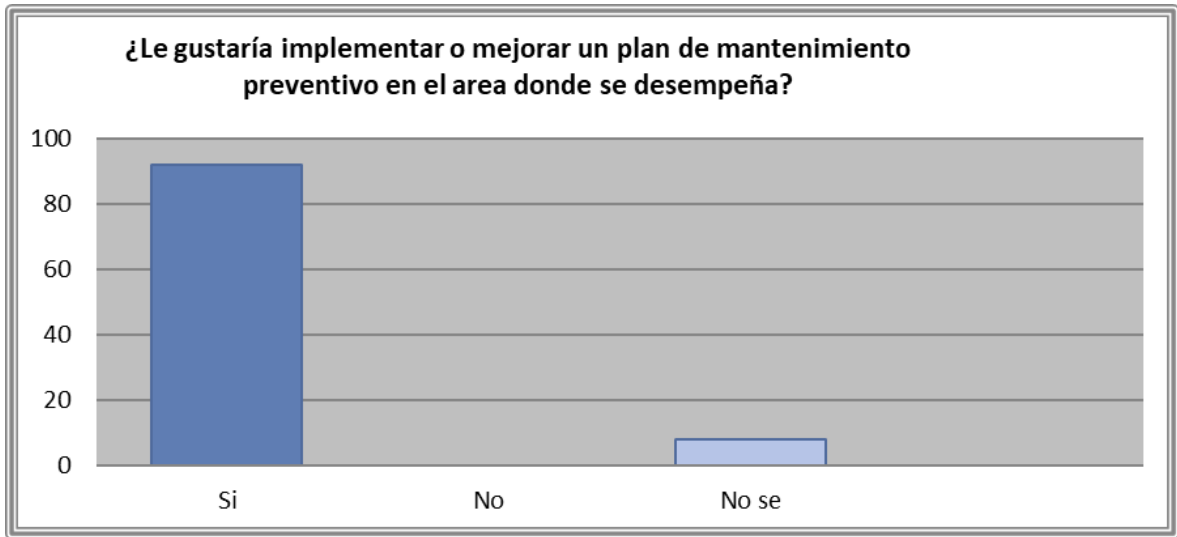
Proyección para diseñar un plan de mantenimiento preventivo que funcione a mediano y largo plazo en las máquinas del área de empaque de Sigma Alimentos-Costa Rica, de acuerdo a las exigencias de la empresa.

Tabla 46 Pregunta No. 15

¿Le gustaría implementar o mejorar un plan de mantenimiento en el área donde se desempeña?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	14	92%
No	0	0%
No se	1	8%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 50 Gráfico de resultados, pregunta No.15



Fuente: Elaboración propia, 2021

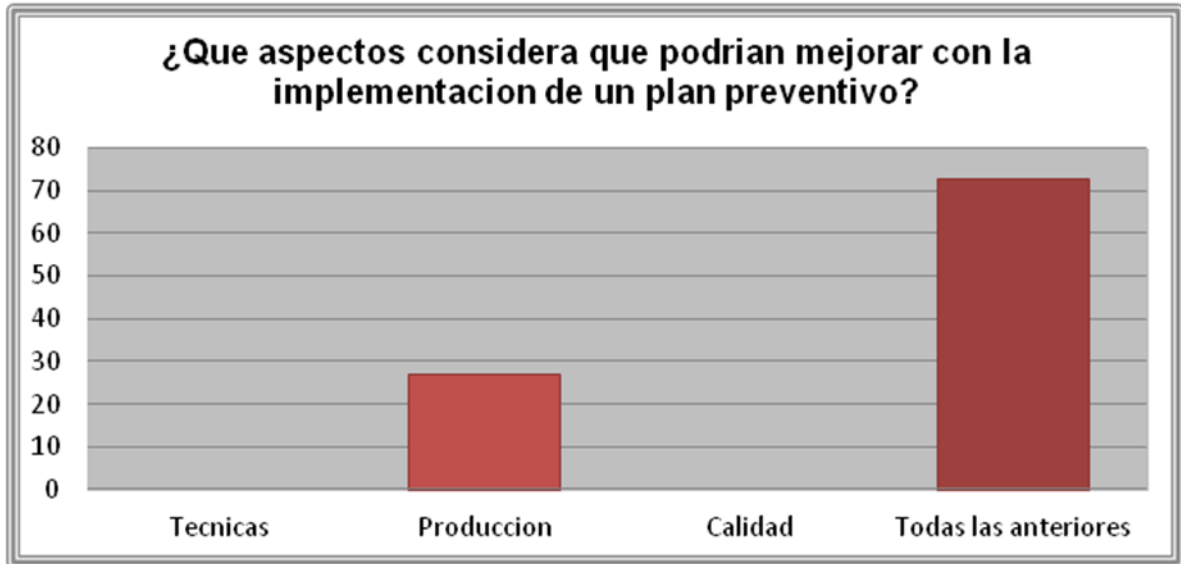
Análisis: Según la Figura 50 y Tabla 46, la gran mayoría de los encuestados, respaldados por un 92% de los resultados indican que les gustaría contar con un plan de mantenimiento preventivo, actualizado y vigente en su área laboral, lo cual representa la disposición de los encuestados a buscar la calidad y mejora en su trabajo diario

Tabla 47 Pregunta No. 16

¿Qué aspectos considera que podrían mejorar con la implementación de un plan preventivo?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Técnicos	0	0%
De Producción	4	27%
Calidad	0	0%
Todos los anteriores	11	73%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 51 Gráfico de resultados, pregunta No.16



Fuente: Elaboración propia, 2021

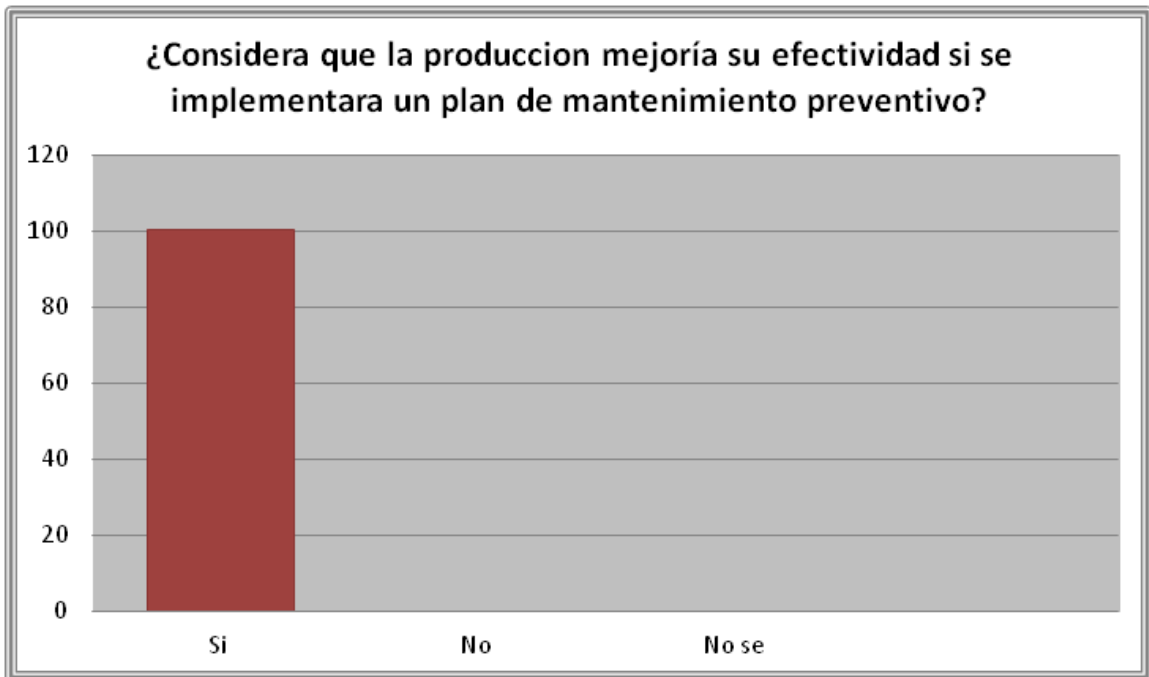
Análisis: Según la Figura 51 y Tabla 47, el 73% de los encuestados consideran que con la implementación de un plan preventivo se mejorarían aspectos técnicos, de producción y de calidad; mientras un 27% consideran que únicamente mejorarían aspectos de producción. Por lo que se determina que un plan preventivo incrementaría la calidad de la producción en buena medida, y la eficiencia de los operarios.

Tabla 48 Pregunta No. 17

¿Considera que la producción mejoraría su efectividad si se implementara un plan de mantenimiento preventivo?		
Estatus	Valor Absoluto	Valor Relativo
Si	15	100%
No	0	0%
No se	0	0%
Total	15	100%

Fuente: Sigma Alimentos, Costa Rica.

Figura 52 Gráfico de resultados, pregunta No.17



Fuente: Elaboración propia, 2021

Análisis: Según la Figura 52 y Tabla 48, el 100% de los encuestados manifiestan que la producción definitivamente mejoraría al implementar un plan preventivo. Por lo que es visible la necesidad de la implementación del

mismo, para avanzar en el desarrollo de la empresa y seguir ofreciendo productos con altos estándares de calidad.