



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“PROPUESTA DE TPM PARA LA OPTIMIZACIÓN DE
LA PRODUCTIVIDAD DE UNA PLANTA DE
ALIMENTO BALANCEADO EN UNA EMPRESA
AVICOLA, TRUJILLO 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autores:

Jimena Susana Chavez Raza

Cayetana Robles Castro

Asesor:

M. Sc. Jimmy Frank Oblitas Cruz

<https://orcid.org/0000-0001-7652-6672>

Trujillo – Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	ROBERTO ANTONIO ENCARNACION SOTELO
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	ALFREDO FERNANDO TEMOCHE LOPEZ
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	JIMY FRANK OBLITAS CRUZ
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

Taller de tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

GEO AMBIENTAL SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA. "PAMA para la Planta de Alimento Balanceado - Independencia-IGA0001013", R.D. N° 134-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI , 2020

Publicación

4%

2

core.ac.uk

Fuente de Internet

2%

3

unividafulp.edu.co

Fuente de Internet

2%

4

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

1%

5

journalingeniar.org

Fuente de Internet

1%

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios que me brindó oportunidades y fuerza para llevarlo a cabo. A mi madre que de forma incondicional siempre me ha apoyado en mi proceso educativo, de forma constante y dedicada, con su exigencia y amor logré realizar todas mis metas, se la dedico a mi padre, quien nunca dejó de ayudarme dedicándome su tiempo y consejos, siempre apoyándome a lo largo de mi vida, y a mis hermanos, por verme como un ejemplo a seguir.

Dedico esta investigación a ti papá, por darme la fuerza, amor y enseñarme a siempre ir por más, que el esfuerzo infinito. Eres lo que más quiero en esta vida y a quien tengo una gran admiración. A ti Isabella, por aconsejarme y siempre estar para mí como yo para ti. Y a mi ángel, porque estaría orgullosa y feliz de verme finalizando esta etapa universitaria. A mi familia en totalidad, por todo el apoyo.

AGRADECIMIENTO

A nuestra familia, por el amor, el constante apoyo para el logro de nuestras metas y
crecimiento profesional.

Agradecemos a la empresa Avícola, por el gran apoyo brindado para poder realizar esta
investigación

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE ANEXOS.....	11
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo General:	16
1.3.2. Objetivos Específicos:	16
1.4. Hipótesis	17
1.5. Antecedentes	17
1.6. Bases Teóricas	20
1.6.1. TPM	20
1.6.2. Origen del TPM	20
1.6.3. Mantenimiento autónomo	21
1.6.4. Mantenimiento planificado	22
1.6.5. Productividad:	23
1.7. Justificación	24
1.7.1. Justificación teórica	24
1.7.2. Justificación práctica	24
1.7.3. Justificación Metodológica	24
1.8. Aspectos éticos	25
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	26
2.1. Tipo de Investigación:	26
2.2. Población y Muestra	26
2.2.1. Población:	26
2.2.2. Muestra:	26

2.3. Técnicas e instrumentos	26
2.4. Procedimiento:	28
CAPÍTULO III: RESULTADOS	29
3.1 Diagnóstico de la situación inicial:	29
3.2 Causas raíces del problema: Diagrama de Ishikawa	41
3.2.1 Costeo de Causa- Raíz	47
3.2.1.1. Causa Raíz 1	47
3.2.1.2 Causa Raíz 2	51
3.2.1.3 Causa Raíz 3	53
3.2. Desarrollo de la propuesta: Mantenimiento Productivo Total (TPM)	57
3.2.1. Propuesta Causa Raíz 1	66
3.2.2. Propuesta Causa Raíz 2	69
3.2.3. Propuesta Causa Raíz 3	71
3.3 Evaluación económica:	75
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	85
4.1 Discusión:	85
4.2 Conclusiones:	86
REFERENCIAS	88
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Técnicas e Instrumentos</i>	27
Tabla 2 Operacionalización de Variables.....	28
Tabla 3 Problemas en el proceso operativo de la empresa avícola	29
Tabla 4 Dimensionamiento de pérdidas por rechazo de materia prima	30
Tabla 5 Costo por demanda mensual insatisfecha (Año 2022) – Alimento inicio concentrado.....	32
Tabla 6 Costo por demanda mensual insatisfecha (Año 2022) – Alimento crecimiento concentrado	33
Tabla 7 Costo por demanda mensual insatisfecha (Año 2022) – Alimento engorde concentrado...	34
Tabla 8 Costo por demanda mensual insatisfecha (2022)	35
Tabla 9 Dimensionamiento de la línea de producción de alimento balanceado (Promedios)	36
Tabla 10 Datos de cálculo de eficiencia.....	36
Tabla 11 Utilidad pérdida al producir por debajo de la capacidad instalada.....	38
Tabla 12 Cantidad de sacos de 50 kg rechazados durante el 2022.....	39
Tabla 13 Costo por total por baja productividad.....	40
Tabla 14 Sobrecostos por problema	41
Tabla 15 Matriz de priorización de causas raíz.....	43
Tabla 16 <i>Resultados de matriz de priorización</i>	44
Tabla 17 Matriz de Criticidad de Activos	45
Tabla 18 Costeo por mantenimiento correctivo	48
Tabla 19 Estudio de tiempos del mantenimiento preventivo y limpieza de equipos críticos.....	51
Tabla 20 Costo por tiempo de mantenimiento	52
Tabla 21 Utilidad pedida anual por horas desaprovechadas en planta	52
Tabla 23 Indicador	53
Tabla 24 Gasto anual por proveedores de servicios de mantenimiento	53
Tabla 25 Costo por mantenimiento externo	55
Tabla 26 N.º de capacitaciones anuales.....	55
Tabla 26 Diseño del modelo TPM	58
Tabla 27 Información sobre el TPM	59
Tabla 28 Matriz de indicadores.....	65
Tabla 29 Costo de mantenimiento correctivo.....	66
Tabla 30 Estudio de tiempos de mantenimiento	69
Tabla 31 Porcentaje de tiempo productivo.....	70
Tabla 32 Costo de oportunidad por tiempo de mantenimiento	71
Tabla 33 Costo de mantenimientos externos.....	71
Tabla 34 Propuesta de aumento en especialización de operarios.....	72
Tabla 35 Cronograma de especialización.....	72
Tabla 36 Principales temas de capacitación según los servicios requeridos en planta.....	75
Tabla 37 Costo total por baja productividad	76
Tabla 38 Inversión Plan Mantenimiento Planificado	77
Tabla 39 Inversión Plan Mantenimiento Autónomo	78
Tabla 40 Ahorro Anual	79
Tabla 41 Estado de Resultados.....	81
Tabla 42 Flujo de caja	82

Tabla 43 Flujo neto efectivo.....	82
Tabla 44 Indicadores financieros	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama Ishikawa	42
Figura 2 Directrices básicas del TPM	57
Figura 3 Estructura promocional del TPM.....	60
Figura 4 Plan maestro del TPM Plan maestro del TPM.....	61
Figura 5 Análisis de operarios capacitados	62
Figura 6 Resultados del objetivo 1 Resultados del objetivo 1.....	56
Figura 7 Resultados del objetivo 2 Resultados del objetivo 2	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Resultados de simulación de mejora de eficiencia.....	95
Anexo N° 2 Nuevo costo por mejora de calidad.....	96
Anexo N° 3 Programa de mantenimiento según kilometraje.....	97
Anexo N° 4 Propuesta de mantenimiento autónomo y planificado en el mes 2 y 3.....	99
Anexo N° 5 Plan de mantenimiento preventivo para equipos de criticidad 1.....	100
Anexo N° 6 Check list de equipos críticos.....	101
Anexo N° 7 Control de equipos críticos.....	102
Anexo N° 8 Check list de elevador del maiz.....	103
Anexo N° 9 Check list de tolvas.....	104
Anexo N° 10 Check list de mezcladora Bhuler 1.....	105
Anexo N° 11 Check list de premezcla.....	106
Anexo N° 12 Check list de molino 03.....	107
Anexo N° 13 Check list de zaranda.....	108
Anexo N° 14 Check list de enfriador.....	109
Anexo N° 15 Check list de pelletizadora.....	110
Anexo N° 16 Check list de extractores.....	111
Anexo N° 17 Check list de aplicador de grasa.....	112
Anexo N° 18 Check list de dosificador.....	113
Anexo N° 19 Formato LILA.....	114
<u>Anexo N° 20 Flujograma Proceso Productivo Planta de Alimento Balanceado.....</u>	<u>116</u>

RESUMEN

En el estudio se realiza un diagnóstico de la línea de procesos de la Planta de Alimento Balanceado finalizando en el área de mantenimiento en el que se enfocan los problemas causantes de la baja productividad, la propuesta se cuantifica mediante los indicadores de Disponibilidad, tiempos productivos de mantenimiento y cómo mejorarlos para la optimización de la productividad. Por tal resultado, el estudio pretende elaborar una propuesta de mejora para la optimización productividad de la planta utilizando los pilares de mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

La simulación de la propuesta de desarrollo arroja un aumento de productividad de 79.78% a 83.35% lo cual viene acompañado de un aumento de disponibilidad en 1.4% y una reducción de tiempos de mantenimiento y limpieza en 0.03 horas. Para finalizar, se mide el impacto económico de la propuesta reflejada en un ahorro de S/.6 591 522.3 de utilidad que se perdía por costo de oportunidad, teniendo esta una 44.5% de tasa interna de retorno (TIR) superando el 18% de tasa de interés anual, encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa.

Palabras clave: TPM, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado, Productividad.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La producción mundial de alimento balanceado continua en constante crecimiento por ser el sustento de la industria pecuaria, ya que garantiza el suministro alimentario a los animales según su especie, edad y estado productivo, con el propósito de cumplir adecuadamente los requerimientos nutricionales, sanitarios y poder ser lanzados a la venta. La producción mundial actualmente es de 1 126 millones de toneladas métricas (MTM) por año, abarcando 9 países como los principales productores de alimento balanceado, de los cuales son: Estados Unidos, China, Brasil, Rusia, India, México, España, Japón y Alemania. En conjunto, estos países producen el 58% de la producción mundial del alimento balanceado y abarcan el 57% de las plantas de alimento balanceado del mundo (Altech, 2020). La industria de elaboración de alimentos balanceados para animales, principalmente se articula hacia atrás junto al sector agrícola para el abastecimiento de maíz, soya y otros insumos necesarios. Conjuntamente, se articula hacia adelante con el sector agropecuario (Alcantara, Avalos, Pozo, Vargas, & Yarlqué, 2016), siendo en América Latina, la industria avícola la que lidera y desarrolla a mayor nivel la investigación y desarrollo, por lo cual el 70% de la producción de alimento balanceado, es destinado a la producción aviar, obteniendo resultados productivos en el año 2020 de 60.8 MTM; siendo Brasil y México los mayores países productores (Asociación de Productores de Alimento Balanceado, 2020). En la industria avícola, el 70% de la composición de los costos totales, los representa la producción de alimento balanceado, correspondiendo a la adquisición y mantenimiento de maquinaria con alto nivel tecnológico que requieren los procesos para la elaboración del alimento, compra de materia prima e insumos y el consumo energético. La gestión de mantenimiento es vital para el correcto funcionamiento de la maquinaria y el control de la

calidad a obtener, determinando el éxito a largo plazo en la industria avícola: las aves no continúan su ciclo de vida productivo sin alimento, y no cumplen los objetivos de peso establecido por la misma avícola si es que el alimento no es de calidad. Por lo tanto, los equipos gestionados de manera deficiente generan un riesgo de inestabilidad en el proceso, poca fiabilidad del equipo, causando paradas parciales o totales a la producción, por ende, una baja productividad, repercutiendo en el costo total de la avícola. Por consiguiente, sería necesario d la implementación del TPM, ya que, generaría un impacto positivo para el incremento de la productividad (Carballo, 2018) a través del control de las condiciones óptimas de funcionamientos de las máquinas y equipos, aumentando la eficiencia operativa de las instalaciones de la planta, contribuyendo a los ingresos de la avícola a través del mejoramiento de la productividad. Se toma de forma general que la productividad, así como su eficiencia, en base a equipos son mejoradas mediante la herramienta que es la TPM. Este siendo un programa sistemático que mejora la producción y se ocupa de la fiabilidad de los equipos y de la organización, mediante la participación continua de todos los empleados. TPM minimiza los desperdicios en las diversas partes de la operación, con el fin de reducir el costo y aumentar la productividad generando productos de excelente calidad. Rajesh, Gajanand, Sharma (2021).

Huertas y Zúñiga, 2020, en su investigación “Implementación del mantenimiento productivo total para aumentar la eficiencia de las máquinas de ITEMSA PERÚ S.A.C., Chimbote 2020” dan a entender que empleando el TPM puede satisfacer objetivos como el incremento de eficiencia en áreas específicas de cualquier empresa, generando márgenes de mejora en efectividad y calidad de hasta un 30%.

Asimismo, solo el 75% de las empresas formales tiene un planeamiento continuo de sus instalaciones (Andina, 2020). Siendo el mantenimiento, una parte de la gestión de activos

que perfila como el pilar más importante para la competencia empresarial, porque se compone por la compra de equipos e infraestructura, planifica operaciones productivas diarias y planifica planes de mantenimiento (Burgas, 2018), enfocado en la extensión de la vida útil de la maquinaria y la optimización de costos.

En el Perú, la carne de pollo viene siendo uno de los productos cárnicos de mayor consumo. En el 2018 el consumo per cápita de carne de pollo alcanzó los 50.3 kg/hab/año, superando a las carnes de vacuno, porcino, pavo, ovino y caprino (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019). Reflejando un incremento conjunto con la elaboración del alimento balanceado para aves. Gran parte de las ventas de las empresas avícolas en el país pertenece a la venta de pollo vivo, el cual es un producto commodity, es decir, un activo con renta variable, cuyo precio es determinado por el mercado, fluctuando constantemente a través del tiempo. Debido a ello, el factor vital de la industria avícola se encuentra en la mayor producción de carne a menor costo, las herramientas para mejorar la productividad se aplican en la Producción de alimento Balanceado ya que representan el 70% de los costos totales, por lo que cualquier ahorro y optimización, impactaría que las aves lleguen a cumplir con los objetivos productivos correspondientes de kilogramo carne/kilogramo peso. Por este motivo, las plantas de alimento balanceado requieren de un enfoque de mantenimiento autónomo y planificado idóneo para lograr que la maquinaria sea confiable, evitando paradas no programadas en la producción e incurriendo en baja productividad.

La avícola seleccionada es una empresa con 40 años de trayectoria en el sector y actualmente cuenta con 13.5% de participación nacional. La empresa avícola cuenta con cuatro líneas productivas de pollo, pavo, cerdo; por lo que dispone de una Planta de Alimento balanceado para satisfacer la demanda alimenticia de cada tipo de especie en todo su territorio.

Actualmente, la Planta de Alimento Balanceado presenta una disminución en la productividad, significando considerablemente en los costos totales. Estas deficiencias en la gestión de mantenimiento ocurren por el inadecuado plan de mantenimiento, la incorrecta limpieza en la línea de peletizado y la falta de capacitación al personal de mantenimiento y producción. Por este motivo, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo la implementación del Mantenimiento productivo total (TPM) para la mejora de la productividad de la planta de alimento balanceado en una empresa avícola.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la implementación del TPM sobre la productividad de la Planta de Alimento Balanceado en una empresa avícola, Trujillo 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

Determinar el impacto de la implementación del TPM sobre la productividad de la planta de alimento balanceado en una empresa avícola, Trujillo 2023.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Diagnosticar la situación actual del área de mantenimiento de la planta de alimento balanceado de una empresa avícola, Trujillo 2023.
- Desarrollar la propuesta de mejora al implementar TPM para optimizar la productividad en la Planta de Alimento Balanceado de una empresa avícola Trujillo 2023.

- Evaluar económica y financieramente el impacto de TPM en la productividad de alimento balanceado de una empresa avícola, Trujillo 2023.

1.4. Hipótesis

La propuesta de mejora de TPM optimiza la productividad de Planta de Alimento Balanceado de una empresa avícola, Trujillo 2023.

Esta hipótesis es una respuesta tentativa al problema formulado, se sitúa al inicio del trabajo de investigación ya que es una hipótesis a priori y de causalidad, nuestra propuesta resuelve en la relación de ambas variables.

Según (Freire, 2018) se define la hipótesis como un intento de explicación o una respuesta «provisional» a un fenómeno. Su función consiste en delimitar el problema que se va a investigar según algunos elementos, tales como: el tiempo, el lugar, las características de los sujetos. Sobre esta definición debe aclararse que el primer punto a desarrollar en un trabajo de investigación no es la hipótesis, sino el planteamiento del problema, ya que sin este no existirían elementos para formularla.

1.5. Antecedentes

Según Colonia E (2017) en su tesis titulada “Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el área de tintorería de telas en la Empresa Textiles Camones, Puente Piedra-2017”, presentada por la Universidad César Vallejo tiene como objetivo principal aumentar la productividad del proceso de granallado. Para ello realizó un análisis de criticidad de los equipos y se identificó el impacto ocasionado por la máquina granalladora, posteriormente la implementación de mantenimiento autónomo y preventivo como pilares del TPM tuvo como resultado se logró reducir las horas de fallas de las máquinas,

umentando la disponibilidad de las maquinas.

Según Céspedes J (2019) en su tesis titulada “Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la productividad de la empresa minera Antamina S.A - San Marcos, 2019”, presentada por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos tuvo como objetivo aplicar el mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad de la Compañía Minera Antamina S.A. Se empleó como técnica de recolección de datos la encuesta y la observación, se implementaron los pilares de mantenimiento autónomo y preventivo. La implementación del TPM tuvo como resultado la mejora de productividad demostrando un aumento del 11.2% en la flota de equipos móviles en el mes de abril y un aumento del 16.1% para el mes de mayo. Además, el beneficio/costo es de 1.97.

Según Asencios R (2021) en su tesis titulada “APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA DE MAQUINARIA PESADA DE LA CIUDAD DE TRUJILLO, AÑO 2021”, presentada por la Universidad Privada del Norte tuvo como objetivo determinar la influencia de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total en la Productividad de una Empresa de Maquinaria Pesada. La implementación del TPM tuvo como resultado que el Mantenimiento autónomo antes de aplicar el TPM fue 23% y después de aplicar el TPM fue 60% y el Mantenimiento productivo antes de aplicar el TPM fue 25% y después de aplicar el TPM fue 63%, mientras que en la variable Productividad, la Eficiencia antes de aplicar el TPM fue 81% y después de aplicar el TPM fue 91% y la Eficacia antes de aplicar el TPM fue 48% y después de aplicar el TPM fue 81%.

Según Gualotuña, H; Herrera, J; (2021) en su tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) en la fábrica Todo Muebles para el mejoramiento de

la productividad”, presentada por la Universidad de Guayaquil tiene como objetivo principal aplicar un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) realizado a la maquinaria de la fábrica Todo Muebles para sus trabajos de amoblados. La implementación del TPM tuvo como resultado el aumento de la productividad en comparación al periodo de abril del 2021 que tuvo una productividad general de 69,83% y para el mes de junio del 2021 con una productividad general de 80,19%, generando un aumento en los parámetros de productividad general de la fábrica en un 10,36%.

Según Moreira O, (2022) en su tesis titulada “APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS OPERATIVOS DEL TALLER MECÁNICO INDUSTRIAL EN UNA UNIDAD EDUCATIVA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”, presentada por la Universidad politécnica salesiana tiene como objetivo principal la implementación de los pilares TPM (mantenimiento total productivo) mantenimiento autónomo y mantenimiento planeado en la planta de producción de la empresa Alcance Industries. Los resultados en la eficiencia global (OEE) mejoraron de un 58,75% a 82,20%, lo que incrementó en un 23,60% durante las pruebas realizadas. El establecimiento de un plan de mantenimiento preventivo en los equipos CNC logró mejorar su disponibilidad de un 71,38% a 86,88% alcanzando un incremento del 15,00%. Finalmente, la efectividad de las pruebas realizadas en los equipos dio como resultado un alcance de productividad de 53,00% a 85,13%, lo que incrementó en un 32,20%.

1.6. Bases Teóricas

1.6.1. TPM

El Mantenimiento productivo total (TPM) es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en la producción ocasionadas por estado de las maquinaria y equipos. Surgió en Japón como un sistema destinado a lograr la eliminación de pérdidas de los equipos. Desarrollando dentro de su estructura el mantenimiento preventivo, planeado, predictivo y mantenimiento correctivo. El principio de mejora de los equipos debe implicar también a la mejora de la organización donde está involucrado todo el personal de la empresa, desde operarios hasta directivos que tengan alto rango jerárquico. (Espíritu, 2019)

1.6.2. Origen del TPM

La herramienta del TPM se extendió en Japón en 1971 por Seiichi Nakajima, teniendo su origen en el seno de una importante empresa proveedora del sector del automóvil denominada Nipondens. Ltd. Esta empresa, debido a la implantación de sistemas automatizados de transferencia rápida, requería de una alta fiabilidad en sus procesos, por lo que en 1961 definió una nueva visión del mantenimiento, transfiriendo la responsabilidad del mantenimiento rutinario de los equipos, del departamento de mantenimiento, a los propietarios de los procesos y trabajadores de producción, logrando grandes resultados con su modelo a partir de 1969 (Marín-García & Mateo Martínez, 2013). TPM propone una metodología prescriptiva de implantación en la cual se detallan los pasos que las empresas deben seguir para implantar el proceso y obtener los beneficios esperados. Estudios previos realizados sobre las actividades desplegadas por parte de las organizaciones relacionadas con TPM muestran algunas diferencias significativas en cuanto al proceso de implantación del TPM y a los resultados obtenidos, atribuibles a la fase

en que se encuentra la implantación misma del TPM, la labor propia de cada organización, su estilo de dirección y su cultura predominante entre otros (Villegas y Velez, 2014)

Existen distintos tipos de mantenimiento, los cuales son, Mantenimiento autónomo, Mantenimiento correctivo y Mantenimiento Preventivo (Planificado). (Montoya, 2019) De estos se desarrolla de mejor manera aplicada para la realización de trabajos los tipos, Autónomo y Preventivo.

1.6.3. Mantenimiento autónomo

El mantenimiento productivo total (TPM) mejora los resultados empresariales, creando lugares de trabajo agradable y productivo, transformando el modo de pensar de los trabajadores. El mantenimiento autónomo realizado en las agroindustrias es el país es uno de los pilares básicos más importantes. Una de las funciones más importantes es detectar y tratar con prontitud las anomalías del equipo, que es precisamente el objeto de un buen mantenimiento. El mantenimiento autónomo incluye cualquier actividad realizada por el área de mantenimiento relacionada con el funcionamiento de los equipos, que pretende mantener operando eficiente y establemente con el fin de satisfacer los planes de producción. (Valverde, 2018)

Según Valverde, 2018, las claves para una buena implementación de un programa eficaz de mantenimiento autónomo son la profundidad y la continuidad. un factor adicional decisivo es una perfecta integración con otras actividades TPM fundamentales: la mejora orientada y el adiestramiento y formación.

Pasos del mantenimiento autónomo,

- Limpieza inicial, se debe limpiar para eliminar grasa, polvo y suciedad de la máquina. posteriormente a eso se debe lubricar y ajustar partes de la máquina.

- Eliminar fuentes de los problemas, se deben identificar que causa problemas en la máquina para que sean corregidos inmediatamente
- Crear rutas de limpieza y lubricación, se deben establecer tiempos y estándares de limpieza, lubricación y ajustes de la máquina.
- Inspección general, este paso se enfoca en detectar los modos de falla de la máquina.
- Inspección autónoma, dado que el personal involucrado con la maquina se ha capacitado y ya se ha estudiado la maquina a fondo, se elaboran las listas de chequeo para una inspección autónoma.
- Organización y orden, son las actividades para fomentar, simplificar y adherir los estándares y procedimientos.
- Terminación de la implementación, después de superar las otras etapas, los operarios serán operarios mejor capacitados; capaces de proponer e implementar mejoras e innovación en su sitio de trabajo.

1.6.4. Mantenimiento planificado

Es tal vez uno de los más importantes dentro del TPM, en este se basa la gran parte de la teoría a aplicar. Este mantenimiento es el realizado de manera sistemática, con el fin de conservar las máquinas y equipos en condiciones de operación adecuadas, ubicando las fallas, defectos y realizando la detección de daños incipientes. (Montoya, 2019)

Según Montoya, 2019, los pasos del mantenimiento preventivo son,

Paso 1: diagnóstico de la situación actual

Se debe llevar un registro de los equipos:

- Para contar con las hojas de vida de los equipos actualizada

- Para conocer los sistemas y subsistemas de los equipos
- Con la evaluación de su criticidad y el historial de las averías se define los tipos de mantenimiento
- Analizar los indicadores y ver las tendencias
- Conocer la ocupación de los técnicos.

Luego, Evaluar los equipos según su criticidad, clasificar averías, analizar indicadores y por último, fijar metas.

Paso 2: restaurar el deterioro, Restaurar el deterioro forzado, cumpliendo con las condiciones básicas, corregir las debilidades del equipo y ampliar la vida útil.

Paso 3: estructuración del control de información.

Aumento de la productividad del mantenimiento a través del mejoramiento en el control de equipos, reducción de costos, aumento del nivel en tecnología, racionalización de las actividades de recolección y análisis de datos, y acciones preventivas a través de la medición y la evaluación.

Paso 4: estructuración del mantenimiento periódico, Actividades básicas que facilitan un funcionamiento consistente y continuo de los equipos tales como inspeccionar reponer y restaurar las piezas periódicamente para prevenir averías.

1.6.5. Productividad:

La productividad referida como la eficiencia para la obtención monetaria en relación a los recursos que se tiene; es la utilización óptima de los recursos con la menor pérdida y mermas de todos los factores de producción.

Por tanto, se debe tener en cuenta no solo la mano de obra incurrida, que es la que

generalmente se tiene en cuenta; sino además considerar la obtención de la mayor cantidad de producto donde los insumos, tanto en cantidad planificada como en calidad específica (Vilcarromero, 2012

1.7. Justificación

1.7.1. Justificación teórica

El presente trabajo de investigación tiene como propósito aportar los principales conceptos sobre la gestión de mantenimiento y los costos de mantenimiento. De manera que la interrelación existente entre estos dos conceptos proporciona la búsqueda de herramientas y métodos de trabajo con el objetivo de cumplir los objetivos propuestos obteniendo la optimización de los costos de mantenimiento.

1.7.2. Justificación práctica

El trabajo de investigación se desarrolla mediante el objetivo de obtener una mayor confiabilidad en la máquina peletizadora de una planta de alimento balanceado, a través de la aplicación de herramientas basadas en la confiabilidad de activos. Por el motivo que, al obtener una mayor confiabilidad, se obtiene una mayor disponibilidad de la máquina, obteniendo un mayor tiempo de funcionamiento operativo y, por consiguiente, un menor número de fallas equivalentes a tiempos de paradas imprevistas, optimizando así, los costos de mantenimiento por paradas de máquina.

1.7.3. Justificación Metodológica

El presente trabajo de investigación cuenta con un enfoque cuantitativo, debido a la recopilación de información necesaria para poder realizar el diagnóstico de la empresa en el área de mantenimiento. Teniendo como objetivo la propuesta de una mejora en el área de mantenimiento y la influencia que tiene el TPM en la planta de alimento balanceado.

Buscando obtener una mayor productividad de la línea de producción de alimento para aves, reflejada en la reducción de paradas no programadas. Este trabajo de investigación puede ser de gran utilidad para futuras investigaciones dedicadas al área de mantenimiento industrial.

1.8. Aspectos éticos

El presente estudio se rige bajo los aspectos éticos de toda investigación académica científica, teniendo como compromiso que el presente estudio se encuentra: Exento de fraude científico o de la invención parcial o total de datos que no se hayan efectuado en el presente análisis. Libre de falsificación y/o manipulación de información alterada con el objetivo de obtener resultados sesgados o favorables con la hipótesis de estudio. Exento de plagio o apropiación de ideas, sin citar ni reconocer la fuente de investigación, puesto que en todo momento se ha respetado la propiedad intelectual y se ha realizado el respectivo reconocimiento de los trabajos utilizados. Libre de conflictos de conciencia, puesto que las creencias del investigador con respecto a un tema en particular no influyen en los resultados de la investigación. Exento de autoría ficticia o también denominada regalo de coautoría, considerando que el autor del presente estudio es el único quien ha contribuido intelectualmente al desarrollo del mismo. Finalmente, la presente investigación no atropella ningún interés ni atenta contra el bienestar de la unidad de estudio, debido a que la empresa en mención ha facilitado todos los datos e información para su tratamiento con el objetivo de desarrollar el presente, el cual traerá beneficios para ambas partes interesadas.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación:

Tipo de Investigación: Propositiva

El tipo de investigación que se utilizó en este proyecto, es la propositiva; ya que se caracteriza por la generación de conocimiento y la búsqueda de soluciones ante un problema.

Para Ruiz, 2012, la investigación propositiva se caracteriza por generar conocimiento a partir de una investigación por parte de los integrantes de un grupo de trabajo. Propende el desarrollo para alcanzar el reconocimiento científico interno y externo como línea de investigación de los ejes temáticos de la facultad. Se desarrollan ideas innovadoras enfocadas en la necesidad de solucionar problemas pertinentes a nivel local y global.

Diseño de investigación: Pre - experimental

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población: Todos los procesos de la planta procesadora de alimento balanceado de la empresa Avícola.

2.2.2. Muestra: Los procesos del área de mantenimiento de la planta procesadora de alimento balanceado de la empresa Avícola.

2.3. Técnicas e instrumentos

Se utilizaron dos técnicas para la investigación: la observación y el análisis de documentos. En la observación el instrumento escogido fue la guía de observación, tras una visita a la planta de alimento balanceado se observaron los procedimientos de mantenimiento y el funcionamiento de los activos. Posteriormente se llenó la información necesaria en la guía de información establecida para el recorrido. La segunda técnica escogida fue el análisis de documentos, brindados por el área de mantenimiento de la empresa. Estos documentos

muestran los indicadores de fallos en el periodo de un año de los activos críticos de la planta, adicionalmente se nos brindó reportes mensuales del área de mantenimiento. El procedimiento y operacio qAWQnalización de variables se muestra en la tabla 2.

Tabla 1

Técnicas e Instrumentos

Técnicas	Instrumentos
Observación	Guía de observación
Análisis de documentos	Guía de análisis de documentos

Nota. Elaboración Propia

Para el inicio del diagnóstico nos centramos en el proceso operativo de la empresa, identificando 3 problemas en las etapas de compras, planificación, fabricación y distribución de alimento para aves en la planta de alimento balanceado. En la tabla 3 se muestran los problemas mencionados.

2.4. Procedimiento:

Tabla 2

Operacionalización de Variables

VARIABLES	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
V. Independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM)	Conjunto de iniciativas estratégicas centradas en mantener y mejorar los sistemas de producción y calidad a través de las máquinas, equipos, procesos y empleados que agregan valor a una organización. Jasiulewicz-Kaczmarek (2016)	La Disponibilidad se calcula al dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo (Tiempo de Operación) por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo y no lo hizo.	Tiempo eficiente Disponibilidad	$(Tiempo\ productivo * 100\% / (Tiempo\ total))$ $Disponibilidad = MTBF / (MTBF + MTTR)$	%
V. Dependiente: Productividad	La productividad es la razón que existe entre las salidas (bienes y servicios) y una o más entradas (recursos como mano de obra y capital). Render, Barry (2014)	La productividad se determina considerando la producción obtenida (eficacia) versus el esfuerzo invertido para lograr el resultado (eficiencia). Contreras J (2019)	Eficiencia Calidad	$Eficiencia = (Resultado\ alcanzado / Costo\ real) * Tiempo\ invertido / (Resultado\ esperado / Coste\ estimado) * Tiempo\ previsto$ $Calidad = (Productos\ correctos / productos\ fabricados) * 100$	%

Nota. Elaboración Propia

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 Diagnóstico de la situación inicial:

Tabla 3

Problemas en el proceso operativo de la empresa avícola

Problemas	Descripción	Consecuencia	Subproceso
Baja calidad de las Materias Primas	El 2% de Materia prima se encuentra en mal estado antes de iniciar el proceso de mezclado	Rechazo de materia prima	Compras
		Soles perdidos x Kg Materia prima contaminada/caducada	
Demanda mensual insatisfecha	El 5% del abastecimiento mensual a granja es tercerizado	Soles perdidos x saco adquirido	Planificación
Baja productividad	El 4% de materia prima se pierde en el proceso de mezcla y peletizado	Máquina deteriorada	Fabricación
		Tiempos incorrectos de mezclado e incidentes en proceso de peletizado	
		Uniformidad de mezcla Pérdida de rendimiento de máquina	

Nota. Elaboración propia con información administrada por la empresa

3.1.1. Problema 1: Baja calidad de las materias primas

En el subproceso de compra de materia prima se tiene la desviación el 1.1% como materia prima rechazada, esta se identifica en el proceso de premezcla, al momento de segmentar y rotular los productos sin ser expuestos a aire, cambios de temperatura y humedad se logra identificar que una parte de la materia prima no se encuentra en el estado óptimo, el 1.1% está distribuido en 75% de maíz y 25% de sorgo los granos rechazados son aquellos deteriorados o con brotes. El detalle se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Dimensionamiento de pérdidas por rechazo de materia prima

	TN (mes)	Dólares (mes)	Soles (mes)	Costo Anual
Maíz	81.6	\$ 24,976.47	S/ 92,412.93	S/ 1,108,955.21
Sorgo	27.2	\$ 8,407.11	S/ 31,106.31	S/ 373,275.77
Total	108.8	\$ 33,383.58	S/ 123,519.25	S/ 1,482,230.99

Nota. Elaboración propia

Considerando el precio del mercado 2022 de 306\$ por tonelada de maíz y 309\$ por toneladas de sorgo y el 1.1% promedio representativo de pérdida por rechazo el costo anual de esta desviación es de S/ 1484230.99.

3.1.2 Problema 2: Demanda mensual insatisfecha

Mensualmente el 5% de la demanda de granjas de aves no se logra abastecer con la producción propia por lo cual esta debe ser tercerizada. La cantidad de toneladas a tercerizar depende del tipo de alimento a producir según la etapa del ave, el alimento de inicio

representa el 20%, el alimento de la etapa de crecimiento un 45% y el alimento finalizador un 35%. Uno de los factores principales que ocasiona el desvío es la demanda no sincerada que se solicita por parte de las granjas de aves. Se detalla el costo de alimento tercerizado por tipo de alimento en los siguientes cuadros.

El alimento inicio concentrado, es el primer tipo de alimento que recibe el ave en sus primeros días de crecimiento. El sobre costo anual estimado en esta fase es de S/. 281,071.60. El detalle se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Costo por demanda mensual insatisfecha (Año 2022) – Alimento inicio concentrado

Meses	TN Demandado	TN Producido	TN tercerizado	Costo/ TN Tercero	Costo/TN Propio	Costo total tercerizado	Costo total propio	Sobrecosto
Enero	8400	7980	420	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 798,000.00	S/ 766,080.00	S/ 31,920.00
Febrero	8364	7946	418	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 794,580.00	S/ 762,796.80	S/ 31,783.20
Marzo	8300	7885	415	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 788,500.00	S/ 756,960.00	S/ 31,540.00
Abril	8327	7911	416	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 791,065.00	S/ 759,422.40	S/ 31,642.60
Mayo	8355	7937	418	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 793,725.00	S/ 761,976.00	S/ 31,749.00
Junio	8310	7895	416	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 789,450.00	S/ 757,872.00	S/ 31,578.00
Julio	8374	7955	419	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 795,530.00	S/ 763,708.80	S/ 31,821.20
Agosto	8400	7980	420	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 798,000.00	S/ 766,080.00	S/ 31,920.00
Septiembre	8391	7971	420	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 797,145.00	S/ 765,259.20	S/ 31,885.80
Octubre	8306	7891	415	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 789,070.00	S/ 757,507.20	S/ 31,562.80
Noviembre	8395	7975	420	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 797,525.00	S/ 765,624.00	S/ 31,901.00
Diciembre	8360	7942	418	S/ 1,900.00	S/ 1,824.00	S/ 794,200.00	S/ 762,432.00	S/ 31,768.00
Total	100282	95268	5014	S/ -	-	S/ 9,526,790.00	S/ 9,145,718.40	S/ 381,071.60

Nota. Elaboración Propia

El alimento crecimiento concentrado corresponde a la fase de desarrollo del ave, representando el 45% de la producción mensual de alimento. El sobre costo anual estimado en esta fase es de S/.916,154.55 El detalle se muestra en la tabla 6.

Tabla 6

Costo por demanda mensual insatisfecha (Año 2022) – Alimento crecimiento concentrado

Mes	TN Demandado	TN Producido	TN tercerizado	Costo/ TN	Costo/TN Propio	Costo total	Costo total propio	Sobre costo
Enero	18900	17955	945	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,800,225.00	S/ 1,723,680.00	S/ 76,545.00
Febrero	18825	17884	941	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,793,081.25	S/ 1,716,840.00	S/ 76,241.25
Marzo	18855	17912	943	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,795,938.75	S/ 1,719,576.00	S/ 76,362.75
Abril	18829	17888	941	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,793,462.25	S/ 1,717,204.80	S/ 76,257.45
Mayo	18827	17886	941	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,793,271.75	S/ 1,717,022.40	S/ 76,249.35
Junio	18858	17915	943	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,796,224.50	S/ 1,719,849.60	S/ 76,374.90
Julio	18811	17870	941	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,791,747.75	S/ 1,715,563.20	S/ 76,184.55
Agosto	18889	17945	944	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,799,177.25	S/ 1,722,676.80	S/ 76,500.45
Septiembre	18900	17955	945	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,800,225.00	S/ 1,723,680.00	S/ 76,545.00
Octubre	18874	17930	944	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,797,748.50	S/ 1,721,308.80	S/ 76,439.70
Noviembre	18811	17870	941	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,791,747.75	S/ 1,715,563.20	S/ 76,184.55
Diciembre	18832	17890	942	S/ 1,905.00	S/ 1,824.00	S/ 1,793,748.00	S/ 1,717,478.40	S/ 76,269.60
Total	226211	214900	11311	S/ -	-	S/ 21,546,597.75	S/ 20,630,443.20	S/ 916,154.55

Nota. Elaboración propia

El alimento engorde concentrado corresponde a la fase final del ave, representando el 35% de la producción mensual de alimento. El sobrecosto anual estimado en esta fase es de S/689,095.80 El detalle se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

Costo por demanda mensual insatisfecha (Año 2022) – Alimento engorde concentrado

Mes	TN Demandado	TN Producido	TN tercerizado	Costo/ TN	Costo/TN Propio	Costo total	Costo total propio	Sobrecosto
Enero	14700	13965	735	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,397,970.00	S/ 1,340,640.00	S/ 57,330.00
Febrero	14695	13960	735	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,397,494.50	S/ 1,340,184.00	S/ 57,310.50
Marzo	14665	13932	733	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,394,641.50	S/ 1,337,448.00	S/ 57,193.50
Abril	14640	13908	732	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,392,264.00	S/ 1,335,168.00	S/ 57,096.00
Mayo	14643	13911	732	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,392,549.30	S/ 1,335,441.60	S/ 57,107.70
Junio	14633	13901	732	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,391,598.30	S/ 1,334,529.60	S/ 57,068.70
Julio	14629	13898	731	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,391,217.90	S/ 1,334,164.80	S/ 57,053.10
Agosto	14700	13965	735	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,397,970.00	S/ 1,340,640.00	S/ 57,330.00
Septiembre	14635	13903	732	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,391,788.50	S/ 1,334,712.00	S/ 57,076.50
Octubre	14613	13882	731	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,389,696.30	S/ 1,332,705.60	S/ 56,990.70
Noviembre	14688	13954	734	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,396,828.80	S/ 1,339,545.60	S/ 57,283.20
Diciembre	14681	13947	734	S/ 1,902.00	S/ 1,824.00	S/ 1,396,163.10	S/ 1,338,907.20	S/ 57,255.90
Total	175922	167126	8796	S/ -	-	S/ 16,730,182.20	S/ 16,044,086.40	S/ 686,095.80

Nota. Elaboración propia

El sobrecosto anual en el que recae la empresa generada por la demanda mensual insatisfecha de los tres tipos de alimento es de S/. 1, 983,321.95. El detalle se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Costo por demanda mensual insatisfecha (2022)

Tipo de Alimento	Sobrecosto	
Inicio concentrado	S/	381,071.60
Crecimiento concentrado	S/	916,154.55
Engorde concentrado	S/	686,095.80
Total		S/1,983,321.95

Nota. Elaboración propia con información suministrada por la empresa

3.1.3. Problema 3: Baja productividad

Uno de los problemas comentados por los colaboradores de la planta de alimento balanceado fue la baja productividad. Para realizar el cálculo de la productividad se utilizó la siguiente fórmula:

$$Productividad = Eficiencia * Calidad \text{ (Gutiérrez, 2014)}$$

Para el cálculo de la eficiencia usaremos la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{(Resultado alcanzado / Costo real) * Tiempo invertido /}{(Resultado esperado / Coste estimado) * Tiempo previsto} \text{ (Gutiérrez, 2014)}$$

La planta de alimento balanceado actualmente cuenta con una capacidad instalada de 87 TN por hora lo cual se traduce a 1450 sacos de 50Kg por hora o 34800 sacos por día, actualmente la producción es de 26 600 sacos por día, la empresa tiene como demanda 28000 sacos/día lo que equivale a un 84% de su capacidad instalada. Se detalla en la tabla 9.

Tabla 9

Dimensionamiento de la línea de producción de alimento balanceado (Promedios)

Dato	Cantidad	Medida / Comentario
Capacidad instalada de planta	34800	Saco/día
Perdida por mezcla y peletizado de materia prima en %	4%	El 4% de la materia prima se pierde
Perdida por mezcla y peletizado de materia prima	1392	Saco/día
Perdida por tiempos de mntt (2Hr al día aprox), bajada de producción etc.	2900	Saco/día
Pérdida por tiempos de limpieza (1Hr al día aprox)	1450	Saco/día
Producción estimada al día	29058	Saco/día
Producción estimada %	84%	La planta debe producir al 84% de capacidad instalada
Producción real %	76%	La planta produce a un 74% de capacidad instalada
Producción al día promedio	26600.00	Saco/día
Demanda diaria de granja promedio	28000.00	Saco/día
Cantidad comprada a terceros	1400.00	Saco/día
Cantidad comprada a terceros en %	5%	El 5% de la comida enviada a granja es tercerizada

Nota. Elaboración propia

Para poder calcular la eficiencia se muestran los datos en la tabla 10.

Tabla 10

Datos de cálculo de eficiencia

Datos	valores	medidas
Costo Real	S/ 92.0	Costo/Saco
Tiempo invertido	21	Hr/día
Resultado alcanzado	26600.00	Saco/día
Costo Estimado	S/ 85.00	Costo/Saco
Tiempo invertido	23	Hr/día
Resultado esperado	28000.00	Saco/día

Nota. Elaboración propia

La empresa necesita trabajar al 84% de su capacidad instalada lo que equivale a 28000 sacos de alimento por día, actualmente la empresa está activa 21 horas al día lo que la

empresa espera es trabajar 23 horas al día reduciendo los tiempos de mantenimiento y limpieza.

Tomando los 28000 sacos por día como el resultado esperado se calcula la eficiencia inicial:

$$Eficiencia = \frac{\left(\frac{26600 \frac{saco}{día}}{92 \frac{soles}{saco}} \right) * 24 \frac{horas}{día}}{\left(\frac{28000 \frac{saco}{día}}{85 \frac{soles}{saco}} \right) * 23 \frac{horas}{día}}$$

$$Eficiencia = 0.80$$

Según el cálculo tenemos que la eficiencia es de un 80.18%.

Se realizó el cálculo de costo por oportunidad produciendo a máxima capacidad en el periodo de 23 horas que se tiene inicialmente como periodo de tiempo operativo, posteriormente se calculó la utilidad operativa que la empresa deja de ganar al no producir a su máxima capacidad instalada.

Se calcula la cantidad de sacos que la empresa deja de producir frente al número de sacos ideales cumpliendo la capacidad máxima instalada de la planta. Esta diferencia en sacos se ve reflejado como el alimento que se deja de suministrar a las aves impidiendo el ciclo productivo de la empresa impactando en una utilidad pérdida anual de S/.15,820,511.38. El detalle se muestra en la tabla 11.

Tabla 11

Utilidad pérdida al producir por debajo de la capacidad instalada

Mes	N° de sacos producidos	N° de sacos estimados	Diferencia en sacos	Diferencia en Kg	Kg de carne	Utilidad perdida
Enero	798000	840000	42000	2100000	777777.8	S/ 1,234,205.00
Febrero	795796	840000	44204	2210200	818592.6	S/ 1,308,131.72
Marzo	794580	840000	45420	2271000	841111.1	S/ 1,348,903.75
Abril	794124	840000	45876	2293800	849555.6	S/ 1,364,203.95
Mayo	794675	840000	45325	2266250	839351.9	S/ 1,345,727.28
Junio	794219	840000	45781	2289050	847796.3	S/ 1,361,011.73
Julio	794466	840000	45534	2276700	843222.2	S/ 1,352,741.15
Agosto	797791	840000	42209	2110450	781648.1	S/ 1,241,216.22
Septiembre	796594	840000	43406	2170300	803814.8	S/ 1,281,359.37
Octubre	794067	840000	45933	2296650	850611.1	S/ 1,366,106.80
Noviembre	795986	840000	44014	2200700	815074.1	S/ 1,301,764.58
Diciembre	795587	840000	44413	2220650	822463.0	S/ 1,315,139.83
Total	9545885	10080000	534115	26705750	9891018.519	S/ 15,820,511.38

Nota. Elaboración propia

Se procede a realizar el cálculo de la calidad. Se tiene el histórico de rechazos mensuales del alimento balanceado en la tabla 12.

Tabla 12

Cantidad de sacos de 50 kg rechazados durante el 2022

Mes	N° de sacos producidos	N° de sacos rechazados	N° sacos correctos	Kg de carne	Costo de sacos rechazados
Enero	798399	3991.995	794407.0	1478.5	S/ 2,661.33
Febrero	796193.898	3980.96949	792212.9	1474.4	S/ 2,653.98
Marzo	794977.29	3974.88645	791002.4	1472.2	S/ 2,649.92
Abril	794521.062	3972.60531	790548.5	1471.3	S/ 2,648.40
Mayo	795072.3375	3975.361688	791097.0	1472.4	S/ 2,650.24
Junio	794616.1095	3973.080548	790643.0	1471.5	S/ 2,648.72
Julio	794863.233	3974.316165	790888.9	1472.0	S/ 2,649.54
Agosto	798189.8955	3990.949478	794198.9	1478.1	S/ 2,660.63
Septiembre	796992.297	3984.961485	793007.3	1475.9	S/ 2,656.64
Octubre	794464.0335	3972.320168	790491.7	1471.2	S/ 2,648.21
Noviembre	796383.993	3981.919965	792402.1	1474.8	S/ 2,654.61
Diciembre	795984.7935	3979.923968	792004.9	1474.0	S/ 2,653.28
Total	9550657.943	47754	9502905	17686.4036	S/ 31,835.53

Nota. Elaboración propia

Se utilizó la fórmula:

$$Calidad = (Productos\ correctos / productos\ fabricados) * 100 \text{ (Yangali, 2022)}$$

Se tomó como valores la suma de productos correctos y de productos fabricados durante el año 2022,

$$Calidad = (9502905/47754) * 100$$

$$Calidad = 0.995$$

El porcentaje de calidad es de 99.5%

Posteriormente se calculó la productividad multiplicando los indicadores de eficiencia y calidad

$$Productividad = 80.18\% * 99.5\%$$

$$Productividad = 79.78\%$$

La productividad teórica del sector está orientada en permanecer en un 85%, teniendo la empresa en evaluación una desventaja de 0.06 PP frente al sector y competencia.

Tabla 13

Costo por total por baja productividad

Descripción		Costo
Costeo por baja producción	S/	15,820,511.38
Costo por sacos rechazados	S/	31,835.53
Total	S/	15,852,346.91

Nota. Elaboración propia

Generando el problema de Baja Productividad un costo total anual de S/.15,852,346.91 que se muestra en la tabla 13.

Tabla 14

Sobrecostos por problema

Descripción		Costo
Baja calidad de materia prima	S/	1,482,230.99
Demanda mensual insatisfecha	S/	1,983,321.95
Baja productividad	S/	15,852,346.91
Total		S/19,317,899.85

Nota. Elaboración propia con información suministrada por la empresa

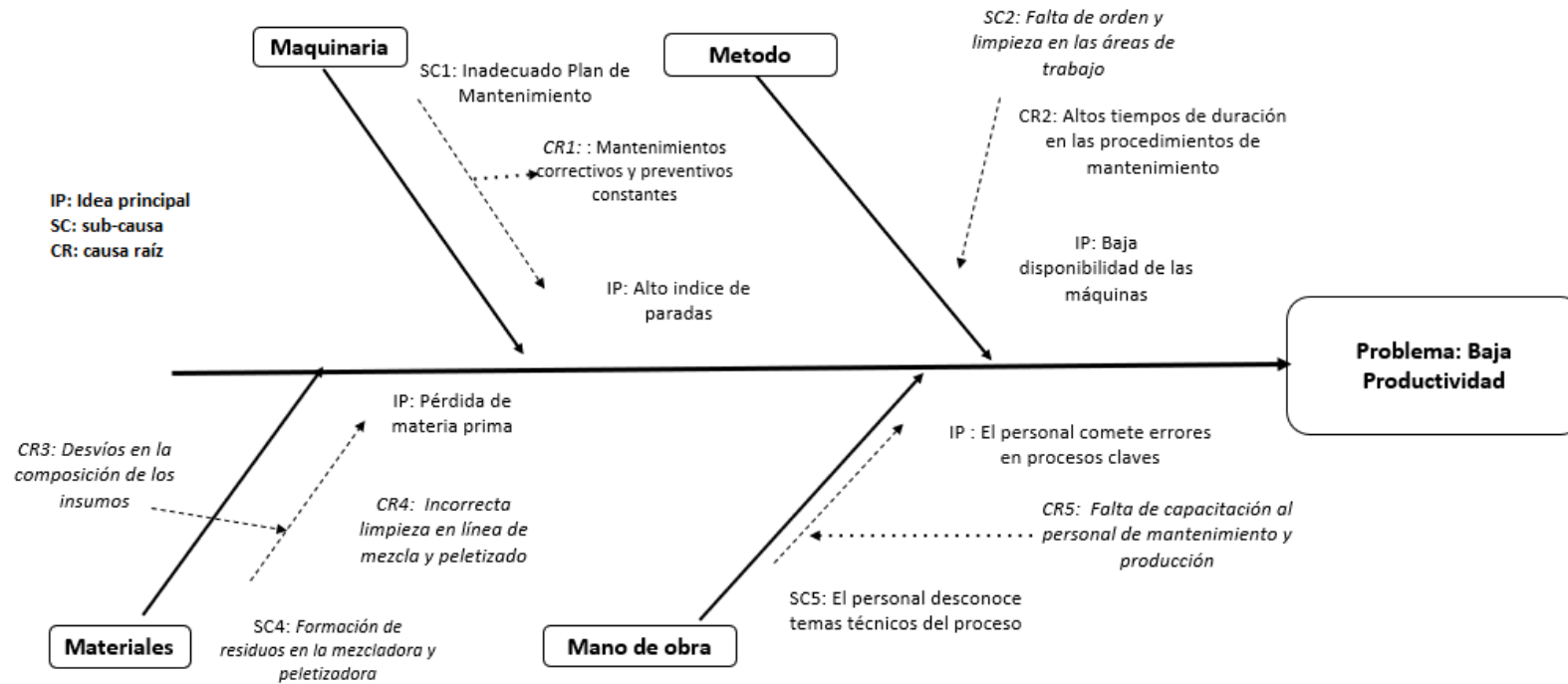
Se tiene la comparativa de los 3 problemas presentados en la línea de producción de alimento balanceado, el problema que genera un mayor sobre costo es la Baja Productividad representando el 82% de los sobre costos generados, el cual se muestra en la tabla 14. Considerando este resultado se realizará el diagnóstico para encontrar las causas raíces que generan esta problemática.

3.2 Causas raíces del problema: Diagrama de Ishikawa

A continuación, se muestra el diagrama de Ishikawa obteniendo las causas raíz de cada problema en la línea de producción de la planta de alimento balanceado, obteniendo como problema principal la Baja Productividad.

Figura 1

Diagrama Ishikawa



Nota. Elaboración propia

Al tener las cinco causas-raíz se realiza la matriz de priorización de variables, detallada en la tabla 15.

Tabla 15

Matriz de priorización de causas raíz

N°	Causas- Raíz	Variables			Total, de puntos
		Frecuencia	Importancia	Factibilidad	
1	Inadecuado plan de mantenimiento	7	10	9	26
2	Falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo	2	3	6	11
3	Desvíos en la composición de los insumos	3	6	1	10
4	Incorrecta limpieza en línea de mezcla y peletizado	8	8	9	25
5	Falta de capacitación al personal de mantenimiento y producción	3	5	9	17

Nota. Elaboración propia

Como resultado del Pareto de la matriz de priorización, se detallan los principales problemas con mayor frecuencia en la tabla 16.

Tabla 16

Resultados de matriz de priorización

Causa raíz	Total	Frecuencia	Frecuencia acumulada
Inadecuado plan de mantenimiento	26	0.29	29.21%
Incorrecta limpieza en línea de mezcla y peletizado	25	0.28	57.30%
Falta de capacitación al personal de mantenimiento y producción	17	0.19	76.40%
Falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo	11	0.12	88.76%
Desvíos en la composición de los insumos	10	0.11	100.00%
Total	89	1	

Nota. Elaboración propia

Las causas raíz seleccionadas, son:

- Inadecuada Plan de Mantenimiento.
- Incorrecta limpieza en la línea de Peletizado.
- Falta de capacitación al personal de mantenimiento y producción.

Para identificar las máquinas en las cuales se desarrollará el costeo realizamos la matriz de priorización, la cual se muestra en la tabla 17.

Tabla 17

Matriz de Criticidad de Activos

Activos	Stand By	Producción Criticidad	Calidad Criticidad	Seguridad Criticidad	Medio Ambiente Criticidad	Costo Criticidad	Probabilidad de fallas	Riesgo	Nivel de Criticidad
ELEVADOR 21	NO	7	6	2	0	10	1	5	CRITICIDAD 1
PRENSAS	NO	8	8	5	0	8	2	11.6	CRITICIDAD 2
CALDERO	NO	8	7	8	6	8	2	14.8	CRITICIDAD 2
TOLVAS	NO	6	6	4	1	8	5	25	CRITICIDAD 1
MEZCLADORA BUHLER 1	NO	9	8	1	2	8	1	5.6	CRITICIDAD 1
MOLINO 03	NO	10	10	7	5	8	3	24	CRITICIDAD 1
DOSIF. PREMEZCLA 1	NO	5	9	3	2	7	2	10.4	CRITICIDAD 1
DOSIFICADOR M BÄœHLER 1 (1-2)	NO	8	9	3	2	7	3	17.4	CRITICIDAD 1
DRAG	NO	5	5	6	1	7	4	19.2	CRITICIDAD 2
GUSANO 200	NO	7	4	3	1	6	4	16.8	CRITICIDAD 2
PELLETIZADORA	NO	10	10	7	4	9	3	24	CRITICIDAD 1
EXTRACTORES	NO	9	5	5	1	6	4	20.8	CRITICIDAD 1
BALANZA	NO	8	3	1	1	4	3	10.2	CRITICIDAD 2
APLICADOR DE GRASA	NO	9	2	1	1	2	1	3	CRITICIDAD 1
ZARANDA 1,2,3,4	NO	9	4	1	2	3	3	11.4	CRITICIDAD 1
MOTOR	NO	8	4	7	8	6	3	19.8	CRITICIDAD 2
BOMBA DE GRASA	NO	6	4	6	3	6	3	15	CRITICIDAD 2

EQUIPO										
MICRODOSIFICADOR - BUHLER	NO	7	6	1	1	6	2	8.4	CRITICIDAD 2	
FAJA TRANSP. 3 SILO 4	NO	3	2	4	1	5	2	6	CRITICIDAD 2	
EQUIPO DE PREMEZCLA GIULIANI	NO	6	7	2	1	5	3	12.6	CRITICIDAD 2	
ACONDICIONADOR 1,4, 2	NO	7	4	1	2	5	2	7.6	CRITICIDAD 2	
VENTILADORES	NO	5	1	4	1	3	2	5.6	CRITICIDAD 2	
LIMPIADOR ROTATIVO	NO	2	4	1	1	2	1	2	CRITICIDAD 3	
TERMO ACONDICIONADOR 6	NO	6	7	1	1	4	5	19	CRITICIDAD 2	
COMPRESOR ATLAS COPCO 50 HP	NO	6	8	3	1	2	2	8	CRITICIDAD 2	
ALIMENTADORES	NO	4	4	3	1	2	2	5.6	CRITICIDAD 2	
MOTOR ELECTRICO	NO	7	6	8	7	2	2	12	CRITICIDAD 2	
ENFRIADOR	NO	4	7	1	1	6	6	22.8	CRITICIDAD 1	
TERMO ACONDICIONADOR 5,3	NO	7	6	1	1	6	5	21	CRITICIDAD 2	
VALVULA ROTATIVA F-3	NO	3	4	2	1	1	1	2.2	CRITICIDAD 3	
REDLER - LINEA 4	NO	1	3	3	1	1	4	7.2	CRITICIDAD 2	
SISTEMA DE VAPOR	NO	5	5	1	1	1	3	7.8	CRITICIDAD 2	
REDLER 4 MOLIENDA	NO	1	3	3	1	1	4	7.2	CRITICIDAD 2	

Nota. Elaboración propia

3.2.1 Costeo de Causa- Raíz

A continuación, se obtuvo el costo de las tres causa-raíz seleccionadas con el objetivo de cuantificar el impacto económico que genera en la empresa.

3.2.1.1. Causa Raíz 1

Se realizó el obtuvo el costo de la primera causa-raíz que es el costo por mantenimiento correctivo.

Para calcular el costo por mantenimiento correctivo se detalla la lista de equipos de la línea de producción, el número de fallas que tiene cada uno de ellos, el tiempo de funcionamiento y tiempo de reparación por avería. Con ello obtenemos los indicadores de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad.

El costo anual por mantenimiento correctivo es de S/.1, 221, 558. El detalle se muestra en la tabla 18.

Tabla 18

Costeo por mantenimiento correctivo

Lista de equipos	Número de fallas	Tiempo de funcionamiento	Tiempo de reparaciones (TTR)	MTTR	MTBF	Mantenibilidad	Confiabilidad	Disponibilidad	Costo de mantenimiento correctivo
ELEVADOR 21	121	4235	710	5.87	35.00	96%	58%	85.6%	S/ 175,898.69
PRENSAS	124	3664	705	5.69	29.55	96%	53%	83.9%	S/ 156,252.20
CALDERO	42	4001	284	6.76	95.26	94%	82%	93.4%	S/ 110,000.02
TOLVAS	53	3849	486	9.17	72.62	87%	77%	88.8%	S/ 101,807.18
MEZCLADORA BUHLER 1	54	3672	568	10.52	68.00	84%	76%	86.6%	S/ 82,448.08
MOLINO 03	46	4244	550	11.96	92.26	80%	81%	88.5%	S/ 79,381.97
DOSIF. PREMEZCLA 1	43	4131	480	11.16	96.07	82%	82%	89.6%	S/ 75,670.56
DOSIFICADOR M BUHLER 1 (1-2)	3	4464	530	176.67	1488.00	10%	99%	89.4%	S/ 60,033.90
DRAG	58	3850	486	8.38	66.38	90%	75%	88.8%	S/ 52,986.75
GUSANO 200	40	3900	500	12.50	97.50	78%	82%	88.6%	S/ 43,501.34
PELLETIZADORA	36	3706	456	12.67	102.94	78%	83%	89.0%	S/ 39,948.33
EXTRACTORES	32	4040	298	9.31	126.25	87%	86%	93.1%	S/ 31,590.44

BALANZA	11	3810	311	28.27	346.36	49%	95%	92.5%	S/	24,763.50
APLICADOR DE GRASA	26	4139	358	13.77	159.19	75%	89%	92.0%	S/	24,602.92
ZARANDA 1,2,3,4	16	3805	280	17.50	237.81	66%	92%	93.1%	S/	24,402.62
MOTOR	3	4083	15	5.00	1361.00	98%	99%	99.6%	S/	22,660.00
BOMBA DE GRASA	32	4183	189	5.91	130.72	96%	86%	95.7%	S/	20,537.94
EQUIPO MICRODOSIFICADOR - BUHLER	13	4370	268	20.62	336.15	60%	95%	94.2%	S/	19,992.00
FAJA TRANSP. 3 SILO 4	14	4241	275	19.64	302.93	62%	94%	93.9%	S/	12,104.80
EQUIPO DE PREMEZCLA GIULIANI	10	4568	253	25.30	456.80	53%	96%	94.8%	S/	11,834.00
ACONDICIONADOR 1,4,2	10	3568	138	13.80	356.80	75%	95%	96.3%	S/	11,307.34
VENTILADORES	17	4161	282	16.59	244.76	68%	93%	93.7%	S/	9,066.00
LIMPIADOR ROTATIVO	3	3841	14	4.67	1280.33	98%	99%	99.6%	S/	5,174.00

TERMO ACONDICIONADOR 6	7	4568	11	1.57	652.57	100%	97%	99.8%	S/ 4,948.00
COMPRESOR ATLAS COPCO 50 HP	3	3764	8	2.67	1254.67	100%	98%	99.8%	S/ 4,362.96
ALIMENTADORES	2	3854	13	6.50	1927.00	95%	99%	99.7%	S/ 3,718.00
MOTOR ELECTRICO	7	3940	15	2.14	562.86	100%	97%	99.6%	S/ 2,664.00
ENFRIADOR	1	3677	5	5.00	3677.00	98%	99%	99.9%	S/ 1,950.00
TERMO ACONDICIONADO R 5,3	4	4404	7	1.75	1101.00	100%	98%	99.8%	S/ 1,734.00
VALVULA ROTATIVA F-3	4	3663	14	3.50	915.75	100%	98%	99.6%	S/ 1,718.00
REDLER - LINEA 4	3	4620	13	4.33	1540.00	99%	99%	99.7%	S/ 1,674.00
SISTEMA DE VAPOR	5	4307	9	1.80	861.40	100%	98%	99.8%	S/ 1,630.00
REDLER 4 MOLIENDA	1	3890	14	14.00	3890.00	74%	100%	99.6%	S/ 1,195.00
Total	844	133212	8545	15.00	726.21	83%	89%	94.2%	S/1,221,558

Nota. Elaboración Propia

3.2.1.2 Causa Raíz 2

Incorrecta limpieza en la línea de peletizado: Alto tiempo. Se realizó un estudio de tiempos de los equipos con un nivel de criticidad 1 con el objetivo de calcular el tiempo unitario en horas que conlleva al realizarles el mantenimiento diario. Se obtuvo que se requieren 2.1hrs diarias de mantenimiento que incluyen 28 minutos de tiempo muerto. El detalle se muestra en la tabla 19.

Tabla 19

Estudio de tiempos del mantenimiento preventivo y limpieza de equipos críticos

Lista de equipos	Tiempo unitario de mantenimiento en horas	Tiempo unitario de mantenimiento en min	Tiempo productivo	Tiempo muerto
ELEVADOR 21	0.2	14.00	10	4
TOLVAS	0.2	11.00	10	1
MEZCLADORA BUHLER 1	0.2	10.00	8	2
MOLINO 03	0.3	15.00	11	4
DOSIF. PREMEZCLA 1	0.2	12.00	9	3
DOSIFICADOR M BUHLER 1 (1-2)	0.2	11.00	8	3
DRAG	0.2	9.00	6	3
GUSANO 200	0.2	10.00	8	2
PELLETIZADORA	0.2	10.00	8	2
ENFRIADOR	0.2	11.00	9	2
TERMO ACONDICIONADOR 5 ,3	0.2	14.00	12	2
Total	2.1	127.00	99.00	28.00

Nota. Elaboración propia

Se detalla la capacidad de producción diaria con las horas productivas de la planta estimada y la producción real que obtiene la planta con dos horas desaprovechadas por mantenimiento correctivo, el detalle se muestra en la tabla 20.

Tabla 20

Costo por tiempo de mantenimiento

Tiempo	Capacidad de Producción Diaria (Sacos)	Hrs Productivas Estimadas	Producción Diaria (Sacos)	Hrs Reales	Hrs Desaprovechadas
Día	28000.00	23	26600.00	21	2

Nota. Elaboración propia

Se calcula las horas anuales perdidas por mantenimiento, reflejado en los kilogramos de alimento balanceado que se producen por hora y el impacto en los kilogramos convertidos en pollo-carne, obteniendo como utilidad pérdida anual S/. 38,791,666.67. El detalle se muestra en la tabla 21.

Tabla 21

Utilidad pedida anual por horas desaprovechadas en planta

Horas Anuales	Kg producidos	Kg carne	Utilidad perdida
700	38791666.67	21550925.93	S/ 38,791,666.67

Nota. Elaboración propia

Como resultado se tiene un tiempo productivo del 91%.

Tabla 22

Indicador

Indicador	
Tiempo productivo*100%/Tiempo Total	91%

Nota. Elaboración propia

3.2.1.3 Causa Raíz 3

Falta de capacitación al personal de mantenimiento y producción: Excesivo tiempo de mezclado y cambio en la herramienta de peletizado.

A continuación, se muestra el gasto anual por proveedores de servicio de mantenimiento al no tener la empresa personal de mantenimiento especializado y con poca capacitación en temas de mantenimiento. También se diagnosticó que el personal operativo designado a mantenimiento no se da abasto para las atenciones correspondientes al mantenimiento preventivo y correctivo.

Tabla 23

Gasto anual por proveedores de servicios de mantenimiento

Proveedores de servicios de mantenimiento	Gasto Anual
SOLUCIONES INDUSTRIA	S/ 77,909.43
SOLDATEC PERU E.I.R.	S/ 62,794.15
TRUJILLO QUIÑONES VI	S/ 51,362.61
LANDA GOMERO ADOLFO	S/ 46,952.33
CORPORACION PERUANA	S/ 36,575.86
WATER & COMBUSTION S	S/ 30,143.77
CONSTRUCCION Y MOVIM	S/ 28,912.44
PASION ESPEJO MILLER	S/ 25,538.49
SERRANO EQUIPOS S.A.	S/ 19,538.08
UNIMAQ S.A.	S/ 11,622.23

LA LLAVE S.A.	S/	10,709.31
BALTAZAR RAMOS FLORE	S/	10,690.85
MONTACARGAS ZAPLER S	S/	10,628.96
MS INDUSTRIAL S.A.C.	S/	10,431.31
CORPORACION SANDOVAL	S/	9,788.57
CONTRATISTAS CIVILES	S/	7,247.18
TOTAL, WEIGHT & SYSTE	S/	6,631.43
SERVICIOS E INVERSIO	S/	6,617.28
FABRICACIONES INDUST	S/	6,505.71
TOLEDO BAZALAR OSCAR	S/	6,460.00
CODIZA S.A.	S/	6,420.80
INGEVAP SOCIEDAD ANO	S/	5,950.00
MULTISERVICIOS JOAMI	S/	5,359.73
AIRVENT PERU S.A.C.	S/	5,300.00
PRECISION PERU S.A.	S/	5,287.64
ARCON MAQUINARIAS Y	S/	5,199.77
PINEDO RUIZ SUSANA C	S/	5,137.14
ROMS SERVICE EMPRESA	S/	4,877.43
PRESTADORA DE SERVIC	S/	4,874.73
ZION INGENIERIA & CO	S/	4,646.92
DELTA 500 E.I.R.L.	S/	4,362.96
MULTISERVICIOS JARA	S/	3,928.57
FERRIER S.A.	S/	3,720.00
WPK MECATRONIC SYSTE	S/	3,697.69
ZGROUP S.A.C.	S/	3,600.00
LESCANO CARRILLO CAR	S/	3,167.03
SANTOS SALDIVAR SOCI	S/	2,892.25
MACROTECH SOLUTION S	S/	2,808.57
SEW EURODRIVE DEL PE	S/	2,782.63
MASTER SUMINISTROS I	S/	2,477.41
SERVICIOS GENERALES	S/	2,458.72
MOGOLLON MORALES MIG	S/	2,287.92
Total	S/	568,297.92

Nota. Elaboración propia

El costo por mantenimiento externo anual es de S/.568, 297.92 y el % de fallas atendidas de manera externa es del 36%:

Tabla 24

Costo por mantenimiento externo

	Numero de fallas totales	Número de fallas atendidas de manera externa	Porcentaje	Costo por mantenimiento externo
Actual	844	300	36%	S/568,297.92

Nota. Elaboración propia

Se tomó información de la empresa de cuántas capacitaciones técnicas realizaban al año a su personal y el resultado fue del 4%.

Tabla 25

N.º de capacitaciones anuales

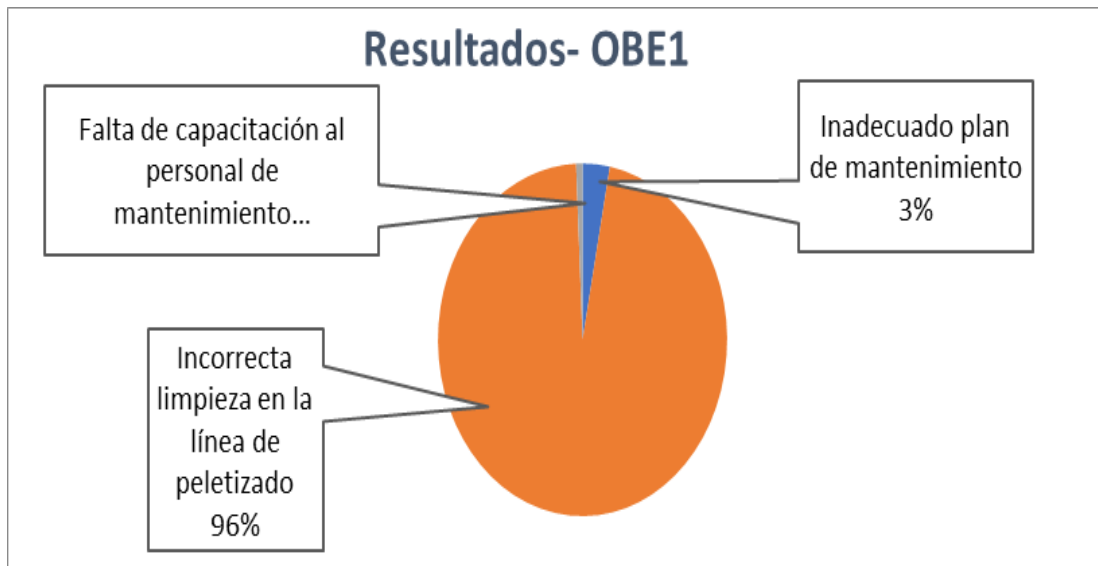
	Nº de capacitaciones de rutina (año)	Nº de capacitaciones especializadas en temas técnicos (año)	Porcentaje
Actual	48	2	4%

Nota. Elaboración propia

Finalizando el diagnóstico inicial del área de producción de la planta de alimento balanceado se obtiene como resultado del primer objetivo

Figura 2

Resultados del objetivo 1



Nota. Elaboración propia

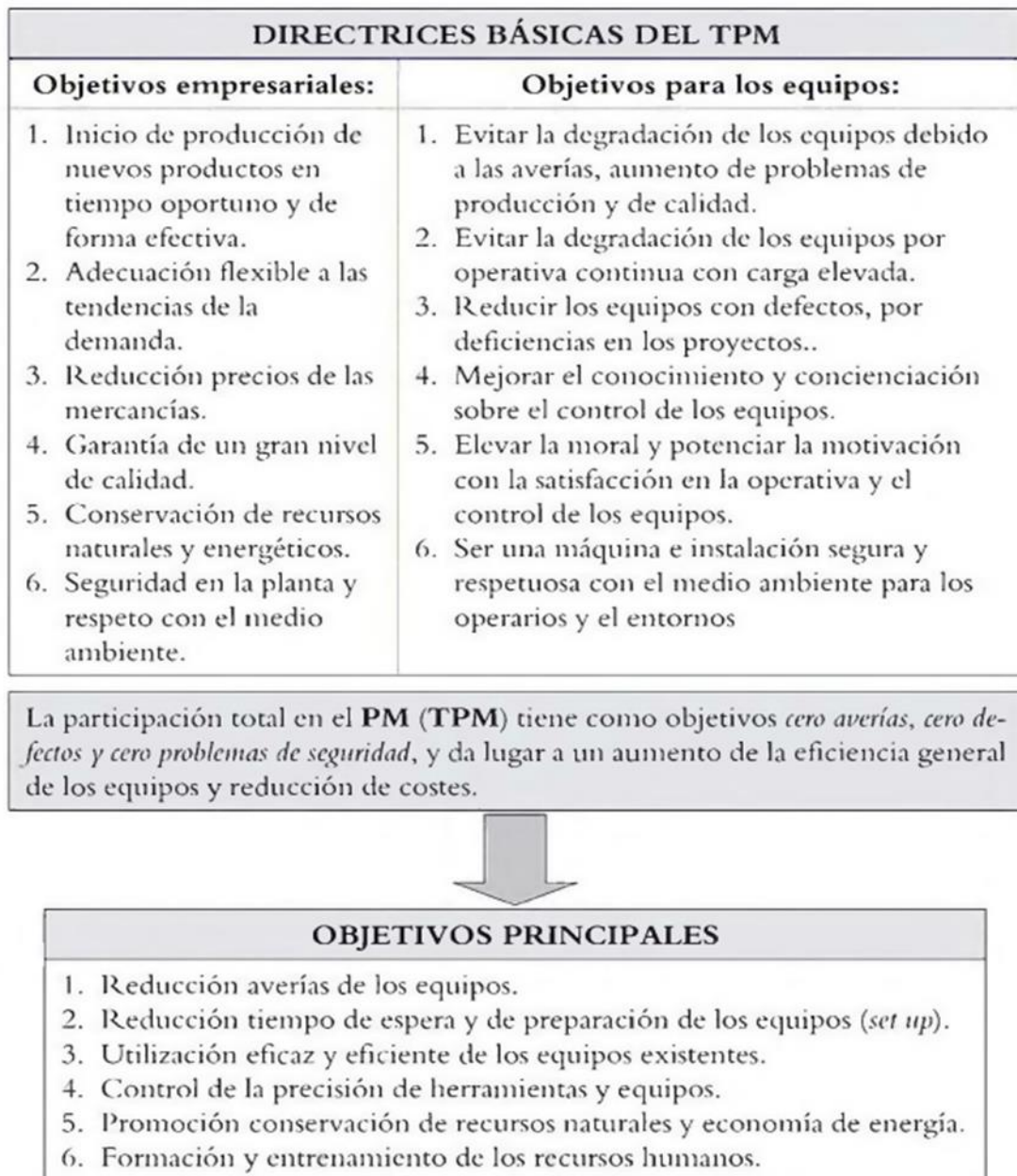
La principal causa que afecta a la empresa es la incorrecta limpieza y mantenimiento en la línea de peletizado que ocasionan sobretiempos en los procesos y se refleja en un costo de oportunidad de S/38,791,666.67 anuales.

3.2. Desarrollo de la propuesta: Mantenimiento Productivo Total (TPM)

En la figura 3 se muestra el detalle de las directrices del TPM.

Figura 3

Directrices básicas del TPM



Para resolver la causa raíz de Inadecuado plan de mantenimiento se realizó la propuesta de desarrollo de TPM la cual comprende 4 fases y 9 pasos que se llevarán a cabo de un año. Esta herramienta se desarrollará con el fin de aumentar la mantenibilidad y la confiabilidad de los equipos y como consecuencia incrementará la disponibilidad. Cabe resaltar que se centrará en el mantenimiento autónomo y preventivo.

Como primer paso esta la decisión de aplicar el TPM en la empresa, esta debe involucrar la decisión de gerencia y el compromiso de toda la organización, para desarrollar el plan se contratará un líder del proyecto y se llevará a cabo específicamente en el área de mantenimiento. En la tabla 26 se muestra el diseño del modelo TPM

Tabla 26

Diseño del modelo TPM

Fase	Paso	Detalle
Preparación	1	Decisión de aplicar TPM a la empresa
	2	Información sobre TPM
	3	Estructura promocional del TPM
	4	Objetivos y políticas básicas del TPM
	5	Plan maestro de desarrollo de TPM
Introducción	6	Arranque formal del TPM
Implementación	7	Desarrollo de un programa de mantenimiento autónomo
	8	Desarrollo de un programa de mantenimiento planificado
	9	Gestión temprana de equipos

Nota. Elaboración propia

El *segundo paso* es brindar los conocimientos básicos de la manufactura esbelta que involucren el TPM para ello se brindarán capacitaciones del líder hacia el equipo de mantenimiento, estas capacitaciones abordarán los temas de Mantenimiento Productivo Total, Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Preventivo. En la tabla 27 se muestra el diseño de la información sobre el TPM.

Tabla 27

Información sobre el TPM

VERSIÓN 1.0		CAMPAÑA DE DIFUSIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	
Encargado		Líder del equipo	
Fecha de aprobación			
Cronograma de Capacitaciones al Personal			
TEMA	PERSONAL OBJETIVO	OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN	Fecha de programación
<i>Mantenimiento Productivo Total (TPM)</i>	<i>Personal de la Planta</i>	<i>Obtención de conocimientos teóricos sobre la Filosofía Lean (producción esbelta) en la Industria y la importancia de la metodología TPM</i>	
		Sólidos conocimientos sobre los 12 pilares del TPM	
		Explicación sobre los conceptos de Eficiencia, Mantenibilidad, Disponibilidad y Confiabilidad en la gestión de mantenimiento	
Mantenimiento Autónomo	Personal de Mantenimiento	Importancia de la participación activa de todo el personal en el área de mantenimiento	
		Conocimientos teóricos sobre el Mantenimiento Autónomo, su filosofía de trabajo e importancia de implementarlo en la Planta	
Mantenimiento Preventivo	Personal de Mantenimiento	Conocimientos sobre los 7 principios del mantenimiento autónomo	
		Explicación sobre las capacitaciones Especializadas: aumento de conocimiento técnico	
Mantenimiento Preventivo	Personal de Mantenimiento	Conocimientos teóricos sobre el Mantenimiento Preventivo, filosofía de trabajo e importancia de implementarlo en la Planta	
		Conocimiento sobre las diversas herramientas de aplicación	
Mantenimiento Preventivo	Personal de Mantenimiento	Importancia de conservar, estudiar y analizar el historial de fallas de los equipos	

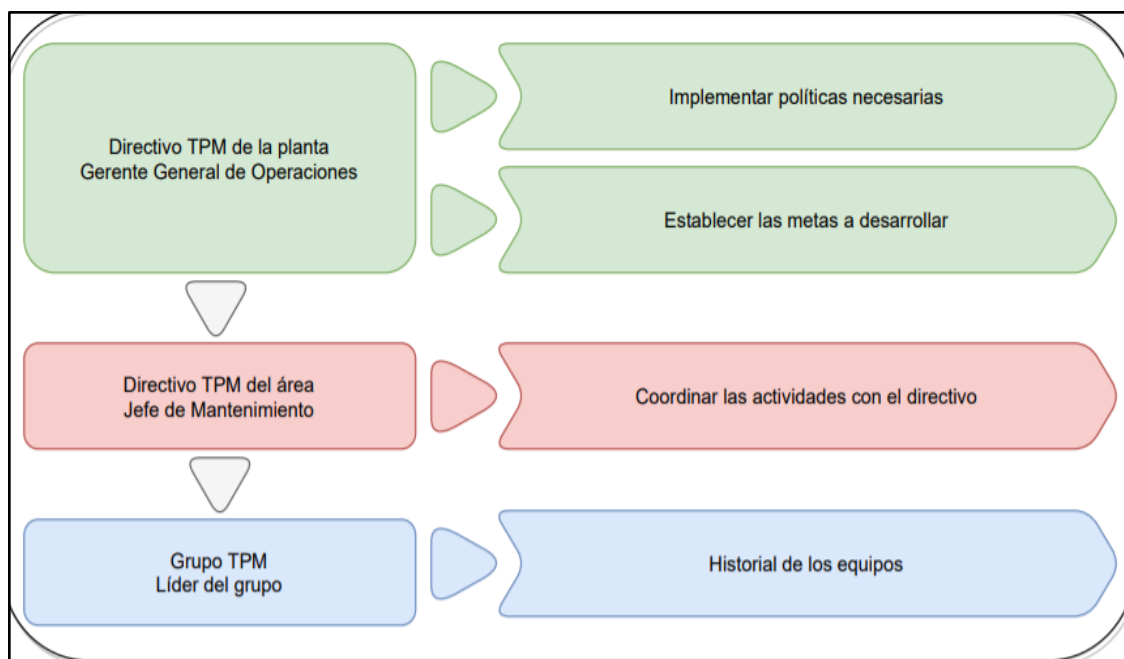
Nota. Elaboración propia

El *tercer paso* es formar la estructura promocional del TPM, que incluye el

compromiso de los involucrados y la difusión para que los colaboradores estén informados del equipo de trabajo. Aquí se define un organigrama para la implementación del TPM. En la figura 3 se muestra la estructura promocional del TPM.

Figura 4

Estructura promocional del TPM



Posteriormente, como *cuarto paso*, se deberán establecer los objetivos y políticas del TPM. Como política se tiene:

“Cambiar la mentalidad de las personas sobre la importancia del mantenimiento de las máquinas y equipos, el cual incrementa la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de ellas permitiendo reducir las tasas de averías y tiempos muertos que contribuirán a incrementar la eficiencia en la planta”

También se definirán las metas, las cuales son:

1. Reducir averías

2. Reducir retrasos
3. Cooperación entre áreas de producción y mantenimiento.
4. Capacitación.
5. Reducir costos.
6. Incrementar disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de equipos.

El quinto paso de la propuesta es elaborar un plan maestro de TPM enfocándonos en los 2 pilares de Mantenimiento autónomo y planificado donde se indicarán las actividades a desarrollar y los periodos de tiempo propuestos. El TPM se proyectó a realizarse en 6 meses.

Figura 5

Plan maestro del TPM

ACTIVIDADES	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES5		MES 6	
	SEM 1-2	SEM 3-4	SEM 1-2	SEM 3-4	SEM 1-2	SEM 3-4	SEM 1-2	SEM 3-4	SEM 1-2	SEM 3-4	SEM 1-2	SEM 3-4
Análisis de situación actual												
Identificar los equipos críticos y sus												
Campaña de difusión y capacitación												
Formación del equipo TPM												
Creación de herramientas TPM												
Anunciamento de lanzamiento inicial												
Reuniones de capacitación y adiestramiento de herramientas TPM												
Capacitaciones técnicas de mantenimiento autónomo												
Implementar las herramientas TPM en las áreas												
Revisión y mejora del programa de mantenimiento preventivo												
Auditoría de Herramientas TPM y reevaluación de indicadores												

Nota. Elaboración propia

El *sexto paso* para la implementación del TPM es realizar el arranque formal, esto se desarrolla con el apoyo de los técnicos los cuales brindan información de las máquinas de la

planta de alimento balanceado, de las rutinas de mantenimiento actuales, distribución y capacitación del personal y del historial de fallas de las máquinas.

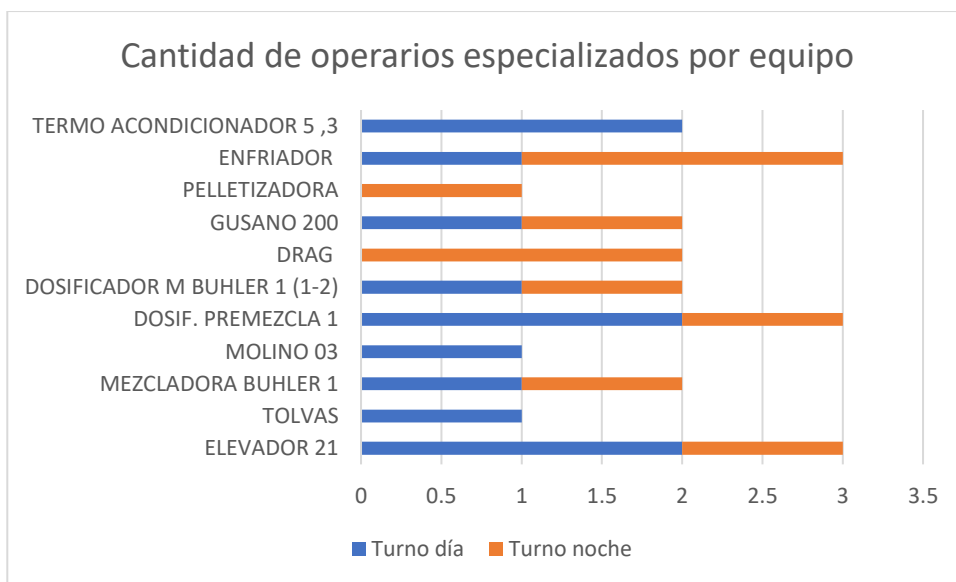
Con esta información se procederá a armar los planes de mantenimiento de acuerdo con las necesidades y considerando las máquinas de criticidad 1 que fueron identificadas en la matriz de criticidad desarrollada en el diagnóstico de la empresa.

Como *séptimo paso* tenemos el desarrollo del plan de mantenimiento autónomo que se llevará a cabo en cuatro sub (se desarrollará durante el mes 2 y 4) ver Anexo 4 pasos que involucran el desarrollo de los formatos a seguir en los próximos 6 meses.

La primera actividad del paso 7 la elaboración de formatos y el análisis de habilidades de los operarios, el cual se muestra en la figura 6.

Figura 6

Análisis de operarios capacitados



El equipo total de operarios de mantenimiento es de 7 personas para cada turno de las cuales se tienen menos de 3 calificados en ambos turnos, para ellos se realizarán las capacitaciones descritas en el manejo de formatos y plantillas lo cual dura 6 meses

adicionalmente de la preparación técnica que se planificara durante un año.

El formato LILA es el primer formato para implementarse donde se indican los principales componentes de cada activo, se debe describir el funcionamiento del activo y responder a las preguntas sobre que componente se limpia, inspecciona, lubrica y ajusta.

La segunda actividad para realizar en el paso 7 es realizar el Check list de los activos, este cuadro parte de la información del formato LILA, se muestra una imagen del activo a revisar y se nombran las actividades a realizar con los componentes mencionados en el primer formato según a la actividad que corresponda, se muestra el tiempo optimo que debe durar la actividad. Los operarios y técnicos que realicen la actividad deben marcar el día en que fue realizada.

Se muestra un ejemplo del check-list realizado para lograr la reducción de tiempos en un 52% utilizando los resultados del estudio de tiempos. Se realizó un formato tomando como referencia a Mejía (2013) y Mejía y Rau (2019) para cada maquinaria critica donde se desarrolla la implementación. Ver Anexo 8

La tercera actividad por desarrollar del séptimo paso es el desarrollo del Check list donde el operario realizará las actividades del plan de mantenimiento autónomo e indica la frecuencia con las que va desarrollando. Revisar anexo 6.

La cuarta actividad del séptimo paso es realizar la descripción de anomalías según el formato, los operarios deberán registrar todas las anomalías que encuentren en los equipos e indicar el día y el turno donde se observó. Esta deberá ser comunicada al personal de mantenimiento.

El cumplimiento y registro a través de los formatos es de vital importancia para tener un seguimiento de equipos y asegurar, además, el cumplimiento de las actividades. Los

operarios y técnicos son previamente capacitados para llevar a cabo el uso de los formatos y de esta forma trabajar juntamente con ambas áreas de producción y mantenimiento.

Revisar anexo 7.

El **octavo paso** de implementación del TPM es pasar al mantenimiento planificado para el cual se ha desarrollado un plan de mantenimiento donde se indica las máquinas a trabajar, el componente, la actividad, el estado óptimo, la frecuencia y el responsable. De esta forma se lleva registro y se asegura el cumplimiento del plan propuesto. Este plan se desarrollará para todos los equipos y lo realizarán los técnicos del área de mantenimiento.

Revisar el Anexo 4.

Adicionalmente se observó un déficit de mano de obra por lo cual se considerará el aumento de operadores de mantenimiento que pueda dar abasto para el cumplimiento del plan propuesto.

El **noveno paso** de la implementación es la gestión temprana de equipos donde se realizarán las reuniones entre los jefes de mantenimiento, producción y los operarios. En esta etapa se procede a identificar mediante las fichas del fabricante las posibles fallas y atenciones, se esta forma se busca detectar posibles inconvenientes para corregirlos en una fase temprana. Adicionalmente se gestionarán las mejores posibles condiciones de ergonomía, iluminación, etc.

El **décimo paso** de la implementación del TPM es la consolidación y evaluación de metas, en este paso se establecen los indicadores objetivo los cuales son la disponibilidad y el tiempo productivo de los equipos. La propuesta del TPM busca reducir en un 15% el número de fallas y el tiempo de reparación de estas de esta forma disminuir el MTTR y aumentar el MTBF que como consecuencia aumenta los indicadores seleccionados.

A continuación, mostramos detalle de las causas raíz seleccionadas y el beneficio obtenido con la propuesta de implementación de las herramientas: Mantenimiento Planificado y Mantenimiento Autónomo. El detalle se muestra en la tabla 28.

Tabla 28

Matriz de indicadores

CR	Detalle	Indicador	Formula	Valor Actual	Pérdida anual Actual S./	Valor meta	Pérdida anual mejorada S./	Beneficio	Herramientas
CR1	Inadecuado plan de mantenimiento	Disponibilidad	$D = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$	94%	S/1,221,558.54	96%	S/732,935.12	S/ 488,623.42	Mantenimiento Planificado
CR2	Incorrecta limpieza en la línea de peletizado	Tiempo de limpieza y mantenimiento	$(\text{Tiempo productivo} * 100\% / \text{Tiempo total})$	91.18%	S/38,791,666.67	93%	S/32,972,916.67	S/5,818,750.00	Mantenimiento autónomo
CR3	Falta de capacitación al personal de mantenimiento	Capacitación	$(\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones especializadas}) * 100\% / (\text{Número total de capacitaciones al área de mantenimiento})$	4.17%	S/568,297.92	25%	S/284,148.96	S/ 284,148.96	Mantenimiento autónomo
Total					S/40,581,523.12		S/33,990,000.75	S/6,591,522.37	

Nota. Elaboración propia

3.2.1. Propuesta Causa Raíz 1

Inadecuada Plan de Mantenimiento: Costo de mantenimiento correctivo y/o Tiempo parado por mantenimiento correctivo. Se simulo la propuesta del plan de mantenimiento una reducción del 15% en el número de fallas de los equipos críticos de la línea, obteniendo un ahorro de S/. 488623.416. El detalle se muestra en la tabla 29.

Tabla 29

Costo de mantenimiento correctivo

Lista de equipos	Número de fallas	Tiempo total de funcionamiento (TTF)	Tiempo de reparaciones (TTR)	MTTR	MTBF	Mantenibilidad	Confiabilidad	Disponibilidad	Costo de mantenimiento correctivo
ELEVADOR 21	103	4412.50	532.50	5.17	42.84	97%	64%	89.2%	S/105,539.21
PRENSAS	106	3840.25	528.75	4.99	36.23	98%	59%	87.9%	S/93,751.32
CALDERO	36	4072.00	213.00	5.92	113.11	96%	85%	95.0%	S/66,000.01
TOLVAS	46	3970.50	364.50	7.92	86.32	91%	80%	91.6%	S/61,084.31
MEZCLADORA BUHLER 1	46	3814.00	426.00	9.26	82.91	87%	80%	90.0%	S/49,468.85
MOLINO 03	40	4381.50	412.50	10.31	109.54	84%	84%	91.4%	S/47,629.18
DOSIF. PREMEZCLA 1	37	4251.00	360.00	9.73	114.89	86%	85%	92.2%	S/45,402.34

DOSIFICADOR M BÄHLER 1 (1-2)	3	4596.50	397.50	132.50	1532.17	13%	99%	92.0%	S/36,020.34
DRAG	50	3971.50	364.50	7.29	79.43	93%	79%	91.6%	S/31,792.05
GUSANO 200	34	4025.00	375.00	11.03	118.38	82%	85%	91.5%	S/26,100.80
PELLETIZADORA	31	3820.00	342.00	11.03	123.23	82%	86%	91.8%	S/23,969.00
EXTRACTORES	28	4114.50	223.50	7.98	146.95	91%	88%	94.8%	S/18,954.26
BALANZA	10	3887.75	233.25	23.33	388.78	56%	95%	94.3%	S/14,858.10
APLICADOR DE GRASA	23	4228.50	268.50	11.67	183.85	80%	90%	94.0%	S/14,761.75
ZARANDA 1,2,3,4	14	3875.00	210.00	15.00	276.79	72%	93%	94.9%	S/14,641.57
MOTOR	3	4086.75	11.25	3.75	1362.25	99%	99%	99.7%	S/13,596.00
BOMBA DE GRASA	28	4230.25	141.75	5.06	151.08	98%	88%	96.8%	S/12,322.76
EQUIPO MICRODOSIFICADOR - BUHLER	12	4437.00	201.00	16.75	369.75	68%	95%	95.7%	S/11,995.20
FAJA TRANSP. 3 SILO 4	12	4309.75	206.25	17.19	359.15	67%	95%	95.4%	S/7,262.88
EQUIPO DE PREMEZCLA GIULIANI	9	4631.25	189.75	21.08	514.58	59%	96%	96.1%	S/7,100.40

ACONDICIONADOR 1,4 , 2	9	3602.50	103.50	11.50	400.28	81%	95%	97.2%	S/6,784.40
VENTILADORES	15	4231.50	211.50	14.10	282.10	74%	93%	95.2%	S/5,439.60
LIMPIADOR ROTATIVO	3	3844.50	10.50	3.50	1281.50	100%	99%	99.7%	S/3,104.40
TERMO ACONDICIONADOR 6	6	4570.75	8.25	1.38	761.79	100%	98%	99.8%	S/2,968.80
COMPRESOR ATLAS COPCO 50 HP	3	3766.00	6.00	2.00	1255.33	100%	98%	99.8%	S/2,617.78
ALIMENTADORES	2	3857.25	9.75	4.88	1928.63	98%	99%	99.7%	S/2,230.80
MOTOR ELECTRICO	6	3943.75	11.25	1.88	657.29	100%	97%	99.7%	S/1,598.40
ENFRIADOR	1	3678.25	3.75	3.75	3678.25	99%	99%	99.9%	S/1,170.00
TERMO ACONDICIONADOR 5 ,3	4	4405.75	5.25	1.31	1101.44	100%	98%	99.9%	S/1,040.40
VALVULA ROTATIVA F-3	4	3666.50	10.50	2.63	916.63	100%	98%	99.7%	S/1,030.80

REDLER - LINEA 4	3	4623.25	9.75	3.25	1541.08	100%	99%	99.8%	S/1,004.40
SISTEMA DE VAPOR	5	4309.25	6.75	1.35	861.85	100%	98%	99.8%	S/978.00
REDLER 4 MOLIENDA	1	3893.50	10.50	10.50	3893.50	84%	100%	99.7%	S/717.00
Total	733	135348.25	6408.8	12.09	750.06	86%	91%	95.6%	S/732,935.12

Nota. Elaboración propia

3.2.2. Propuesta Causa Raíz 2

Incorrecta limpieza en la línea de peletizado: Alto tiempo de limpieza y mantenimiento en línea de peletizado Se redujo el tiempo unitario de mantenimiento por equipo de criticidad 1, obteniendo una reducción de 0.36hrs (17%), impactando en un incremento de 2PP del indicador. El detalle se muestra en la tabla 30.

Tabla 30

Estudio de tiempos de mantenimiento

Lista de equipos	Tiempo unitario de mantenimiento y limpieza en horas	Tiempo unitario de mantenimiento y limpieza en min	Tiempo productivo	Tiempo muerto
ELEVADOR 21	0.2	10.50	10.00	0.5
TOLVAS	0.2	10.50	10.00	0.5

MEZCLADORA BUHLER 1	0.1	8.50	8.00	0.5
MOLINO 03	0.2	11.50	11.00	0.5
DOSIF. PREMEZCLA 1	0.2	9.50	9.00	0.5
DOSIFICADOR M BUHLER 1 (1-2)	0.1	8.50	8.00	0.5
DRAG	0.1	6.50	6.00	0.5
GUSANO 200	0.1	8.50	8.00	0.5
PELLETIZADORA	0.1	8.50	8.00	0.5
ENFRIADOR	0.2	9.50	9.00	0.5
TERMO ACONDICIONADOR 5 ,3	0.2	12.50	12.00	0.5
Total	1.74	65.50	62.00	3.50

Nota. Elaboración propia

Se redujo en un 17% el tiempo unitario de mantenimiento en horas por equipo crítico incluyendo a la peletizadora. El detalle se muestra en la tabla 31.

Tabla 31

Porcentaje de tiempo productivo

Indicador	
Tiempo productivo*100%/Tiempo Total	93%

Nota. Elaboración propia

Obteniendo una reducción de horas por mantenimiento anuales, impactando en una utilidad perdida reducida a S/32, 972,916.67 que significa un ahorro anual de S/. 5, 818, 750. El detalle se muestra en la tabla 32.

Tabla 32

Costo de oportunidad por tiempo de mantenimiento

Horas Anuales	Kg producidos	Kg carne	Utilidad perdida
595	32972916.67	18318287.04	S/ 32,972,916.67

Nota. Elaboración propia

3.2.3. Propuesta Causa Raíz 3

Falta de capacitación al personal de mantenimiento y producción: Se propuso al implementar el mantenimiento autónomo, con el objetivo de obtener una reducción del 50% en la contratación de servicio de mantenimiento externo al tener a nuestro personal capacitado. El detalle se muestra en la tabla 33.

Tabla 33

Costo de mantenimientos externos

	Numero de fallas totales	Número de fallas atendidas de manera externa	Porcentaje	Costo por mantenimiento externo
Actual	844	300	36%	S/568,297.92
Propuesto	733	150	20%	S/284,148.96

Nota. Elaboración propia

Obteniendo un costo por mantenimiento externo de S/:284,148.96. Asimismo, como implementación de mantenimiento autónomo, se propone el aumento del 25% en el número de capacitaciones especializadas en temas técnicos para el personal propio de la empresa. El detalle se muestra en la tabla 34.

Tabla 34

Propuesta de aumento en especialización de operarios

	N° de capacitaciones de rutina (año)	N° de capacitaciones especializadas en temas técnicos (año)	Porcentaje
Actual	48	2	4%
Propuesto	48	12	25%

Nota. Elaboración propia

Teniendo un cronograma de especialización anual por temas especializados sugeridos por el personal encargado de liderar la gestión de mantenimiento de la planta. El detalle en la tabla 35.

Tabla 35

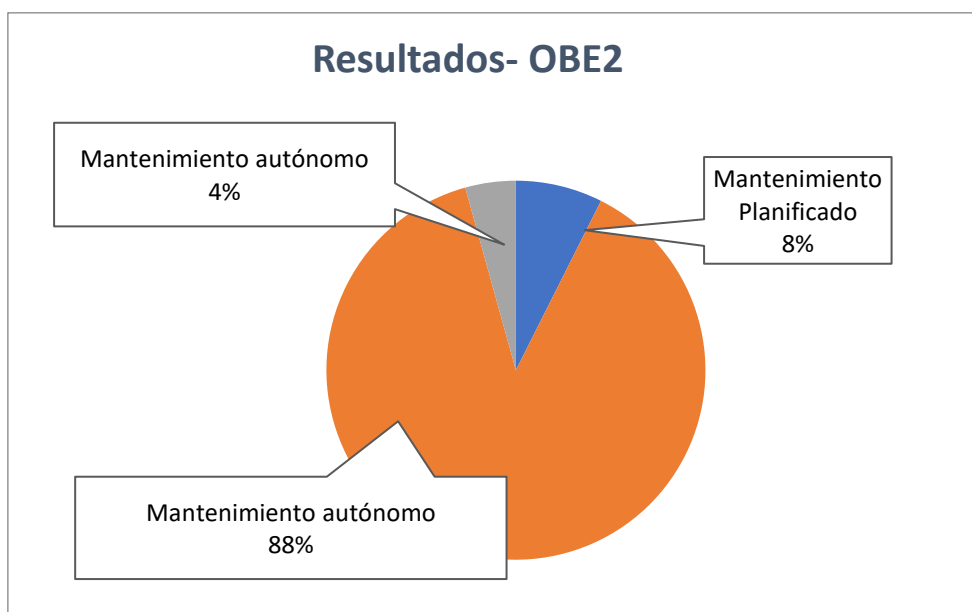
Cronograma de especialización

N°	Temas especializados	Horas	Meses													
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
1	Mantto General de Sistemas	4	X													
2	Motriz 60 HP Mantto General de Motores eléctricos de Molino	3		X												
3	Mantto y reparación bombas hidro lavadoras	4			X											
4	Mantto del Sistema Motriz de Ventiladores	4				X										
5	Calderos Mantto y reparación de Caja reductora E201	4					X									

Como resultado del objetivo 2 se desarrolló la propuesta del TPM para optimizar la productividad en la planta de Alimento Balanceado obteniendo un beneficio total de S/. 6,591,522.37

Figura 7

Resultados Objetivo 2



El problema que generó mayor ahorro fue el de Incorrecta limpieza y mantenimiento de la línea de peletizado para el cual se propuso el plan de mantenimiento autónomo y genero un total de S/ 5,818,750.00 de ahorro, el segundo problema que generó un mayor ahorro fue Inadecuado plan de mantenimiento para el cual se propuso la aplicación del mantenimiento planificado y generó un ahorro de S/ 488,623.42 y finalmente se tiene el tercer problema de Falta de capacitación al personal de mantenimiento para el cual se propuso el mantenimiento autónomo y se generó un ahorro de S/ 284,148.96.

3.3 Evaluación económica:

Tabla 36

Principales temas de capacitación según los servicios requeridos en planta

Servicios más requeridos	Costo	Moneda	Proveedor
Mantto General del Sistema Motriz 60 HP	1300	PEN	PASION ESPEJO MILLER
Mantto y reparación bomba hidro lavadora	870	PEN	PASION ESPEJO MILLER
Mantto del Sistema Motriz Ventilador Calde1	780	PEN	SILVA ORTIZ MANUEL R
Mantto y reparación de caja reductora E201	3583.26	PEN	PASION ESPEJO MILLER
Manto Sistema motriz 20HP ELEv22	2170	PEN	SEW EURODRIVE DEL PE
Mant correctivo puente de dirección NISSAN 2	5860	PEN	PASION ESPEJO MILLER
END y reparación burner house Caldero 1	12316	PEN	WATER & COMBUSTION S
Cambio y mantenimiento de válvulas reguladoras de gas	2650	USD	CORPORACION SANDOVAL
Mantto motor eléctrico Extractor4 4HP	324	PEN	WATER & COMBUSTION S
Limpieza rectificado Avellanado 60551525	2400	PEN	TRUJILLO QUIÑONES VI
Reparación de tapas motor eléctrico	150	PEN	TRUJILLO QUIÑONES VI
Lubricar y suavizar componentes móviles	520	PEN	TRUJILLO QUIÑONES VI

Nota. Elaboración propia

El proyectado de mejora de los problemas afecta la productividad en un aumento de producción de 26 600 sacos por día a 27 398 y se refleja en los costos, el detalle se muestra en la tabla 37.

Tabla 37

Costo total por baja productividad

Descripción	Costo
Costeo por baja producción	S/ 5,240,678.05
Costo por sacos rechazados	S/ 32,220.05
Total	S/ 5,272,898.10

Nota. Elaboración propia

Se detalla la inversión requerida para el desarrollo del Mantenimiento Planificado, obteniendo un monto total a invertir en S/.78, 800.00, esta se muestra en la tabla 38.

Tabla 38

Inversión Plan Mantenimiento Planificado

INVERSIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS MEJORAS						
Inversión - Mantenimiento Planificado	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación mensual
Laptop	Unidad	1	S/4,000.00	S/4,000.00	5	S/66.67
Vibró metro	Unidad	5	S/1,400.00	S/7,000.00	5	S/116.67
Termógrafo	Unidad	6	S/1,500.00	S/9,000.00	5	S/150.00
Multímetro	Unidad	5	S/1,250.00	S/6,250.00	5	S/104.17
Fisurómetro	Unidad	5	S/1,150.00	S/5,750.00	5	S/95.83
Lámpara estroboscópica	Unidad	5	S/3,000.00	S/15,000.00	6	S/208.33
Capacitación interna	Unidad	6	S/200.00	S/1,200.00		
Material de Capacitación	Unidad	120	S/5.00	S/600.00		
Líder del proyecto	Mes	6	S/5,000.00	S/30,000.00		
Total				S/78,800.00		S/741.67

Nota. Elaboración propia

Se detalla la inversión requerida en la tabla 39 para el desarrollo del Mantenimiento Autónomo, obteniendo un monto total a invertir en S/.549, 770.00

Tabla 39

Inversión Plan Mantenimiento Autónomo

Inversión -Mantenimiento Autónomo	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Vida útil	Depreciación mensual
Equipo de limpieza	Unidad	1	S/1,500.00	S/1,500.000	5	S/25.00
Capacitación interna	Unidad	5	S/300.00	S/1,500.000		
aspiradora	Unidad	1	S/500.00	S/500.000	5	S/8.33
Pintura	Unidad	5	S/70.00	S/350.000		
Impresiones y tarjetas	Unidad	100	S/1.50	S/150.000		
Costo de terceros capacitadores	Unidad	12	S/5,000.00	S/60,000.000		
Capacitación externa	Horas	41	S/200.00	S/8,200.000		
Break	Und	156	S/5.00	S/780.000		
Tiempo no laborable de capacitación	Horas	410	S/9.00	S/3,690.000		
Material de capacitación	Und	120	S/15.00	S/1,800.000		
Operario líder de Mntto	Und	5	S/56,000.00	S/280,000.000		
Operario	Und	5	S/112,500.00	S/112,500.000		
Total				S/470,970.00		S/33.33
INVERSIÓN TOTAL				S/549,770.00		S/775.00

Nota. Elaboración propia

Se detalla el ahorro mensual de las herramientas propuestas para cada causa-raíz en la tabla 40, obteniendo la empresa un ahorro anual de S/. 6 591, 522.37

Tabla 40

Ahorro Anual

CR	DESCRIPCIÓN	AHORRO ANUAL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
CR1	Inadecuado plan de mantenimiento	S/. 488,623.42	S/. 40,719	S/. 40,719	S/. 40,719	S/. 40,719	S/. 40,719	S/. 40,719	S/. 40,719
CR2	Incorrecta limpieza en la línea de peletizado	S/. 5,818,750.00	S/. 484,896	S/. 484,896	S/. 484,896	S/. 484,896	S/. 484,896	S/. 484,896	S/. 484,896
CR3	Falta de capacitación al personal de mantenimiento	S/. 284,148.96	S/. 23,679	S/. 23,679	S/. 23,679	S/. 23,679	S/. 23,679	S/. 23,679	S/. 23,679
INGRESO TOTAL		S/. 6,591,522.37	S/. 549,293.53	S/. 549,293.53	S/. 549,293.53	S/. 549,293.53	S/. 549,293.53	S/. 549,293.53	S/. 549,293.53

Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Total
S/. 40,719	S/. 40,719	S/. 40,719	S/. 40,719	S/. 40,719	S/. 488,623
S/. 484,896	S/. 484,896	S/. 484,896	S/. 484,896	S/. 484,896	S/. 5,818,750
S/. 23,679	S/. 23,679	S/. 23,679	S/. 23,679	S/. 23,679	S/. 284,149
S/. 549,293.53	S/. 549,293.53	S/. 549,293.53	S/. 549,293.53	S/. 549,293.53	S/.6,591,592

Nota. Elaboración propia

A continuación, en la tabla 41, se detalla el estado de resultados con el ahorro obtenido al implementarse el Mantenimiento Planificado y Autónomo con una tasa mensual del 1.29% y una tasa de interés del 18%.

Tabla 41

Estado de Resultados

Mensual	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ingresos	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294
costos operativos	S/. 192,253	S/. 192,253	S/. 192,253	S/. 192,253	S/. 192,253	S/. 192,253	S/. 192,253	S/. 192,253	S/. 192,253	S/. 192,253	S/. 192,253	S/. 192,253	S/. 192,253
depreciación	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775
Utilidad bruta	S/. 356,266	S/. 356,266	S/. 356,266	S/. 356,266	S/. 356,266	S/. 356,266	S/. 356,266	S/. 356,266	S/. 356,266	S/. 356,266	S/. 356,266	S/. 356,266	S/. 356,266
Gav Utilidad antes de impuestos	S/. 17,813	S/. 17,813	S/. 17,813	S/. 17,813	S/. 17,813	S/. 17,813	S/. 17,813	S/. 17,813	S/. 17,813	S/. 17,813	S/. 17,813	S/. 17,813	S/. 17,813
Impuestos	S/. 91,382	S/. 91,382	S/. 91,382	S/. 91,382	S/. 91,382	S/. 91,382	S/. 91,382	S/. 91,382	S/. 91,382	S/. 91,382	S/. 91,382	S/. 91,382	S/. 91,382
Utilidad después de impuestos	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070

Nota. Elaboración propia

Se proyecta el flujo de caja en la tabla 42 al obtener una mejora de la utilidad después de impuestos. En la tabla 43 se muestra el flujo neto de efectivo.

Tabla 42

Flujo de caja

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuestos		S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070	S/. 247,070
más depreciación		S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775	S/. 775
Flujo neto de efectivo	-S/. 549,770	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845

Nota. Elaboración propia

Tabla 43

Flujo neto efectivo

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo neto Efectivo	-S/. 549,770	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845	S/. 247,845

Nota. Elaboración propia

La empresa al invertir e implementar las herramientas propuestas obtendría un VAN de 2, 172, 220.03 y un TIR del 44,5% y un B/C del 1.8, los cuales se muestran en la tabla 44.

Tabla 44

Indicadores financieros

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos totales		S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294	S/. 549,294
Egresos totales		S/. 301,448	S/. 301,448	S/. 301,448	S/. 301,448	S/. 301,448	S/. 301,448	S/. 301,448	S/. 301,448	S/. 301,448	S/. 301,448	S/. 301,448	S/. 301,448
VAN ingresos	S/. 6,032,682	soles											
VAN egresos	S/. 3,310,691	soles											
PRI	2.22	meses											
VAN	2,172,220.93												
TIR	44.5%	>	18.00%	Anual									
B/C	1.8												

Nota. Elaboración propia

Al finalizar la evaluación económica se tiene como resultado del objetivo 3:

- El VAN de la inversión económica para la implementación de herramientas con el fin de optimizar los costos de mantenimiento en la empresa Avícola es positivo, por lo tanto, es una inversión viable es de S/ 2,172,220.93
- La Tasa Interna de Retorno (TIR) es del 45%, siendo mayor que al COK del 18% anual. Por lo tanto, inversión es viable y se encuentra dentro de los parámetros aceptados por la empresa
- El Costo Beneficio obtenido es de 1.82, por lo tanto, cada S/1 invertido, la empresa obtiene una ganancia de S/0.82.
- El PRI obtenido indica que el tiempo de recuperación de la inversión será de 2.21 meses.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión:

Del presente trabajo se puede observar que los valores estimados en indicadores de mantenimiento la calidad del producto aumento en 0.01% y la eficiencia en un 3.6% lo cual conlleva a un aumento en la productividad de total de 83.58% esto ocasionado principalmente por la reducción de un 18% de tiempo dedicado a la limpieza y mantenimiento de equipos críticos que se convirtió en 0.3 horas más de producción de alimento balanceado.

La productividad posterior a la simulación tuvo un aumento de 79.78% a 83.35%, estos resultados son constatados en la tesis de Matta & Rivera (2023) en su tesis “Implementación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para el incremento de la productividad en la empresa Propesco EIRL” dado que en su investigación se concluye que tras la implementación de herramienta de Mantenimiento Productivo Total (TPM) obtuvieron beneficios mediante un aumento de productividad de 65.03% a 86.79%. De esta manera, bajo lo descrito anteriormente y el análisis de los resultados, confirmamos que una adecuada gestión de mantenimiento genera una optimización de la productividad ya que permite evaluar y cuantificar el estado de los equipos, prevenir y corregir averías, aumentar la disponibilidad de los equipos, reduciendo de esta manera, los tiempos de paradas no programadas y tiempos muertos.

Gonzales E. (2022) en su tesis “Diseño e implementación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en “Fayserval E.I.R.L.” Lima-2020 realiza un comparativo de la productividad antes y después de la implementación del TPM y visualiza una mejora en 36.3 puntos demostrando una optimización al aplicar la herramienta.

Cabrera (2018) En su tesis titulada “PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA DISMINUIR LOS COSTOS OPERATIVOS DEL AREA DE PELETIZADO DE LA EMPRESA AVÍCOLA EL ROCÍO S.A.” mostro en sus resultados que él % de mantenimiento preventivo se incrementó a 17% y la disponibilidad de 93.5% a 94.4% debido a que se redujo el tiempo de reparación inicial de 6462 horas a 6250 horas y esto se logró gracias a las mejoras realizadas por la implementación del TPM, en este trabajo se redujo en un 17% los tiempos de limpieza y mantenimiento , la disponibilidad aumento en 1.4% que es proporcional al 1% de la tesis referida.

Para Callirgos, J. & Rosales, D. (2021) la tesis “Implementación del TPM en la línea de envasado de champú de una empresa de cosméticos para incrementar su productividad” Se puede concluir que la productividad para el año 2020 de la línea de envasado de champú de la empresa Samma-HND era en promedio de 51% y a partir de la implementación del TPM se observó un incremento del 30% , al igual que en este trabajo de investigación el efecto del TPM resulta positivo incrementando la productividad.

4.2 Conclusiones:

Al término de la investigación se concluye que la implementación del TPM generó un aumento de productividad en la planta de alimento balanceado de 79.78% a 83.35%.

Se diagnosticaron las tres causas-raíz principales, reflejadas en una pérdida anual de S/. 40, 297,374.17.

Se desarrolló la propuesta del TPM para optimizar la productividad en la planta de Alimento Balanceado obteniendo un beneficio total de S/. 6,591,522.37, el cual se muestra en la figura 7.

Se evaluó de manera económica y financiera el impacto del TPM en la productividad de la Planta de Alimento Balanceado resultando positiva con una tasa interna de retorno de 44.5%.

REFERENCIAS

- Alcantara, J., Avalos, J., Pozo, S., Vargas, M., & Yarlqué, D. (2016). *ALIMENTOS BALANCEADOS YOLI*. [Trabajo final, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional Pirhua. <https://hdl.handle.net/11042/2834>
- Altech. (2020, 29 de enero). *La Encuesta Global Sobre Alimento Balanceado De Altech Revela Por Primera Vez En Nueve Años Caída De La Producción*. Ganadería.com. Recuperado el 5 de noviembre del 2023, de <https://www.ganaderia.com/destacado/La-Encuesta-Global-sobre-Alimento-Balanceado-de-Alltech-revela-por-primera-vez-en-nueve-anos-una-caida-de-la-produccion>.
- Andina. (2020, 23 de febrero). *Sector Mantenimiento Mueve Alrededor De S/250 Millones Anuales En El Perú*, Pág. 1. Andina.pe. Recuperado el 5 de noviembre del 2023, de <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s250-millones-anuales-el-peru-834935.aspx#:~:text=Precis%C3%B3n%20que%20las%20empresas%20dedicadas,t ercerizar%20este%20servicio%20es%20caro>.
- Avicola, E. S. (15 De Junio De 2021). *Producción mundial de carne de pollo*. Elsitioavicola.com. Recuperado el 5 de noviembre del 2023, de <https://www.elsitioavicola.com/poultrynews/33544/produccion-mundial-de-carne-de-pollo/>
- Barnales Pinedo, D., & Vines Vargas, M. (2018). *PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA MADERAS LA PERLA DEL HUALLAGA*

E.I.R.L. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/13193>

- Burgas, L. J. (2018). *Plan De Mejora En La Gestión De Mantenimiento Para Aumentar La Productividad En El Molino San Fernando De Lambayeque*, 2018. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26649>
- Cabello, G. A. (2018). *PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS, MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)*. [Tesis de licenciatura, Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la Universidad Católica del Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12015>
- Dalzochio, J., Kinst, R., Pgnaton, E., Binotto, A., Sanyal, S., Favilla, J., & Barbosa, J. (2018). Machine Learning And Reasoning For Predictive Maintenance In Industry 4.0: Current Status And Challenges. *Computers In Industry. Elsevier 15*, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103298>
- ESAN BUSINESS. (22 De Abril De 2021). *La avicultura en el Perú*. Esan.edu.pe. Recuperado el 5 de noviembre del 2023, de <https://www.esan.edu.pe/Eventos/2021/04/22/La-Avicultura-En-El-Peru-Una-Historia-De-Exito-Peruana/>
- Franco, P. G. (2021). *Propuesta De Mejora Del Proceso De Mantenimiento De Una Planta De Fabricación De Alimento Balanceado Utilizando Metodología TPM*. [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la universidad católica del Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/624482>

- Lourdes, G. G. (2011). *OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN FUNCIÓN DEL COSTO EN LA EMPRESA BIOALIMENTAR CIA. LTDA.* [Tesis de licenciatura, Escuela superior politécnica de Chimborazo]. Repositorio de la Escuela superior politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1159>
- Geldres, R. R. (2019). *Propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento basado en RCM, para aumentar la disponibilidad del mezclador de dosificación de una empresa de alimentos balanceados acuícola.* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/23416>
- Ministerio De Agricultura Y Riego. (2019). PANORMA Y PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE POLLO EN EL PERÚ. *El Perú Primero*, 21, 1-21. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/696596/panorama-carne_de_pollo.pdf
- Protiviti. (2019, 12 de febrero). *Competing In The Cognitive Age: How Companies Will Transform Their Businesses And Drive Value Through Advanced.* Prnewswire.com. Recuperado el 5 de noviembre de <https://www.prnewswire.com/news-releases/despite-slow-adoption-companies-are-putting-artificial-intelligence-on-fast-track-protiviti-survey-finds-300793978.html>
- Realiability Web. (2021). Gestión Integral De Mantenimiento. *Realiability Web*, 2. <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/gestion-integral-de-mantenimiento-basada-en-confiabilidad>
- Montoya León, C. & Figueroa Urbano, J. (2019). *PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA LA PLANTA FÍSICA (MAQUINAS Y EQUIPOS) DE LA*

ESTACIÓN BOMBEROS PIENDAMÓ; BASADO EN LOS PILARES DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y MANTENIMIENTO PLANIFICADO DEL TPM. [Trabajo de grado, Universidad de Popayán]. Repositorio de obras digitales de la Fundación Universitaria de Popayán. Recuperado de <https://unividadafup.edu.co/repositorio/items/show/479>

- Narro Castillo, J. & Valverde Sanchez, R. (2018). *Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en el mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y la eficiencia general (OEE) para los equipos más críticos en una empresa agroindustrial.* [Trabajo de grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la universidad privada del norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/21585>
- Solís Meza, M. & Torres Rodríguez, R. (2021). Contribuciones del TPM en la mejora de la gestión del mantenimiento. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación.* ISSN: 2737-6249., 4(8 Ed. esp.), 58-78. <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespdic.0051>
- Becerra Hernández, M., Llosa Rubio, G. & Paico Casavilca, J. (2015). *Planeamiento Estratégico del Sector Avícola Cárnico en el Perú.* . [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7578>
- Cruz L. E. (2020). *Planeación de la producción y su efecto en la productividad en la empresa Avícola Denisse E.I.R.L.* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/56068>

- Chachapoya D. L. (2013). *Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el cantón Cevallos*. [Tesis de licenciatura, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio de la Escuela Politécnica Nacional. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8927>
- Llallacacchi Catasi, O. & Cornejo David, G. (2020). Gestión de costos y productividad en una empresa avícola. *Revista Valor Contable, Vol. 6, 25, 17 – 25*. ISSN 2410-1052
- Paz D. Y. (2018). *Relación entre el proceso de planificación operativa y la productividad del montaje de tuberías en el consorcio STORK-TMI- TALARA*. . [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/43110>
- Cáceres Roa, O. & Gamez Puchuri, J. (2019). *Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, empresa JCB estructuras S.A.C*. [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio de la Universidad Ricardo Palma. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2619>
- Guerrero Maquin, J. & Vidal Mautino, W. (2020). *Implementación del TPM para incrementar la productividad en la fabricación de alambre de la empresa Tream Perú S.A.C., Lima*. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58334>
- Chuica Sernaque, G. & More Lupu, A. (2022). *La influencia de la Metodología TPM en la mejora de la productividad en una empresa industrial en Paita*. [Tesis de

licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/113530>

- Huiman S. C. (2021). *Implementación de la metodología (TPM) para incrementar la productividad en el Suministro de Aire Comprimido de la empresa SIMA, CALLAO*. [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91635>
- Talaverano T. F. (2022). *PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE SOLDADURA, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN LA EMPRESA DRJ METAL GROUP S.A.C.* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/32081>
- Huaraca E. J. (2019). *Metodología TPM aplicado en la industria de maquinaria pesada*. [Trabajo de investigación, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/24877>
- Espino Fernandez, S. & Mandujano Osorio, G. (2021). Implementación de la metodología de mantenimiento planificado (TPM) y su influencia en el servicio al cliente del área de equipamiento biomédico en una empresa de servicios médicos, 2021 [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/30245>
- Callirgos, J. J., & Rosales, D. R. (2021). Implementación del TPM en la línea de envasado de champú de una empresa de cosméticos para incrementar su

productividad [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Privada del Norte].

Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/28075>

ANEXOS

Anexo N° 1 Resultados de simulación de mejora de eficiencia

Mes	N° de sacos producidos	N° de sacos estimados	Diferencia en sacos	Diferencia en Kg	Kg de carne	Utilidad perdida
Enero	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 436,205.00
Febrero	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 436,665.05
Marzo	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 436,903.75
Abril	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 437,003.95
Mayo	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 436,893.95
Junio	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 436,978.40
Julio	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 436,941.15
Agosto	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 436,249.55
Septiembre	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 436,492.70
Octubre	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 437,006.80
Noviembre	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 436,631.25
Diciembre	821940.0	840000	18060	903000	334444.4	S/ 436,706.50
Total	9863280	10080000	216720	10836000	4013333.333	S/ 5,240,678.05

Anexo N° 2 Nuevo costo por mejora de calidad

Mes	N° de sacos producidos	N° de sacos rechazados	N° sacos correctos	Kg de carne	Costo de sacos rechazados
Enero	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Febrero	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Marzo	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Abril	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Mayo	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Junio	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Julio	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Agosto	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Septiembre	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Octubre	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Noviembre	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Diciembre	821940.0	4027.506	817912.5	1491.7	S/ 2,685.00
Total	9863280	48331	9814950	17900.02667	S/ 32,220.05

Anexo N° 3 Programa de mantenimiento según kilometraje

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO								
Operación / Kilometraje	150000	175000	225000	275000	325000	350000	375000	400000
Realizar la inspeccion de motor	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de valvulas y empaquetaduras.	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de aceite y filtros	X	X	X	X	X	X	X	X
Verificación y limpieza del filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
Verificación del estado del embrague	X	X	X	X	X	X	X	X
Líquido de frenos y embrague	X	X	X	X	X	X	X	X
Refrigerante del motor	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio filtro de aire	X	X	X	X	X	X	X	X
Inspección del sistema de aire	X	X	X	X	X	X	X	X

Inspección de fajas del motor	X	X	X	X	X	X	X	X
Tomar muestra de aceite de diferencial y mandos finales			X	X			X	X
Cambiar aceite de diferencial			X	X			X	X
Engrase General	X	X	X	X	X	X	X	X

Anexo N° 4 Propuesta de mantenimiento autónomo y planificado en el mes 2 y 3

NOMBRE DE LA TAREA	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACIÓN (días)
1.1 Análisis de la evaluación del estado actual	2023-02-15	2023-02-20	5
1.2 Revisar el historial de averías.	2023-02-22	2023-02-25	4
1.3 Revisar los indicadores (MTBF, MTBF, MTTR	2023-02-25	2023-02-28	4
1.4 Análisis de resultados	2023-02-28	2023-03-02	3
2.1 Compra de los materiales, herramientas (Termómetro Vibrómetro Detector de fallos en rodamientos Lámpara estroboscópica)	2023-03-02	2023-03-07	6
2.2 Inspeccionar el lugar de trabajo, los accesos, los servicios disponibles	2023-03-07	2023-03-08	2
2.3 Definir materiales y estructuras que no aportan al trabajo y colocarle la clasificación por tarjetas	2023-03-08	2023-03-10	3
3.1 Matriz de priorización de activos	2023-03-10	2023-03-13	4
3.2 Evaluación de actividades a estandarizar	2023-03-13	2023-03-15	3
3.3 Definición de indicadores de monitorio	2023-03-15	2023-03-19	5
3.4 Desarrollo de formato LILA	2023-03-19	2023-03-24	6
3.5 Desarrollo de Check-list optimizados	2023-03-24	2023-03-28	5
4.1 Capacitación a los operadores sobre los equipos de monitores y formatos	2023-03-28	2023-03-31	4

Anexo N° 5 Plan de mantenimiento preventivo para equipos de criticidad 1

Máquina:	ELEVADOR Z1	Desarrollo del mantenimiento				Intervalo:				Responsable
		Parte de la máquina	Actividad	Estandar	Tiempo (minutos)	D	S	M	A	
	Cargilonas	Limpiar	Libre de residuos	10		X			Operario	
	Chumaceras	Resanar	Nivel optimo	3		X			Operario	
	Poleas	Ajuste	Acople preciso	8		X			Técnico	
	Fajas	Limpiar	Libre de residuos	2	X				Operario	
	Motor eléctrico	Limpiar	Libre de residuos	2	X				Operario	
Máquina:	TOLVAS	Parte de la máquina	Actividad	Estandar	Tiempo (minutos)	D	S	M	A	Responsable
	Tolva	Limpiar	Libre de residuos	9	X				Operario	
	Rejillas	Limpiar	Libre de residuos	3	X				Operario	
	Ducto	Limpiar	Libre de residuos	1	X				Operario	
	Buffles internos	Ajuste	Acople preciso	5		X			Técnico	
Máquina:	MEZCLADORA BUHLER 1	Parte de la máquina	Actividad	Estandar	Tiempo (minutos)	D	S	M	A	Responsable
	Capetas	Limpiar	Libre de residuos	9	X				Operario	
	Sellos	Resanar	Nivel optimo	2	X				Operario	
	Pernos	Ajuste	Acople preciso	10		X			Técnico	
	Cintas helicoidales	Limpiar	Libre de residuos	9		X			Operario	
Máquina:	MOLINO O3	Parte de la máquina	Actividad	Estandar	Tiempo (minutos)	D	S	M	A	Responsable
	Dispositivo de suministro	Limpiar	Libre de residuos	5	X				Operario	
	Eje de martillo	Lubricar	Nivel optimo	4		X			Operario	
	Láminas de metal	Limpiar	Libre de residuos	2	X				Operario	
	Pernos	Ajuste	Acople preciso	6		X			Técnico	
	Motor eléctrico	Ajuste	Acople preciso	2		X			Técnico	
Máquina:	DOSIF. PREMEZCLA 1	Parte de la máquina	Actividad	Estandar	Tiempo (minutos)	D	S	M	A	Responsable
	Dosificador	Limpiar	Libre de residuos	8	X				Operario	
	Tolvas báscula	Limpiar	Libre de residuos	6	X				Operario	
	Ducto	Limpiar	Libre de residuos	9	X				Operario	
Máquina:	DOSIFICADOR M BÄCKEHLER	Parte de la máquina	Actividad	Estandar	Tiempo (minutos)	D	S	M	A	Responsable
	Tolvas	Limpiar	Libre de residuos	2	X				Operario	
	Motor eléctrico	Ajuste	Acople preciso	4		X			Técnico	
	Pernos	Ajuste	Acople preciso	10	X				Técnico	
	Rejillas	Limpiar	Libre de residuos	2	X				Operario	
Máquina:	EXTRACTORES	Parte de la máquina	Actividad	Estandar	Tiempo (minutos)	D	S	M	A	Responsable
	Rodillos	Limpiar	Libre de residuos	3	X				Operario	
	Termocoplas	Ajuste	Acople preciso	7		X			Técnico	
	Pirómetro	Ajuste	Acople preciso	10		X			Técnico	
Máquina:	APLICADOR DE GRASA	Parte de la máquina	Actividad	Estandar	Tiempo (minutos)	D	S	M	A	Responsable
	Sistema gravimetrico	Resanar	Nivel optimo	2		X			Operario	
	Fajas	Limpiar	Libre de residuos	1	X				Operario	
	Poleas	Lubricar	Nivel optimo	10	X				Operario	
	Motor eléctrico	Ajuste	Acople preciso	1		X			Técnico	
Máquina:	PELLETIZADORA	Parte de la máquina	Actividad	Estandar	Tiempo (minutos)	D	S	M	A	Responsable
	Bloque base	Limpiar	Libre de residuos	7	X				Operario	
	Poleas	Lubricar	Nivel optimo	8	X				Operario	
	Puertas	Limpiar	Libre de residuos	10	X				Operario	
	Rodillos	Limpiar	Libre de residuos	3	X				Operario	
	Correas	Limpiar	Libre de residuos	5	X				Operario	
Máquina:	ENFRIADOR	Parte de la máquina	Actividad	Estandar	Tiempo (minutos)	D	S	M	A	Responsable
	Pamilla de descarga	Limpiar	Libre de residuos	10	X				Operario	
	Cámara de enfriamiento	Ajuste	Acople preciso	10		X			Técnico	
	Motor eléctrico	Ajuste	Acople preciso	9		X			Técnico	
Máquina:	ZARANDA	Parte de la máquina	Actividad	Estandar	Tiempo (minutos)	D	S	M	A	Responsable
	Caja motriz	Limpiar	Libre de residuos	8		X			Operario	
	Malla	Limpiar	Libre de residuos	10	X				Operario	
	Pernos	Ajuste	Acople preciso	5	X				Técnico	
	Motor eléctrico	Resanar	Nivel optimo	7		X			Operario	

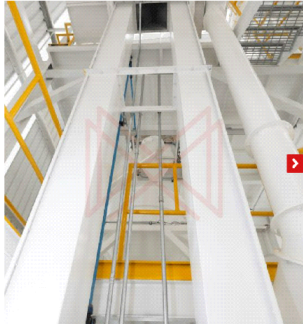
Anexo N° 6 Check list de equipos críticos

TPM	CHECK LIST DE EQUIPOS CRÍTICOS										
	Ante cualquier anomalía contactar e con mantenimiento										
Responsable	Observaciones		ANOMALÍA		TURNO						
Equipo Crítico 1			A		M / T / N						
					L	M	M	J	V	S	D
ELEVADOR 21			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
Total días											
TOLVAS			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
Total días											
MEZCLADORA BUEHLER 1			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
Total días											
MOLINO 03			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
Total días											
DOSIF. PREMEZCLA 1			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
Total días											
DOSIFICADOR M BÄEHLER 1 (1-2)			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
Total días											
DRAG			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
Total días											
GUSANO 200			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
Total días											
PELLETIZADORA			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
Total días											
ENFRIADOR			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
Total días											
TERMO ACONDICIONADOR 5,3			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
			SI	NO							
Total días											

Anexo N° 7 Control de equipos críticos

TPM	CONTROL DE CHECK : EQUIPOS CRÍTICOS														FECHA:			
	REALIZADO POR:																	
OPERACIONES	SEMANA 1							SEMANA 2										
	LUNES	MARTES	ES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	ES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO				
	M	T	N	M	T	N	M	T	N	M	T	N	M	T	N	M	T	N
ELEVADOR 21																		
Verificar estado de poleas																		
Verificar funcionalidad de camplones																		
Lubricación de cámaras																		
Reporte Mantenimiento																		
TOLVAS																		
Verificar estado de la plancha vibradora																		
Inspeccionar si existe roturas																		
Verificar estado de los pistones neumáticos																		
Reporte Mantenimiento																		
MEZCLADORA BUHLER 1																		
Verificación de estado de pernos																		
Mantenimiento de velocidad																		
Mantenimiento de samita																		
Reporte Mantenimiento																		
MOLINO 01																		
Mantenimiento de estado de pernos																		
Mantenimiento de velocidad																		
Mantenimiento del estado del rotor																		
Reporte Mantenimiento																		
DOSEADOR PREMEZCLA 1																		
Verificar estado higiénico																		
Mantenimiento del estado de piñones																		
Reporte Mantenimiento																		
DOSEADOR M BÄHLER 1 (1-2)																		
Mantenimiento de balanceo mínimo																		
Mantenimiento de estado de ductas																		
Reporte Mantenimiento																		
APLICADOR DE GRASA																		
Inspección de existencia de roturas																		
Mantenimiento de estado de piñones																		
Mantenimiento de estado de ductas																		
Reporte Mantenimiento																		
EXTRACTORES																		
Mantenimiento de bocina																		
Mantenimiento de mola del motor																		
Reporte Mantenimiento																		
PELLETEADORA																		
Mantenimiento de setenas																		
Mantenimiento de estado de poleas																		
Mantenimiento de piñones																		
Reporte Mantenimiento																		
ENFRIADOR																		
Revisar estado de marcos y mallas de enfriamiento																		
Reporte Mantenimiento																		
ZARANDA																		
Mantenimiento de estado de mallas calefactivas																		
Mantenimiento de estado de pernos																		
Mantenimiento de estado de paletas																		
Reporte Mantenimiento																		

Anexo N° 8 Check list de elevador del maíz

TPM	CHECK LIST				TURNO						
	MÁQUINA	ELEVADOR 21	LÍNEA	1	Mañana/Tarde/Noche						
Con carácter ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia						
Imagen		Actividades			L	M	M	J	V	D	
		Inspeccionar motor eléctrico		2							
		Lubricar poleas y correas		5							
		Limpieza de fajas		15							


Anexo N° 9 Check list de tolvas

TPM	CHECK LIST				TURNO					
	MÁQUINA	TOLVAS	LÍNEA	1	Mañana/Tarde/Noche					
Con carácter ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia					
Imagen	Actividades				L	M	M	J	V	D
	Limpieza de rejillas			5						
	Lubricacion de buffles internos			5						
	Limpieza de tolva			10						


Anexo N° 10 Check list de mezcladora Bhuler 1

TPM	CHECK LIST			TURNO							
	MÁQUINA	MEZCLADORA BUHLER 1	LÍNEA	1	Mañana/Tarde/Noche						
Con carácter ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia						
Imagen		Actividades			L	M	M	J	V	D	
		Limpieza de capletas y sellos		5							
		Inspección de cintas helicoidales		2							
		Lubricacion de capletas		6							

Anexo N° 11 Check list de premezcla

TPM	CHECK LIST				TURNO					
	MÁQUINA	DOSIF. PREMEZCLA 1	LÍNEA	1	Mañana/Tarde/Noche					
Con carácter ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia					
Imagen	Actividades				L	M	M	J	V	D
	Inspección de tolvas báscula			2						
	Limpieza de tolvas báscula			4						
	Limpieza del dosificador			5						


Anexo N° 12 Check list de molino 03

TPM	CHECK LIST				TURNO						
	MÁQUINA	MOLINO 03	LÍNEA	1	Mañana/Tarde/Noche						
Con carácter ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia						
Imagen		Actividades			L	M	M	J	V	D	
		Inspección del dispositivo de suministro		2							
		Lubricación de eje de martillo		5							
		Limpieza de láminas de metal		6							

Anexo N° 13 Check list de zaranda

TPM	CHECK LIST				TURNO					
	MÁQUINA	ZARANDA	LÍNEA	1	Mañana/Tarde/Noche					
	Con carácter ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia				
Imagen	Actividades			L		M	M	J	V	D
	Inspeccionar caja motriz			3						
	Limpieza de malla			4						
	Limpieza general			5						

Anexo N° 14 Check list de enfriador

TPM	CHECK LIST				TURNO						
	MÁQUINA	ENFRIADOR	LÍNEA	1	Mañana/Tarde/Noche						
Con carácter ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia						
Imagen		Actividades			L	M	M	J	V	D	
		Revisar cámara de enfriamiento		3							
		Limpiar parrilla de descarga		7							
		Limpiar cámara de enfriamiento		6							

Anexo N° 15 Check list de pelletizadora

TPM	CHECK LIST				TURNO						
	MÁQUINA	PELLETIZADORA	LÍNEA	1	Mañana/Tarde/Noche						
Con carácter ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia						
Imagen		Actividades			L	M	M	J	V	D	
		Inspección del bloque base		2							
		Lubricación de poleas y correas		4							
		Ajuste de puertas y rodillos		6							

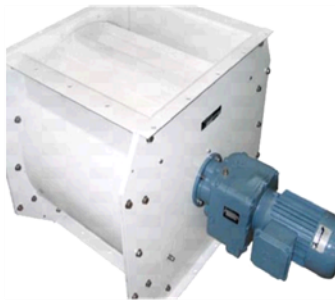
Anexo N° 16 Check list de extractores

TPM	CHECK LIST				TURNO					
	MÁQUINA	EXTRACTORES	LÍNEA	1	Mañana/Tarde/Noche					
Con carácter ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia					
Imagen		Actividades			L	M	M	J	V	D
		Limpieza de rodillos		4						
		Lubricación de rodillos		3						
		Inspección de termocoplas y pirometro		2						

Anexo N° 17 Check list de aplicador de grasa

TPM	CHECK LIST			TURNO							
	MÁQUINA	APLICADOR DE GRASA	LÍNEA	1	Mañana/Tarde/Noche						
Con carácter ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia						
Imagen		Actividades			L	M	M	J	V	D	
		Inspección del sistema gravimétrico		2							
		Limpieza de fajas		6							
		Lubricación de poleas y fajas		4							

Anexo N° 18 Check list de dosificador

TPM	CHECK LIST				TURNO						
	MÁQUINA	DOSIFICADOR M BÄCHLER	LÍNEA	1	Mañana/Tarde/Noche						
Con carácter ante cualquier anomalía contactarse con mantenimiento				Tiempo (min)	Indicar la frecuencia						
Imagen		Actividades			L	M	M	J	V	D	
		Lubricación de motor electrico		2							
		Inspección de motor eléctrico		2							
		Limpieza de tolvas báscula		5							

Anexo N° 19 Formato LILA

Limpieza, inspección, lubricación y ajuste (LILA)					
Activo crítico	¿Cómo funciona?	¿Qué limpio?	¿Qué inspecciono?	¿Qué lubri.co?	¿Qué ajuste?
ELEVADOR 21	Llevar el material de un nivel inferior a un nivel superior a través de la acción de los cangilones internos, que funcionan como cucharas o recipientes de acopio de material	Poleas, correas y fajas	Motor eléctrico	Poleas y correas	
TOLVAS	Sistemas de aspiración, una pala mecánica para el descargue del material a granel	Rejillas y tolva	Rejilla		Baffles internos
MEZCLADORA BUHLER 1	La mezcla va entrando por la parte central del rodete y se impulsa por las ranuras del difusor, produciéndose una fuerte molienda y dispersión	Capletas y sellos	Cintas helicoidales	Capletas	
MOLINO 03	Emplea una lluvia de golpes de martillo para destruir y desintegrar el material	Láminas de metal	Dispositivo de suministro	Eje de martillo	
DOSIF. PREMEZCLA 1	Por tolvas báscula de distintas capacidades pesa el material llegara a la mezcladora	Dosificador	Tolvas vascula		
DOSIFICADOR M BÄCHLER	Descarga de forma uniforme granos, arroz y productos de harina por volumen	Tolvas		Motor eléctrico	
EXTRACTORES	Acelera el proceso de modelado y reestructuración de ingredientes alimenticios	Rodillos	Termocoplas y piometro	Rodillos de estiramiento	
APLICADOR DE GRASA	Esta diseñado para añadir grasas y aditivos solubles a los alimentos	Fajas	Sistema gravimetrico	Fajas y poleas	
PELLETIZADORA	converte el material en pequeñas piezas redondas llamados pellets		Bloque base	Poleas y correas	Puerta, rodillos
ENFRIADOR	Al interior del equipo se forma una capa de material, a través de ella fluye una corriente de aire ascendente, la cual arrastra las partículas de humedad y el calor fuera del equipo	Parrilla de descarga	Cámara de enfriamiento		
ZARANDA	El movimiento giratorio asegura la distribución y separación correcta de los materiales	Mallas	Caja motriz		Mallas

Anexo N° 20 Flujograma Proceso Productivo Planta de Alimento Balanceado

