

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE
ALIMENTOS BALANCEADOS, MEDIANTE EL
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presenta el bachiller:

Gonzalo Asunción García Cabello

ASESOR: Ing. Jonatán E. Rojas Polo

Lima, marzo de 2018



DEDICATORIA

Todas las metas y cada logro profesional son gracias al esfuerzo y a la visión de la persona más importante en mi vida. Gracias por cada segundo de amor, mamá.

RESUMEN

La presente investigación surge ante la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento en una empresa dedicada a la producción de alimento balanceado. Uno de los objetivos es hacer que la mejora continua sea un pensamiento estratégico dentro de la organización y empezar a aplicarla en todos los procesos internos y así garantizar una buena relación con los clientes y permanencia en el mercado actual.

La investigación inicia mencionando los principales conceptos teóricos del mantenimiento productivo total (TPM) desde los pasos a seguir para su implementación, los pilares del desarrollo de este programa, las ventajas que significan implementar esta metodología de trabajo, y algunos casos de éxito tras la su implantación.

Luego de ellos se brinda una breve descripción de la empresa en estudio, la descripción de los productos que comercializa, su ambiente competitivo, descripción de sus operaciones de producción y mantenimiento e indicadores actuales.

Tras esta descripción, se realizará el diagnóstico de la situación actual, identificando problemas como la ausencia de indicadores que midan la verdadera capacidad de planta, la falta de estandarización de sus procesos y el poco o nulo conocimiento del personal en los equipos y maquinarias con los que trabaja.

Para ello se desarrollan distintas propuestas para cada problema en particular, como la necesidad de implementar un sistema de gestión de mantenimiento asistida por ordenador (GMAO); el método de clasificación de la merma; trabajos de mantenimiento autónomo; 5S; capacitaciones y formación de los colaboradores en temas operativos, calidad y seguridad; y estandarización de procesos. En cada punto propuesto se hace mención de los ahorros y beneficios de hacer las mejoras.

Por último, tras haber desarrollado la propuesta de implementación se presentan los beneficios económicos para este proyecto de implementación de TPM. Teniendo ahorros mensuales de S/. 6,731.60 con una inversión inicial de S/: 30,612.63.



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial
ALUMNO : **GONZALO ASUNCIÓN GARCÍA CABELLO**
CÓDIGO : 2011.1860.12
PROPUESTO POR : Ing. Jonatán E. Rojas Polo
ASESOR : Ing. Jonatán E. Rojas Polo
TEMA : PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS, MEDIANTE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).
N° TEMA : 1396
FECHA : San Miguel, 10 de julio de 2017



JUSTIFICACIÓN:

La industria avícola es una de las ramas de la producción nacional que muestra mayor crecimiento año tras año evidenciado principalmente en el consumo de carne de aves que se impone en volumen a la carne de res y cerdo, a pesar de la desaceleración de la economía en los periodos 2011 – 2015. Para ejemplificar, solo en Lima Metropolitana y Callao durante el mes de enero de 2012 se vendió en los centros de acopio 16,481 miles de unidades de pollos y para agosto de 2015 esta cifra aumentó a 22,996 miles de unidades, es decir un aumento de 39.5 % en tres años y medio¹. Ambos números reflejan cómo ha sido progresivo el aumento durante este periodo. El Ministerio de Agricultura y Riego estima que la producción nacional de carne de ave para el 2017 alcance el millón 919 mil toneladas, superando en 5.1% a lo reportado en el 2016, de lo cual se espera que la producción de pollo llegue a un millón 785 mil toneladas, aportando 5.3% más respecto² al año anterior. Esto supone que la capacidad instalada por las grandes avícolas nacionales aumente y por lo tanto sus stakeholders sientan el impacto de este crecimiento.

Dentro de los principales proveedores de alimento balanceado para animales existe un limitado número de empresas que abastecen a todo el sector y son ellos en quienes se refleja este continuo incremento en la demanda.

¹ MAP: La revista del mundo avicultor y porcicultor. Venta de pollos en los centros de acopio de Lima Metropolitana y Callao. Consultado el 15 de Abril de 2016. Recuperado de <http://www.maplarevista.pe/search/label/ESTADISTICAS>

² MINAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego. "Producción de pollo mantendrá niveles óptimos este año". Consultado el 15 de marzo de 2017. Recuperado de <http://www.minagri.gob.pe/portal/publicaciones-y-prensa/noticias-2017/18747-produccion-de-pollo-mantendra-niveles-optimos-este-ano>

i

Av. Universitaria N° 1801, San Miguel
T: (511) 626 2000

www.pucp.edu.pe



La producción de alimento balanceado para animales como las aves requiere de una mezcla de ingredientes y excipientes que contengan las vitaminas y minerales para el adecuado crecimiento del ave. Este producto, llamado también pre-mezcla, requiere de una receta específica brindada por el cliente que especifique las proporciones exactas a ser preparadas. El proceso no es muy complejo; sin embargo, requiere de altos estándares de calidad en su elaboración. Es así, que la tecnología juega hoy en día un papel muy importante para el logro de estos objetivos en las empresas productoras de pre-mezclas que buscan aumentar su producción y asegurar la calidad de sus productos. La apuesta por implementar sistemas de automatización lleva a que se diseñen complejas estructuras pensando en un próspero crecimiento. Pero la realidad es que muchas de estas implementaciones fallan o se encuentran en el camino con errores irreversibles y todo originado por la falta de revisión de necesidades por parte de la organización y el desconocimiento de herramientas que contribuyan a una mejor gestión de las operaciones. El error común es creer que la tecnología será el motor de crecimiento para la compañía, pero sin una adecuada gestión de todos estos recursos, por ejemplo, una adecuada planificación de mantenimiento, hará que las máquinas presenten averías y la planta se encuentre parada por largas horas cuando se pudo prevenir mediante seguimientos y controles estadísticos de fallas, y planes de acción para evitar tiempos de retraso en la producción.

Por consiguiente, la presente investigación busca dar solución de un caso en particular del contexto expuesto, en una empresa de elaboración de alimento balanceado para animales que cuenta con una moderna planta de producción pero que no cumple los objetivos trazados para su construcción, entre ellos: aumentar la capacidad de producción. La estandarización de actividades operativas, la implementación de indicadores para producción y mantenimiento, el diseño e implementación de controles de mermas fijas y variables, la disminución de las paradas por defecto y averías de máquina mediante la correcta planificación del mantenimiento preventivo y el control estadístico de las paradas en planta, y la inserción del mantenimiento autónomo (según sea necesario) son algunas de las herramientas que la ingeniería industrial aporta para analizar, evaluar y rediseñar procesos como los ya expuestos.

OBJETIVO GENERAL:

Elaborar una propuesta para aumentar la capacidad de producción actual de la planta mediante el seguimiento y control de tiempos de paradas por averías de máquinas y paradas permitidas en general, y estandarizando las actividades de producción y mantenimiento usando como herramienta principal el TPM, 5S y la aplicación de un adecuado sistema de control de producción.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Buscar información de primera fuente para generar propuestas de solución y oportunidades de mejora respecto al diagnóstico de la situación actual en las operaciones de producción y mantenimiento de la empresa.



- Establecer el seguimiento y control de las averías o defectos de las máquinas de producción que derivan en mantenimientos correctivos o prolongados tiempos de paradas.
- Establecer un sistema para gestionar y registrar la información (tiempos de paradas de planta) que se genera en cada turno, y que se pueda realizar el seguimiento a cada una de ellas.
- Determinar indicadores de rapidez en la operación para una adecuada gestión en producción y mantenimiento: eficiencia de fábrica y eficiencia de máquina.
- Establecer el seguimiento de las mermas fijas y variables que forman parte del proceso.
- Proponer campañas de capacitación para que los colaboradores que pertenecen al área de operaciones de la empresa se involucren en el uso de nuevas metodologías que contribuyan en la mejora continua de la organización y en su aprendizaje personal.

PUNTOS A TRATAR:

a. Marco Teórico.

Como antesala, se describirán conceptos respecto a la definición y pasos para la implantación del mantenimiento productivo total. Asimismo, en base a una adecuada investigación bibliográfica se procederá a definir los pilares básicos para el desarrollo del TPM, los principales indicadores en la búsqueda de la máxima eficiencia operativa y la relación que tiene esta filosofía con las 5S y el Just in Time. Con toda esta información se tendrá lo necesario para poder analizar en particular el caso de la empresa y empezar a evaluar las principales deficiencias que esta presenta.

b. Revisión de casos.

Se investigarán tres casos en donde se aplicó la filosofía TPM en distintas empresas del mundo con procesos similares al de la empresa en análisis. Se validará de este modo los resultados obtenidos tras la implantación de la metodología como el aumento en la capacidad de producción, la reducción en el número de averías y la mejora de la eficiencia de planta en general.

c. Descripción de la empresa.

Se hará una descripción de la empresa que será tratada en la presente investigación y se explicará sobre el tipo de bien o servicio que produce. Asimismo, se presentarán algunos datos y los pilares vigentes de la organización.

d. Diagnóstico de la situación actual.

Se busca mejorar los niveles de producción actuales de la empresa, para ello se describe la situación actual del mercado en el cual se desarrolla la organización y de los indicadores correspondientes a la gestión de producción. Asimismo, se realizará una descripción y posterior diagnóstico del proceso productivo y del área de mantenimiento para saber cómo se encuentran estas operaciones y cuál es el enfoque a plantear del TPM que se debe tomar para esta situación.



e. Propuesta de mejora.

Se plantearán soluciones de acuerdo al diagnóstico de la situación actual de la empresa y la investigación sobre mantenimiento productivo total (TPM).

La propuesta consistirá en primer lugar en el establecimiento de indicadores que permitan dar seguimiento continuo a la eficiencia de la planta, y por otro lado proponer soluciones eficaces en distintos aspectos de gestión de la misma.

f. Evaluación de la Propuesta de mejora.

Luego de plantear las distintas soluciones para los problemas encontrados en el diagnóstico, se evaluará mediante la relación costo/beneficio qué tan efectivas son estas propuestas, el costo que involucra cada una de ellas y en cuanto tiempo se verán los primeros resultados y la recuperación de lo invertido.

g. Conclusiones y recomendaciones.

Máximo: 100 páginas



ASESOR

Q

Contenido

Índice de Ilustraciones	iii
Índice de Tablas	iv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO	2
1.1. La gestión del Mantenimiento en la Industria Nacional	2
1.2. Introducción al TPM	3
1.2.1. Evolución del Mantenimiento Productivo Total	3
1.2.2. Directrices básicas del TPM	4
1.2.3. Las Seis Grandes Pérdidas	4
1.2.4. Los cinco pilares del desarrollo del TPM	5
1.2.5. Implementación de un programa TPM	6
1.2.6. Beneficios de la implantación del TPM	8
1.3. Maximización de la efectividad del equipo	8
1.3.1. Objetivos del OEE	9
1.3.2. Identificación de tiempos	9
1.3.3. Tipos de Productos	10
1.3.4. Tipos de Paradas	10
1.3.5. Indicadores OEE	10
1.4. Mantenimiento Planificado y Mantenimiento Autónomo	11
1.4.1. Mantenimiento Planificado	12
1.4.1.1. Mantenimiento de averías (BM)	12
1.4.1.2. Mantenimiento Correctivo (CM)	12
1.4.1.3. Mantenimiento Preventivo (PM)	12
1.4.1.4. Mantenimiento Predictivo	12
1.4.2. Mantenimiento Autónomo	13
1.5. Gestión de mantenimiento asistida por ordenador (GMAO)	14
1.5.1. Etapas de la introducción de la gestión de mantenimiento asistida por ordenador	15
1.5.2. Estructura y arborescencia de equipos productivos	17
1.5.3. Codificación de los equipos y agrupación por células y líneas productivas	17
1.5.4. Codificación de las averías	18
1.5.5. Proceso de realización de los partes de avería	19
1.5.6. Ventajas competitivas que pueden derivarse de la gestión informatizada	20
1.6. Filosofías que ayudan al establecimiento del TPM	21
1.6.1. Cinco "S"	21
1.6.2. Just in Time (JIT)	23
CAPITULO 2. REVISIÓN DE CASOS	25
2.1. Primer caso de Estudio	25
2.2. Segundo Caso de Estudio	28
2.3. Tercer Caso de Estudio	31
CAPITULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	35
3.1. Antecedentes y condiciones actuales	35
3.1.1. Objetivos de la empresa	35
3.1.1.1. Misión	36
3.1.1.2. Visión	36
3.1.1.3. Objetivos estratégicos	36
3.1.1.4. Políticas	36
3.1.1.5. Valores corporativos	37
3.1.2. Organigrama del área de operaciones	38
3.1.3. Tamaño de la Organización	38
3.1.4. Tipo de Bienes/Servicios que Produce	38
3.1.5. Mercados a los que Destina sus Productos	39
3.1.6. Ambiente competitivo	39
3.2. Procesos productivos	42
3.2.1. Descripción del proceso productivo	43
3.1.1.1. Flujo de operaciones	44
3.1.1.2. Secuencia de tareas	52

3.3	Gestión de Mantenimiento	55
3.3.1	Funciones del área	56
3.3.2	Recursos del área	56
CAPITULO 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL		58
4.1	Indicadores de producción	58
4.2	Análisis cuantitativo de la situación actual	61
4.3	Análisis cualitativo de la situación actual	62
4.3.1.1	Deficiencias	62
4.3.1.2	Indicadores instalados a la fecha	63
4.3.2	Conclusiones	64
CAPITULO 5. PROPUESTA DE MEJORA		66
5.1	Fase I: Preparación	67
5.1.1	Decisión de aplicar el TPM en la empresa	67
5.1.2	Información sobre TPM	67
5.1.3	Estructura promocional del TPM	67
5.1.4	Objetivos y políticas básicas	71
5.1.5	Plan maestro de desarrollo del TPM	72
5.2	Fase II: Introducción	73
5.3	Fase III: Implantación	73
5.3.1	Mejorar la efectividad del equipo	74
5.3.2	Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo	82
5.3.2.1	Alcance	82
5.3.2.2	Conservación del equipo	83
5.3.3	Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento	85
5.3.4	Implementación de 5S como base del TPM	86
5.3.5	Control y registro visual	88
5.3.6	Diagramación de los procesos	91
5.3.7	Propuesta de diseño del árbol de mermas	93
5.3.9	Reforzamiento en temas de seguridad	96
5.4	Fase IV: Consolidación	98
CAPITULO 6. EVALUACIÓN ECONÓMICA		99
6.1	Detalle de costos relevantes de la propuesta	99
6.2	Detalle de los beneficios de la propuesta	102
6.3	Flujo neto para las propuestas	103
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		105
7.1	Conclusiones	105
7.2	Recomendaciones	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		107

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Características básicas del TPM.....	4
Ilustración 2. Clasificación de las seis grandes pérdidas.....	5
Ilustración 3. Niveles y subniveles de equipos.....	17
Ilustración 4. Entradas y salidas del proceso productivo.....	24
Ilustración 5. Evaluación de habilidades mediante gráfico radar.....	26
Ilustración 6. Controles visuales.....	27
Ilustración 7. Cumplimiento de etiqueta.....	27
Ilustración 8. Eficiencia en línea de masas versus tiempo de parada máximo aceptable. ...	29
Ilustración 9. Indicadores de la línea de producción de pizzas durante cinco años.....	30
Ilustración 10. Estructura actual de operaciones.....	38
Ilustración 11. Colocación Nacional de Pollos BB Carne 2012 a agosto 2015.....	40
Ilustración 12. Venta de pollos en centros de acopio de Lima Metropolitana y Callao -	41
Ilustración 13. Precios pagados por el consumidor por las diversas carnes y huevos	42
Ilustración 14. Estructura de la Gerencia de Producción.....	43
Ilustración 15. Diagrama de flujo general de producción.....	44
Ilustración 16. Cabina de Carga de Excipientes.....	45
Ilustración 17. Cabinas de carga móvil.....	47
Ilustración 18. Grupo de 10 Silos de Componentes Comunes.....	47
Ilustración 19. Sistema de Dosificación de Micro-componentes – 20 silos de 600 litros para la línea blanca y medicada (6to piso de la torre).....	48
Ilustración 20. Cabina de Carga para materia prima fraccionada, se repite en las tres líneas de producción (5to piso de la torre).....	49
Ilustración 21. Mezclador DFML 1000.....	49
Ilustración 22. Tamizadora Turbo-Star MKZF 40/90 E.....	50
Ilustración 23. Tolla Pulmón.....	50
Ilustración 24. Ensacadora MWPF, tanto en línea blanca y medicada (1er piso de la torre).....	51
Ilustración 25. Estación de Ensacado Big Bag en línea medicada (1er piso de la torre).....	51
Ilustración 26. Estación de Ensacado Automático Maia MWPG-1 en línea veterinaria (1er piso de la torre).....	52
Ilustración 27. Layout de las tres líneas de producción.....	53
Ilustración 28. Estructura de Ingeniería y Mantenimiento.....	55
Ilustración 29. Rendimiento Línea Blanca.....	59
Ilustración 30. Rendimiento Línea Medicada.....	60
Ilustración 31. Rendimiento Línea Veterinaria.....	60
Ilustración 32. Diagrama de causa y efecto.....	61
Ilustración 33. Plano Propuesto de sectorización 5S en producción.....	71
Ilustración 34. Escalera de eficiencias propuesta.....	82
Ilustración 35. Tablero de 5S y Mantenimiento Autónomo.....	89
Ilustración 36. Ejemplo propuesto de Procedimiento Estandarizado.....	92
Ilustración 37. Propuesta para el reporte de actos / condiciones inseguras.....	98

Índice de Tablas

Tabla 1. Evolución del Mantenimiento en la Historia.....	3
Tabla 2. Directrices básicas del TPM	4
Tabla 3. Las seis grandes pérdidas.....	5
Tabla 4. Cronograma de actividades para la implementación del TPM.....	7
Tabla 5. Relación de los coeficientes de eficiencia global del equipo con las 6 pérdidas.	8
Tabla 6. Formación a los operarios para que entiendan el equipo.	13
Tabla 7. Etapas de la implantación de la GMAO.....	15
Tabla 8. Caso muestra de codificación.....	18
Tabla 9. Formato de solicitud de partes de avería	19
Tabla 10. Códigos de situación de la solicitud de mantenimiento	20
Tabla 11. Comparación entre TPM y el JIT.	24
Tabla 12. Índice de disponibilidad de la línea zincalum durante el 2008.	31
Tabla 13. Índice de rendimiento de la línea.	32
Tabla 14. Índice de calidad.	32
Tabla 15. Eficiencia global de la línea (Disponibilidad x Rendimiento x Calidad)	32
Tabla 16. Indicadores Propuestos para la línea.	34
Tabla 17. Colaboradores por Jerarquías	38
Tabla 18. Categorías de Productos	39
Tabla 19. Colocación Nacional de Pollos BB CARNE 2012 a agosto 2015 (miles de unidades).....	40
Tabla 20. Venta de Pollos en los centros de acopio de Lima Metropolitana y Callao - 2012 a agosto 2015 (miles de unidades).....	41
Tabla 21. Precios pagados por el consumidor por las diversas carnes y huevos en Lima Metropolitana - S/. Kg. Junio 2014 a junio 2015	41
Tabla 22. Distribución de auxiliares	43
Tabla 23. Utilización Actual por Operación.....	54
Tabla 24. Indicadores de Mantenimiento.....	55
Tabla 25. Indicadores de Disponibilidad	58
Tabla 26. Indicadores de Rendimiento	58
Tabla 27. Indicadores de Calidad	61
Tabla 28. Cuadro de deficiencias del área de mantenimiento.....	63
Tabla 29. Condiciones de trabajo	64
Tabla 30. Horas invertidas en mantenimiento programado	64
Tabla 31. Horas invertidas en mantenimiento programado por línea de producción.....	64
Tabla 32. Situación actual y oportunidades de mejora de las operaciones productivas	66
Tabla 33. Estructura propuesta para el lanzamiento de TPM	68
Tabla 34. Estructura Propuesta de los Equipos.....	69
Tabla 35. Plan para la ejecución de la propuesta.....	72
Tabla 36. Establecimiento de metas	73
Tabla 37. Ejemplo de Diagrama de Jack Knife.....	77
Tabla 38. Ejemplo aplicativo para el uso de indicadores de eficiencia	81
Tabla 39. Puntos que serán abordados en la campaña.	85
Tabla 40. Formato propuesto para el reporte de mejoras en 5S.....	87
Tabla 41. Programación de actividades de Mantenimiento autónomo.....	90
Tabla 42. Programación de actividades de 5S	90
Tabla 43. Lista de procesos a estandarizar	91
Tabla 44. Propuesta de árbol de merma (FIJA) para materias primas	94
Tabla 45. Propuesta de árbol de merma (VARIABLE) para materias primas	94
Tabla 46. Propuesta de árbol de mermas para producto terminado	95
Tabla 47. Zonificación de las áreas de la planta.....	96
Tabla 48. Costos asociados a la gestión de mantenimiento asistido por computador.....	99
Tabla 49. Costos asociados a la gestión de costos (mermas, mantenimiento autónomo) .	100
Tabla 50. Costos asociados a la gestión visual y estandarización de procesos	101
Tabla 51. Costos asociados a la gestión de gente y seguridad	101
Tabla 52. Flujo neto	104

INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación es la propuesta de implantación del mantenimiento productivo total (TPM) para una empresa que elabora alimentos balanceados. Para lograr el objetivo trazado se ha desarrollado siete capítulos en 7 capítulos en los cuales se desarrolla la investigación teórica y práctica del TPM, la situación actual de la organización, y la propuesta de mejora correspondiente.

En el primer capítulo se desarrolla el marco teórico, es decir se hace una introducción al Mantenimiento Productivo Total en donde se plasman los objetivos, pilares y beneficios que esta filosofía que brinda en las industrias a las cuales aplica. Así mismo se detalla la situación actual y la importancia de la gestión de mantenimiento asistida por ordenador (GMAO) tan importante hoy en día. El segundo capítulo hace una recopilación de tres casos de estudios referentes a la implantación de TPM en industrias de alimentos y de actividades mineras. Estas investigaciones fueron realizadas en institutos y universidades de India, Grecia y Chile. Esta información es clave pues brinda ejemplos claros de este sistema de trabajo, desde su planificación, puesta en marcha, resultados y posterior gestión.

En el tercer capítulo se describe a la empresa en estudio, su organización interna y elementos principales dentro del negocio en el que se encuentra. En el capítulo cuatro se profundiza en brindar a detalle la descripción de la actual gestión de producción y de mantenimiento de la empresa. Se analizan los indicadores que actualmente están vigentes en estas áreas. Se proporciona el diagnóstico general para las operaciones involucradas en el desarrollo de la presente investigación: mantenimiento y el impacto en producción.

El quinto capítulo aborda la propuesta de implantación del modelo de Mantenimiento Productivo Total en la empresa. Una vez desarrollado el análisis en el capítulo anterior, se realiza el diseño respectivo, el plan de implementación, las fases y los requerimientos surgidos. Las mejoras propuestas son respecto a la gestión de mantenimiento asistida por computador, gestión de costos (mermas), estandarización y control visual de planta. Todo ello sin dejar de lado el aspecto social involucrado en cada etapa de la implementación. En el sexto capítulo se tiene el análisis de costo y beneficio del conjunto de propuestas que se hizo en la sección anterior, obteniendo resultados positivos por los beneficios y ahorros generados.

Finalmente, en el séptimo capítulo se establecen conclusiones y recomendaciones de la propuesta y de su futura implantación en la organización escogida; es decir, aspectos a tener en cuenta, comentarios sobre los posibles resultados obtenidos, y la importancia de la retroalimentación en este tipo de implementaciones

CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO

Hoy en día es obligatorio que toda planta industrial cuente con departamento de mantenimiento debido a que es aquí en donde se realizan las mejoras cuyo impacto repercuten directamente con las utilidades de la empresa. El TPM busca mediante una correcta planificación e inserción de nuevas metodologías de trabajo, mejorar la efectividad de los equipos, procesos, planta y empresa en general. El enfoque de esta filosofía comprende más que un tema técnico con las maquinarias y equipos, abarca también la motivación y liderazgo presente en cada organización.

El mantenimiento Productivo Total es una integración de conceptos gestión de mantenimiento, mejora continua, calidad total, Just in time y 5's. El OEE (Overall Effectiveness Equipment) es un indicador que se puede medir a través del tiempo, su análisis es de suma importancia puesto que puede ayudar a proponer mejoras. Cabe resaltar que de nada sirve forzar la planta a que sea más efectiva si las condiciones de mercado (demanda) limitan a que aproveche esta capacidad (oferta), incurriendo de este modo en costos innecesarios. Más adelante se tocará el tema con mayor exactitud.

1.1. La gestión del Mantenimiento en la Industria Nacional

Las grandes industrias requieren un sistema de mantenimiento de acuerdo a sus necesidades, no ajeno a ello en el Perú la corriente actual dice que la automatización es una constante en las empresas cuya demanda se ha visto totalmente superada y por tal urgencia se ven en la necesidad de recurrir al recurso máquina para lograr sus metas. Sin embargo, no basta con tener equipos de mayor tecnología si no hay una correcta planificación del mantenimiento. El TPM ya ha sido implantado en empresas como Aceros Arequipa, Compañía minera Antamina, Alimentos y derivados S.A., Alusud Perú, Minera Barrick Misquichilca, entre otros; claros ejemplos de la concepción de esta idea que se explicará más adelante. Cuanto más equipos, líneas e Inputs en general reciban un sistema de producción, el mantenimiento productivo total integrará todos los recursos para lograr la optimización propuesta. Cabe mencionar que algo en común que presentan estas empresas es el grado de automatización instalado dentro de sus plantas. El Perú es el centro de inversiones más rentable de América del Sur desde hace más de 7 años, lo cual se refleja en la expansión de las empresas ya consolidadas en construir mejores y más grandes plantas, así como la llegada de nuevos participantes que vienen a competir en igual condiciones (automatizadas) dentro de la industria nacional. La gestión del mantenimiento juega entonces un rol fundamental en cada organización pues es la que vela por el sostenimiento y vigencia de las plantas. Más adelante se describirá

los pasos que las empresas deben realizar y los posibles beneficios de la implantación de este nuevo modelo de gestión del mantenimiento.

1.2. Introducción al TPM

El Mantenimiento Productivo Total es un sistema de Gestión de Mantenimiento que busca la mejora continua de la Maquinaria y el aseguramiento del 100 % de eficiencia del proceso de Producción, con la involucración de todo el personal de la Empresa. Es también una propuesta de cambio estructural en la cultura organizacional de la compañía, que involucra la unión de la gestión de **producir** y **mantener** con el fin de generar un elevado beneficio en el proceso de la producción y en la calidad de los productos manufacturados o en el servicio brindado, sea el caso de la empresa (López Arias, 2009).

1.2.1. Evolución del Mantenimiento Productivo Total

Mantenimiento del equipo es un conjunto de actividades con el objetivo de suprimir los defectos de calidad producidos por las averías, eliminar la necesidad de ajustes del equipo, y hacer el trabajo más agradable y seguro para los operarios. El concepto PM (Mantenimiento Preventivo) se introduce en Japón desde Estados Unidos en 1951. Antes del PM, las empresas practicaron el BM (mantenimiento de averías), que significa arreglar el equipo solo después de producirse una avería. (Shirose, 1994). El término TPM fue acuñado en 1971 por el Instituto Japonés de Ingenieros de Plantas (JIP). Éste surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y pronto pasó a formar parte de la cultura corporativa de empresas de otra corriente industrial que buscaban la implantación de este modelo. Las automotrices Toyota, Nissan y Mazda fueron las pioneras de esta filosofía. (Suzuki, 1994). Ver tabla 1.

Tabla 1. Evolución del Mantenimiento en la Historia.

Época	Tipo de Mantenimiento Aplicado	Países de Aplicación
Hasta el Siglo XIX	Mantenimiento Netamente Correctivo: solo se arregla la máquina cuando presenta paros o fallas	Países industrializados: Europa - Primera y Segunda Revolución Industrial
1916 - 1950	Mantenimiento Preventivo, detección y tratamiento de anomalías antes de que causen defectos o pérdidas	Estados Unidos de América
1950 - 1970	Se complementa al mantenimiento preventivo con el mantenimiento productivo: Se da más importancia a la fiabilidad para la entrega de servicio al cliente.	Japón
1971 - 1990	Mantenimiento Productivo Total TPM basado en el respeto y participación de todo el personal de la empresa.	Japón y algunos países occidentales
1991- Hasta la actualidad	Se presenta un mantenimiento más participativo y enfocado a la eliminación de desperdicios y pérdidas en cualquier área de las compañías a partir de la aplicación del TPM.	Globalización, en todo el mundo.

Fuente: López Arias (2009)

1.2.2. Directrices básicas del TPM

La participación total del TPM tiene como objetivo cero averías, cero defectos y cero problemas de seguridad, y da lugar a un aumento de la eficiencia general de los equipos y reducción de costos. Ver tabla 2.

Tabla 2. Directrices básicas del TPM

Objetivos empresariales + Objetivos para los equipos	
1. Inicio de producción de nuevos productos en tiempo oportuno y de forma efectiva.	1. Evitar la degradación de los equipos debido a las averías, aumento de problemas de producción y de calidad.
2. Adecuación flexible a las tendencias de la demanda	2. Evitar la degradación de los equipos por parte operativa continua con carga elevada.
3. Reducción de costes de las mercancías.	3. Reducir los equipos con defectos, por deficiencias en los proyectos.
4. Garantía de un gran nivel de calidad.	4. Mejorar el conocimiento y concienciación
5. Conservación de recursos naturales y energéticos	5. Elevar la moral con la satisfacción en la operativa y el control de los equipos.
= Objetivos Principales	
1. Reducción averías de los equipos.	
2. Reducción tiempo de espera y de preparación de los equipos (set up).	
3. Utilización eficaz de los equipos existentes.	
4. Control de la precisión de herramientas y equipos.	
5. Promoción y conservación de recursos naturales y economía de energía.	
6. Formación y entrenamiento de los recursos naturales.	

Fuente: Cuatrecasas (2000)

En la ilustración 01 se aprecia la meta, los medios y la gestión, así como la relación entre los tres conceptos.

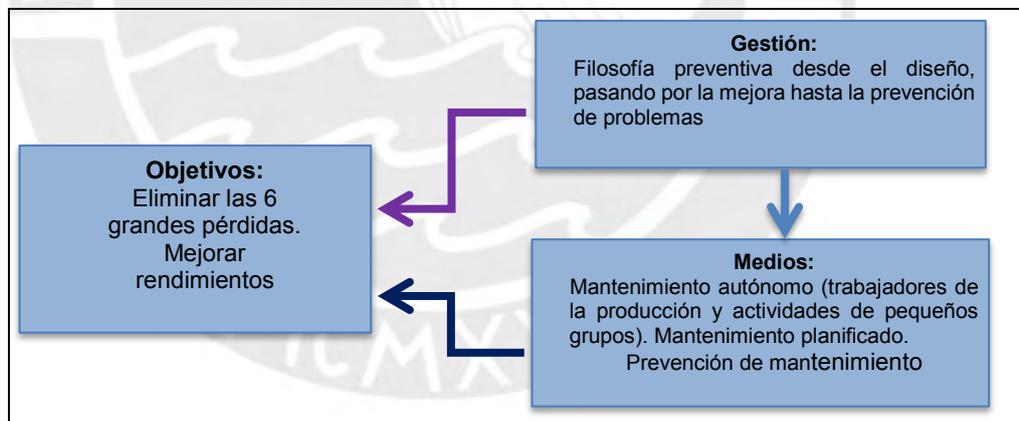


Ilustración 1. Características básicas del TPM.

Fuente: Cuatrecasas (2000)

1.2.3. Las Seis Grandes Pérdidas

Uno de los objetivos del TPM es mejorar la eficacia global del equipo. Básicamente, hay dos formas de mejorar la eficacia del equipo, una positiva y otra negativa. La primera consiste en sacar el mayor provecho de las funciones y características de rendimiento del equipo. La negativa, eliminar los obstáculos a la eficacia, también llamados “las seis grandes pérdidas” (Shirose, 1994). Ver ilustración 2.

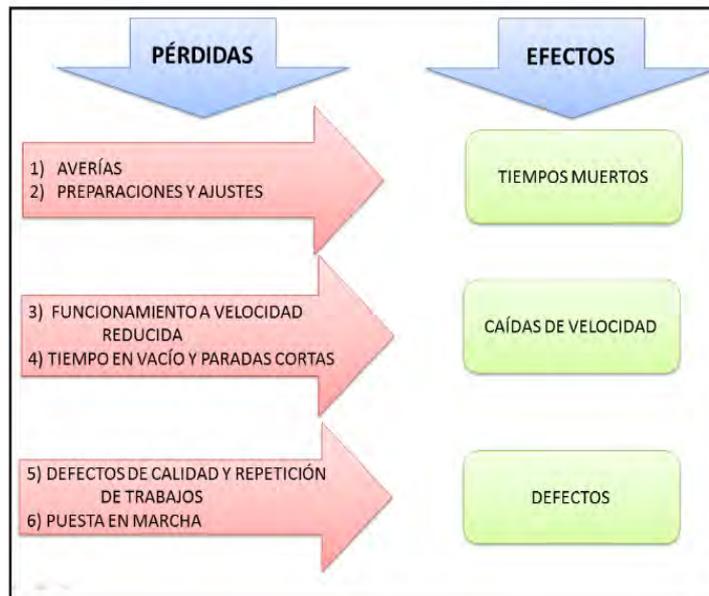


Ilustración 2. Clasificación de las seis grandes pérdidas.

Fuente: Cuatrecasas (2010)

La explicación de las seis grandes pérdidas se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Las seis grandes pérdidas.

Tipo	Pérdidas	Tipo y características	Objetivo
Tiempos muertos y de vacío	1. Averías	Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas, de los equipos	Eliminar
	2. Tiempos de preparación y ajuste de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad del proceso	3. Funcionamiento a velocidad reducida	Diferencia entre la velocidad actual y la de diseño del equipo según su capacidad. Se puede contemplar además otras mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño.	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño
	4. Tiempo en vacío y paradas cortas	Intervalos de tiempo en que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios.	Eliminar
Productos o procesos defectuosos	5. Defectos de calidad y repetición de trabajos	Producción con defectos crónicos y ocasionales en el producto terminado y, consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos.	Eliminar productos y procesos fuera de tolerancias
	6. Puesta en marcha	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas.	Eliminar o minimizar según exigencias técnicas

Fuente: Shirose (1994)

1.2.4. Los cinco pilares del desarrollo del TPM

De acuerdo a la definición de varios autores respecto al desarrollo del TPM, se tiene 5 pilares que se deben llevar a cabo para una adecuada introducción de esta

metodología. Nakajima (1991) menciona que los detalles prácticos y los procedimientos para usar el TPM para maximizar la efectividad del equipo deben ajustarse a la compañía individual. Esto se interpreta que cada organización debe desarrollar su propio plan de acción, de acuerdo a sus necesidades, ya que estas varían dependiendo del tipo de industria, los métodos de producción, y tipo de equipo y condiciones de la situación actual de cada organización. Shirose (1994) por su parte, hace una breve descripción sobre las cinco actividades básicas que se deben ejecutar para el desarrollo del TPM:

- Llevar a cabo actividades de mejora diseñadas para aumentar la eficacia del equipo. Esto se hace mayormente eliminando las seis grandes pérdidas. Ver tabla del punto 1.2.3.
- Establecer un sistema de mantenimiento autónomo que se realiza por los operarios del equipo. Esto se organiza después de que hayan recibido formación para ser “conscientes del equipo” y “haber adquirido la destreza necesaria para identificar y reparar los problemas del equipo”
- Establecer un sistema de mantenimiento planificado. Esto aumenta la eficacia del departamento de mantenimiento.
- Establecer cursos de formación que sirven para adiestrar permanentemente a los trabajadores y aumentar su nivel técnico (dominio de las instalaciones).
- Establecer un sistema para el desarrollo del MP y la gestión temprana del equipo. El diseño del MP genera equipos que necesitan menos mantenimiento. A su vez, la gestión temprana del equipo hace que un nuevo equipo comience a operar óptimamente en menos tiempo del que antes requería.

1.2.5. Implementación de un programa TPM

Para el desarrollo de un programa TPM es necesario identificar las cuatro fases involucradas, las etapas internas involucradas en cada una de ellas y sus objetivos. La meta es efectuar mejoras fundamentales dentro de una organización efectuando progresos en la utilización de máquinas y equipos, y de recursos humanos. Como fase previa a la realización del programa, es indispensable identificar tres requerimientos que se deben tener en cuenta para empezar a trabajar. Se debe cambiar las actitudes del personal e incrementar sus capacidades; es decir, incrementar su motivación y competencia para maximizar la efectividad y operación del equipo. El entorno de trabajo, es una tercera condición importante para el éxito. Se debe crear un ambiente que apoye el establecimiento de un programa sistémico para la implantación del TPM. Por todo esto, es importante que la alta dirección asuma el liderazgo atacando seriamente

este tema; de lo contrario, no progresará la necesaria transformación en actitudes, equipo, y constitución corporativa global. (Nakajima, 1991)

De acuerdo con Cuatrecasas (2000), la implantación comprende los siguientes objetivos:

- Incremento de la duración del ciclo y de la calidad de la vida de los equipos.
- Establecimiento del mantenimiento autónomo en el propio puesto de trabajo.
- Reordenación de las tareas del área de mantenimiento hacia la prevención.
- Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo optimizada.
- Mejora de la funcionalidad y mantenimiento de los equipos.
- Formación y entrenamiento del personal productivo y de mantenimiento.
- Incidencia en el diseño de los equipos, pensados para obtener el máximo rendimiento con el mínimo mantenimiento.
- Implantar una política de prevención de mantenimiento.

Tabla 4. Cronograma de actividades para la implementación del TPM.

Etapa	Paso	Detalles
1. Preparación	1. La alta dirección anuncia la introducción del TPM.	La alta dirección hace público su decisión de tener a cabo un programa TPM a través de reuniones internas.
	2. Programas de educación y campañas para introducir TPM.	Campañas informativas a todas las áreas para la introducción del TPM.
	3. Crear organizaciones para promover TPM.	Formar comités especiales en cada área para promover el TPM. Crear una oficina de promoción del modelo.
	4. Establecer políticas básicas TPM y metas	Analizar las condiciones existentes, establecer objetivos y prever resultados.
	5. Formular <i>plan maestro</i> para desarrollo TPM	Preparar planes centrados con la actividad a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevén para ello.
2. Implantación preliminar	6. Organizar un acto de iniciación TPM.	Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades nacionales.
3. Implementación del TPM.	7. Mejorar la efectividad de cada pieza del equipo.	Seleccionar un(os) equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar.
	8. Desarrollar un programa de mantenimiento.	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada.
	9. Desarrollar un programa de mantenimiento planificado.	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo.
	10. Dirigir entrenamiento para comenzar operación y capacidades de mantenimiento.	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñar a los miembros del grupo correspondiente.
	11. Desarrollar programa de gestión de fallas iniciales.	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y manejabilidad.
4. Estabilización	12. Implantación perfecta del TPM y elevación de metas.	Mantener y mejorar resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua.

Fuente: Cuatrecasas (2000)

Las etapas identificadas dentro de la implantación del TPM se pueden observar en la tabla 4, que muestra los pasos a seguir (12 en total) en cada una de las 04 etapas.

1.2.6. Beneficios de la implantación del TPM

Independientemente de las mejoras realizadas en el departamento de mantenimiento de la empresa, los beneficios se ven reflejados en toda la planta. Ellos se evidencian en tres situaciones. Primero, la maximización de la disponibilidad de los equipos: cero averías, pérdidas de preparación/ajuste y otras perdidas por paradas. Segundo, la mejora del rendimiento de los equipos por eliminación de pérdidas de velocidad, paradas menores y tiempos muertos. Y, por último, eleva la calidad del producto que la máquina trabaja, con la eliminación de defectos durante el proceso.

Fang (2005) menciona algunos de los resultados obtenidos tras la implementación exitosa del sistema en todas empresas, definiéndolas como “logros en las operaciones de planta”.

- Se reduce el 50% de las interrupciones de producción.
- La pérdida de producción decrece en un 70%.
- Se reduce del 50% a 90% los “Set Up” de máquinas.
- La capacidad se incrementa de un 25% a un 49%.
- La labor productiva se incrementa en un 50%.
- El costo de mantenimiento por unidad producida se reduce en 60%.

1.3. Maximización de le efectividad del equipo

Nakajima (1991) propuso el término “Overall Equipment Effectiveness” (OEE) como un indicador de evaluación del avance del TPM en la empresa. Básicamente el indicador final resulta de la multiplicación de estos tres factores. Ver tabla 5.

$$Eficiencia\ Global = D \times E \times C$$

Tabla 5. Relación de los coeficientes de eficiencia global del equipo con las 6 pérdidas.

Coeficiente de eficiencia	Tipo de pérdidas
Disponibilidad (D)	<ul style="list-style-type: none"> • Averías • Tiempos de preparaciones
Efectividad (E)	<ul style="list-style-type: none"> • Paradas y tiempos de vacío • Reducciones de velocidad
Calidad (C)	<ul style="list-style-type: none"> • Productos defectuosos y reprocesados. • Puestas en marcha sin producto real.

Fuente: Cuatrecasas (2000)

Donde:

D= Coeficiente de disponibilidad o fracción de tiempo que el equipo está operativo

E= Efectividad o nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro.

C= Coeficiente de calidad o fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad.

1.3.1. Objetivos del OEE

- Detectar las fallas más comunes a fin de mejorar los puntos débiles de la planta.
- Reducir costos de mantenimiento y control de calidad.
- Presupuesto anual (proyectado) de mantenimiento.

1.3.2. Identificación de tiempos

Radica una gran importancia el tener claro los tiempos que periódicamente se estarán monitoreando. Toda muestra o data que contenga información de registro de tiempo debe ser discutida y analizada para comprobar si efectivamente guarda relación con las operaciones de la empresa.

a) Tiempo Disponible (TD)

Periodo disponible en que el equipo puede utilizarse en un día, semana, mes o año. Ejemplo: $30 \times 24 = 720$ (horas en un mes de 30 días), o $24 \times 7 = 168$ horas a la semana.

b) Tiempo de Carga (TC)

Refiere al número de horas que la planta trabaja en un año o mes. Se obtiene a partir de la resta del tiempo disponible con el tiempo por paradas programadas (indiferente del motivo). Deduciendo el TD con el Tiempo muerto para mantenimiento preventivo, productivo, descanso y paros “previstos”.

c) Tiempo Operativo (TO)

Obtenido deduciendo el tiempo de carga los tiempos de paro por averías y reparaciones, preparaciones y ajustes, y otros especiales.

d) Tiempo Operativo Real (TOR)

Es el tiempo de operación menos las pérdidas de velocidad de la máquina y pequeñas paradas que se pueden efectuar durante cambios de productos, ensambles o por algún tipo de manipulación del operario.

$$TOR = CR \times Q$$

Con CR: Ciclo Real

Q: Volumen producido

e) Tiempo Operativo Eficiente (TOE)

Es el tiempo neto durante el cual la planta produce productos aceptables, es decir sin defectos ni errores. Se calcula restando al tiempo neto de operación el tiempo que se demoró en producir las unidades defectuosas. (Suzuki, 1994).

1.3.3. Tipos de Productos

Clasificación de los productos terminados de la empresa desde el punto de visto de la calidad, agrupándolos por su estado.

- a) **Producto Normal:** Producto terminado conforme que está listo para almacenarse o despacharse.
- b) **Producto Defectuoso:** Producto terminado con errores que hacen que sea imposible que continúe dentro del negocio.
- c) **Producto de Reproceso:** Producto terminado con algunos defectos pero que puede ser reprocesado nuevamente
- d) **Cantidad Total Producida:** La resta entre Producto normal con los defectuosos y reprocesados.

1.3.4. Tipos de Paradas

Existen tres tipos de paradas dentro de las cuales se pueden identificar causas y a la vez motivos.

- a) **Falla de Equipos:** Se define como el tiempo perdido por defecto o avería del equipo ocurrido durante el tiempo disponible. Las fallas son eléctricas o mecánicas.
- b) **Paradas Rutinarias:** Es el tiempo perdido propio del proceso o del diseño del equipo, aquí se pueden encontrar causas de paradas producidas por cambios de formato o material.
- c) **Paradas Imprevistas:** Tiempo perdido por causa externa no prevista. Como causas de esta parada podemos encontrar: Materias primas, falta de personal, falta de servicios, calidad del producto, falla en otros procesos, almacenamiento y causas externas. Detallar exactamente cuánto tiempo no se contó con ese recurso.

1.3.5. Indicadores OEE.

- a) **Coeficiente de operatividad por paros:** Relación entre el tiempo que el equipo está teóricamente operativo y el tiempo que considera las paradas cortas y pérdidas de velocidad.

$$OP = \frac{TOR}{TO}$$

- b) **Coeficiente de operatividad de ciclo:** Relación entre el tiempo ciclo (por especificación de los equipos) para producir una unidad de producto y el tiempo real para su producción.

$$OC = \frac{CI}{CR}$$

c) **Coefficiente de Disponibilidad:**

$$D = \frac{TO}{TC}$$

d) **Coefficiente de efectividad:**

$$E = \frac{\text{Tiempo Operativo ideal}}{\text{Tiempo Operativo TO}}$$

Lo cual vendrá expresado de la siguiente manera:

$$E = CI \times \frac{Q}{FO} = OC \times CR \times \frac{Q}{TO} = OC \times \frac{TOR}{TO} = OC \times OP$$
$$E = OC \times OP$$

e) **Coefficiente de calidad:**

$$C = \text{Tiempo operativo efectivo TOE} / \text{Tiempo operativo real TOR}$$

$$C = \frac{TOE}{TOR}$$

f) **Eficiencia Global de equipo:**

Teniendo en cuenta las posibles pérdidas y los tiempos sobre los que incide, será el producto de estos tres últimos coeficientes, como ya se mencionó antes.

$$EG = D \times E \times C = \left(\frac{TO}{TC}\right) \times (OC \times OP) \times \left(\frac{TOE}{TOR}\right)$$

Así pues:

$$EG = F \times E \times C = \left(\frac{TOE}{TC}\right) \times (OC)$$

El TPM representa la búsqueda de la eficiencia máxima o efectividad del equipo mediante la puesta en marcha de actividades de mejora sobre cada uno de los factores que están implicados: Disponibilidad, Efectividad y Calidad. En los tres aparecen las diferentes pérdidas que afectan al equipo, al proceso y al producto. Cual esfuerzo para incrementar alguno de los indicadores, supondrá una mejora global para el equipo y la organización.

1.4. Mantenimiento Planificado y Mantenimiento Autónomo

Existen distintos métodos para brindar el soporte deseado a la planta. El mantenimiento planificado surge durante los años de la segunda guerra mundial, en donde el soporte necesario a los equipos era imprescindible para el avance de cada una de las tropas. Tras estos años, la idea de una planificación en el mantenimiento se inserta en las grandes industrias americanas para luego ser adoptada por Japón, específicamente en el sector automotor. A partir de 1970 empiezan las primeras referencias hacia el mantenimiento autónomo, pilar fundamental del TPM. A continuación, se describe cada uno de los tipos de mantenimiento existentes.

1.4.1. Mantenimiento Planificado

La misión de planificar responde a la necesidad de que no surjan averías en los equipos mientras se está operando. Todo programa de mantenimiento debe estar en conocimiento de todas las áreas de la empresa y de este modo comprobar la armonía entre Producción y Mantenimiento. Cada actividad tiene como finalidad mejorar las condiciones del equipo para prevenir desperfectos futuros. A continuación, se revisará los distintos tipos de mantenimiento que comprenden una adecuada planificación.

1.4.1.1. Mantenimiento de averías (BM)

Consiste en reparar el equipo después de haber sufrido una avería o defecto y cuya parada o disminución de la velocidad afecte directamente en las utilidades de la empresa. Para evitar estas situaciones se instruye al personal de producción para realizar las reparaciones menores (mantenimiento autónomo), en caso de no encontrarse la solución en las manos de los operarios de producción, se trabaja con el mantenimiento especializado.

1.4.1.2. Mantenimiento Correctivo (CM)

De acuerdo a Cuatrecasas (2000), el mantenimiento correctivo representa la mejora realizada sobre el equipo a alguna de sus piezas (componentes) con el fin de facilitar y realizar adecuadamente el mantenimiento preventivo. Se centra en solucionar los puntos débiles del equipo.

1.4.1.3. Mantenimiento Preventivo (PM)

Se dirige a la prevención de averías y defectos. Su objeto básico es la planificación de actividades de mantenimiento que eviten problemas posteriores de cualquiera de los seis grandes tipos de pérdidas. Comprende actividades diarias, semanales y quincenales de chequeos del equipo. Los trabajos más comunes se basan en revisiones totales o parciales, cambios de aceite, lubricaciones, limpieza y ajustes. Recientes avances tecnológicos en herramientas permiten que realicen un mejor trabajo de diagnóstico y se pueda manejar data histórica de cada equipo en función a los múltiples controles que se pueden extraer.

1.4.1.4. Mantenimiento Predictivo

Se basa en las revisiones periódicas para detectar los problemas, fallos, defectos que pueda tener un equipo. Hoy en día, haciendo uso de las nuevas tecnologías se puede acceder a una gran cantidad de información de la máquina que ayuda a interpretar el estado del mismo. Los sistemas que permiten acceder a esta información se llaman "Sistemas de Monitorización

de Maquinaria”. En resumen, el mantenimiento predictivo se basa en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan; por eso, puede decirse que es el mantenimiento del presente y, sobre todo, del futuro (Suzuki, 1994).

1.4.2. Mantenimiento Autónomo

Como parte de la implantación del Mantenimiento Productivo Total se establece la participación del equipo humano del área de producción en la obtención de los objetivos de la empresa mediante el mantenimiento autónomo. El propósito de esta práctica es enseñar a los operarios como mantener sus equipos en buenas condiciones mediante chequeos diarios, lubricación, cambio de repuestos, limpiezas, inspecciones visuales y auditivas. Hoy en día, pensar que el personal de mantenimiento es el único que puede manipular las máquinas, ya sea para intervenciones básicas de limpieza, es un gran error. No tener clara esta idea tiene como consecuencia el atraso de las entregas, problemas con la calidad del producto, etc. Quizás la solución no requiera un amplio análisis y por el tiempo que el operario lleva con la máquina le resulte más sencillo diagnosticar los errores comunes y realizar los ajustes, lubricaciones o limpieza necesaria para que pueda seguir funcionando. La tabla 6 resume los 4 pasos de formación a los operarios.

Tabla 6. Formación a los operarios para que entiendan el equipo.

Paso	Capacidades	Relación con el Mantenimiento Autónomo	
1	Habilidad para reconocer anomalías de los equipos	Paso 1: Limpieza	Desarrollar intuición para identificar anomalías
	Habilidad para hacer mejoras	Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y áreas inaccesibles	Desarrollar la habilidad de hacer mejoras que eliminen anomalías
		Paso 3: Creación y puesta en práctica de los estándares de limpieza y lubricación	Cuando los propios operarios crean los estándares, son más capaces de mantenerlos
2	Comprender las funciones y mecanismos	Paso 4: Inspección general	Los operarios experimentados enseñan a los menos expertos las condiciones apropiadas del equipo, y otros conocimientos relacionados con el mantenimiento.
3	Comprender la relación entre condiciones de equipo y calidad	Paso 5: Inspección autónoma	Organización de los datos que describen las condiciones del equipo libre de defectos, y gestión del mantenimiento para apoyar esas condiciones
		Paso 6: Organización y limpieza del lugar de trabajo	
		Paso 7: Implantación plena del programa de mantenimiento autónomo	
4	Habilidad para reparar el equipo	Pequeñas reparaciones	
		Grandes reparaciones	Aprendizaje mediante cursos

Fuente: Shirose (1994)

Shirose (1994) propone tres aptitudes que deben poseer los operarios para entender su equipo:

- Entender claramente los criterios de la empresa y ser capaz de juzgar si algo está normal o anormal.
- Cumplimiento estricto de las reglas de funcionamiento.
- Una respuesta rápida a las anomalías.

1.5. Gestión de mantenimiento asistida por ordenador (GMAO)

El objetivo del TPM es obtener la máxima eficiencia de los equipos junto al máximo rendimiento de los operarios, pero esta gestión, de acuerdo a Cuatrecasas (2000) se puede agilizar con la obtención de información de las averías, paradas funcionales, breves o inducidas, las frecuencias de todas ellas, así como el tipo de averías, las actividades de mantenimiento realizadas, los recambios utilizados y los que están en stock. En base al tratamiento de los datos y la elaboración de la información por medio de la implantación de un sistema informático capaz de gestionar todo cuanto esté relacionado con el mantenimiento. Por ejemplo, cuando se produce una falla o defecto de máquina se registran todos los datos correspondientes a esta, tipo de máquina, tipo de avería, nivel de urgencia, fecha y hora en la que se produce el fallo, y si la máquina se encuentra parada o bien puede seguir funcionando. Esta información puede ser ingresada por el personal de producción y automáticamente el área de mantenimiento podrá consultar las averías pendientes y las que se han producido desde la última consulta, así como una vez reparada la avería introducir los datos del tipo de reparación llevada a cabo. Una vez solucionada la avería desde la propia línea de producción se introducirán los datos de tiempo perdido de producción y la aceptación de avería resuelta. La aplicación debe estar diseñada para adaptarse y responder a las nuevas necesidades y sugerencias del usuario. Una de las ventajas es la participación en conjunto de las áreas de producción y mantenimiento, ya que las personas se irán introduciendo en el uso de herramientas informáticas que sirven además para su propia formación y llegarán a emitir sugerencias para mejorar los procesos involucrados. Es importante hacer bastante hincapié en la importancia de dedicar el tiempo suficiente a planificar cómo deberá ser la aplicación informática. A continuación, se procederán a desarrollar puntos fundamentales que deben ser considerados al introducir un sistema que gestione las tareas de mantenimiento.

1.5.1. Etapas de la introducción de la gestión de mantenimiento asistida por ordenador

En la tabla 7 se presentan las nueve etapas para la introducción de la gestión de tareas de mantenimiento a través de un ordenador.

Tabla 7. Etapas de la implantación de la GMAO.

Etapa	Descripción
ETAPA 1	Decisión de implantar un sistema GMAO y preparar plan desde TPM.
ETAPA 2	Decisión y creación del equipo de implantación.
ETAPA 3	Selección de un programa que se ajuste a nuestras necesidades.
ETAPA 4	Selección de un escenario de implantación.
ETAPA 5	Identificación de necesidades e interacciones con otros departamentos.
ETAPA 6	Formación y divulgación.
ETAPA 7	Implantación al resto de células productivas.
ETAPA 8	Estandarización del sistema y explotación de resultados.
ETAPA 9	Consolidación del sistema. Búsqueda de nuevos objetivos.

Fuente: Cuatrecasas (2000)

- **ETAPA I:** Esta etapa sirve para definir los objetivos con sus plazos y las directrices de la informatización de la gestión del mantenimiento. Asimismo, se analiza la capacidad de la estructura y los recursos de la corporación, para asumir los objetivos fijados. Se evalúan los beneficios de la implantación y se previenen las necesidades que deben quedar cubiertas en base a la experiencia del departamento de TPM.
- **ETAPA II:** El equipo puede estar integrado por el propio departamento de TPM, aunque también puede estar integrado por personal externo asesorado por dicho departamento.
- **ETAPA III:** Es esta etapa se deben analizar los estándares del mercado, consultar los distintos programas, comparar y decidir cuál de ellos se ajusta más a las necesidades de la empresa. Importante involucrar los departamentos, directamente implicados, de producción, mantenimiento y calidad, y aquellos que puedan estarlo.
- **ETAPA IV:** Será de gran interés que el escenario piloto que se elija permita que puedan ensayarse las distintas interacciones producción-mantenimiento referidas a gestión de averías que puedan darse más adelante, y que pueden ser muy diferentes de unas áreas a otras, así como las distintas necesidades de cada uno de los módulos productivos.
- **ETAPA V:** En esta etapa se determinarán los requerimientos del sistema informatizado para el módulo piloto, así como las conexiones que se considera que el sistema deberá tener con otros departamentos. Como por ejemplo la

gestión de partes, codificación de averías, actualización de la lista de los recambios utilizados de cada máquina, histórico de los recambios utilizados por máquina, etc.

- **ETAPA VI:** Momento en el que se prepara un plan de formación por tipos de usuario y elaboran unos manuales que se ajusten a la información que cada grupo necesita a su alcance. Es importante facilitar al máximo la tarea de aprendizaje, con manuales ajustados a sus necesidades, información elemental al inicio.
- **ETAPA VII:** Con esta etapa ha llegado el momento de extender el sistema de GMAO a toda la planta. Es de vital importancia identificar las variaciones existentes de uno a otro módulo de producción. En efecto, aunque es conveniente estandarizar en la medida de lo posible, habrá que tener en cuenta las características funcionales propias de cada uno de éstos, tales como número de turnos de producción y mantenimiento, personal de mantenimiento en plantilla y externo, forma de acceso a los ordenadores, etc.
- **ETAPA VIII:** Este punto supone valorar hasta qué punto se han logrado los objetivos de eficacia para las tareas realizadas exclusivamente por jefes de mantenimiento previamente a una reparación, tales como codificar averías, grabar partes y consultar históricos de máquina, o para las llevadas a cabo por el operario de mantenimiento, relacionadas con las horas de trabajo y los recambios utilizados. Aparte de la eficacia, se habrá logrado evitar la duplicidad de tareas realizadas. El sistema informatizado le debe permitir consultar aspectos tales como la hora en que ha tenido lugar una determinada avería, el nivel de urgencia existente, si la máquina se halla parada, si hay alguna persona del departamento de producción que ha realizado parte del diagnóstico o la reparación, e incluso conocer si el trabajo de mantenimiento a efectuar está pendiente de un recambio no disponible.
- **ETAPA IX:** En la etapa de planificación, es importante profundizar todo lo que sea necesario antes de decidir qué elementos se deberán conectar y en qué momento hacerlo. Habrá algunas cosas que deberán estar preparadas antes de la introducción del sistema y otras se podrán realizar cuando el sistema funcione como era esperado. Una vez cubiertos los objetivos del mantenimiento de averías, el siguiente paso podrá ser reconducir el sistema hacia la explotación de la información que se precise para la implantación informatizada del Mantenimiento Preventivo ajustado a las necesidades, pero de manera que no suponga un coste elevado. Cuatrecasas (2000).

1.5.2. Estructura y arborescencia de equipos productivos

Un factor a tener en cuenta es si se quiere utilizar el sistema para gestionar únicamente los equipos y sus averías, o bien si se desea ir más allá y conocer el rendimiento de toda una línea productiva, los costes de mantenimiento por averías mecánicas de todo un módulo, etc. Será imprescindible la creación de una arborescencia de equipos, lo que supone la creación de una estructura y subniveles operativos, de manera que se remonten las averías, los recambios y los costes desde el subnivel que seleccionemos como inferior hasta el nivel más alto, que normalmente será el nivel de planta. La ilustración 3 representa la estructura de niveles y subniveles. Cuatrecasas (2000).

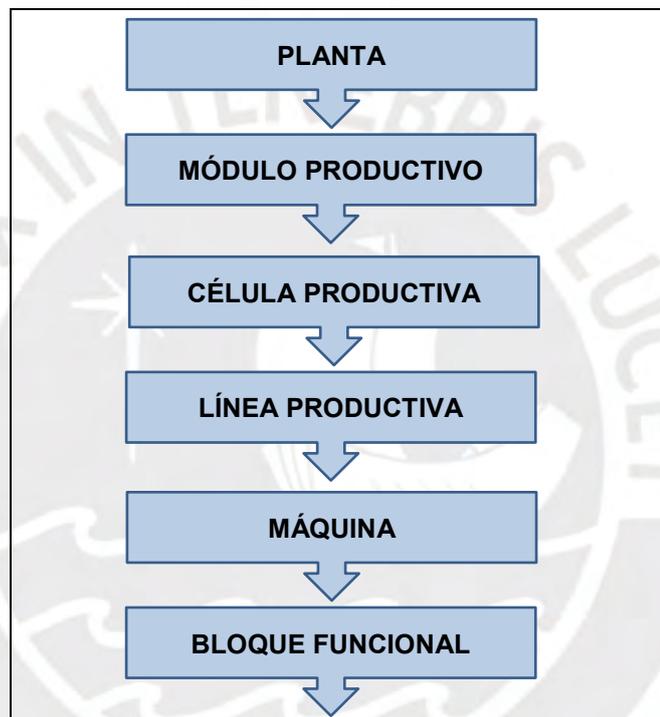


Ilustración 3. Niveles y subniveles de equipos.

Fuente: Cuatrecasas (2000)

1.5.3. Codificación de los equipos y agrupación por células y líneas productivas

En una GMAO es indispensable realizar la codificación del conjunto de equipos. Se aprecian dos grupos de subniveles de la máquina, los bloques funcionales, siguientes. Cuatrecasas (2000) presenta un caso muestra de codificación.

Equipo: Taladro especial con autocontrol

Código equipo: TLAUTCTL-01

Bloques comunes: aquellos que es muy posible encontrar en la mayor parte de máquinas, sin importar el tipo que sean.

- TLAUTCTL-01-H: Hidráulico

- TLAUTCTL-01-N: Neumático
- TLAUTCTL-01-E: Eléctrico
- TLAUTCTL-01-G: Engrase
- TLAUTCTL-01-R: Refrigeración de corte
- TLAUTCTL-01-C: Carenado

Bloques especiales: aquellos grupos particulares de ciertas máquinas. Se ha codificado con la letra “e” antes de la letra distintiva de cada uno.

- TLAUTCTL-01-ePD: Plato divisor
- TLAUTCTL-01-eCP: Cabezal portaherramientas

En la tabla 8 se presenta un ejemplo de muestra de la codificación.

Tabla 8. Caso muestra de codificación.

	Código	Descripción
PLANTA	SMCEE	Sub-montaje componentes eléctricos y electrónicos
MÓDULOS	PT	Producción Transformadores
	PCI	Producción circuitos Impresos
	MFV	Montaje final verificaciones
CÉLULAS	PT-01	Producción transformadores bajo voltaje
	PT-02	Producción transformadores alto voltaje
	PCI-01	Producción C.I. una capa
	PCI-02	Producción C.I. multicapa
	MFV-01	Ensamblaje final
	MFV-02	Verificaciones y embalajes
LÍNEAS	PT-01.A	Bobinados primarios
	PT-01.B	Bobinados secundarios
	PT-01.C	Encintado y acabados

Fuente: Cuatrecasas (2000)

1.5.4. Codificación de las averías

Se sigue el mismo método que para los equipos:

Veamos un ejemplo:

M: Averías mecánicas

- M.01: Rotura de correa de transmisión.
- M.02: Rotura de muela.

E: Averías eléctricas

- E.01: Avería bomba taladrina.

Esta manera de clasificación permite la contabilización de las averías habidas en un determinado periodo por tipos de ellas. De forma que para determinada célula podamos disponer de la información del número de horas de averías de un determinado tipo que ha habido, que lógicamente habrán repercutido en horas de producción.

1.5.5. Proceso de realización de los partes de avería

Cuando la línea de producción sufre una avería de un equipo, solicita la correspondiente intervención al área de mantenimiento, para lo cual debe atender el correspondiente parte de avería, un pequeño formato de papel con dos copias (una para producción) describiendo el problema e identificando la máquina. De acuerdo al volumen de averías que se generen estos datos se guardan en una sencilla base de datos, pero con el día a día estos partes (formatos) se pueden perder o no ser correctamente atendidos. Con el tiempo es posible generar confusión en torno a la información con lo cual resulta difícil disponer de estadística respecto a las principales averías de planta. A continuación se describirá una nueva propuesta de cumplimentación de partes de averías.

- Descripción de los formatos: Información necesaria para una gestión de mantenimiento informatizada. Algunos campos serán obligatorios y otros con la posibilidad de escribir en ellos si se cree conveniente, mediante selección de información de una tabla. Por último, algunos campos se llenarán automáticamente, y se referirá a datos que ya constan en la base de datos, tales como persona, máquina, subnivel u otro.
- Formato de solicitud de partes de avería: Se explica con el siguiente ejemplo en la tabla 9 y se indica por "I.M." cuando se trata de datos que se introducen manualmente y por I.A. cuando se introducen automáticamente.

Tabla 9. Formato de solicitud de partes de avería

Código del equipo:	TLAUTCTL-01	I.M
Descripción del equipo:	Máquina especial de taladrar con autocontrol	I.A.
Nivel superior:	LM-01.B	I.A.
Descripción Nivel Superior:	Línea de mecanizado nueva	I.A.
Número de Parte de Avería:	971150	I.A.
Nivel de urgencias:	1	I.M del nivel de urgencia, dentro de los valores existentes en una tabla; por ejemplo, 1 = seguridad
Fecha y hora de grabación del parte:	22/05/2010 08:35	I.A. de fecha y hora del ordenador
Fecha y hora de necesidad:	22/05/2010 08:35	I.M.
Máquina Parada:	SI NO	I.M. de lo que corresponda
Prioridad del equipo:	2	I.A.
Código del solicitante del parte:	12	I.M.
Nombre del solicitante:		I.M.
Estado del parte de avería:		I.A. (se explicará más adelante)

Fuente: Cuatrecasas (2000)

- Estados de un parte de avería: la utilización de una asignación automática de estados en los que se encuentra un parte de avería desde su solicitud hasta su cierre del mismo, permitirá establecer un código con el que el personal de producción y mantenimiento pueden saber en qué estado están los partes de averías (solicitud de mantenimiento). Ver tabla 10.

Tabla 10. Códigos de situación de la solicitud de mantenimiento

Estado	Descripción	Explicación
10	Solicitud cursada	Solicitud ingresada y pendiente de atender.
20	Solicitud de mantenimiento atendida	Parte va a ser atendido.
30	Pendiente de recambio almacén	Avería pendiente de resolver.
40	Pendiente de recambio externo	Avería pendiente de resolver.
50	En realización	Avería a medio resolver, por falta de tiempo o nivel de dificultad.
60	Realizada por personal de mantenimiento	Avería reparada y pendiente de aceptación por parte de producción.
70	Aceptado por producción	Aceptado por producción indicando el tiempo real de pérdida de producción.
99	Anulado	Solicitudes por error o por anomalías que desaparecen sin intervención.

Fuente: Cuatrecasas (2000)

- Cumplimiento de los partes de avería por el personal de mantenimiento: será necesario introducir el número de la solicitud de mantenimiento para que aparezca toda la información correspondiente a esta. Los datos a introducir por el operador de mantenimiento en el sistema serán de 'Código y nombre del operario', 'Fecha y hora de inicio', 'Fecha y hora de finalización', 'Codificación de la avería' y 'Descripción de la avería'. Cuatrecasas (2000).

1.5.6. Ventajas competitivas que pueden derivarse de la gestión informatizada

Será fundamental tener el control sobre los procesos, y para ellos será necesario el uso de herramientas que cuantifiquen los outputs de dichos procesos, arrojen una estadística de los resultados obtenidos y permitan conocer el punto de partida y los objetivos de futuro. La reducción de los costes de los procesos se llevará a cabo mediante la revisión y mejora de cada uno de ellos. En línea con estos objetivos tendrá lugar la implantación del TPM y un sistema de gestión asistido por ordenador, que simplifique y agilice los procesos de gestión de los equipos,

personal y tareas de mantenimiento, así como la gestión y conocimientos de los recambios utilizados y los stocks disponibles de los mismos.

Cuatrecasas (2000), concluye señalando que al mejorar el sistema de gestión de nuestros equipos, conseguiremos alargar el tiempo de vida de nuestra maquinaria, así como mejorar y ajustar las condiciones de trabajo de la misma, lo que nos llevará a mejorar la calidad de los productos obtenidos, entendiendo como arte de la misma, las entregas a tiempo y la realización correcta de la producción de los mismos a la primera, en línea pues de conseguir el objetivo cero defectos y cero averías.

1.6. Filosofías que ayudan al establecimiento del TPM

1.6.1. Cinco “S”

El mantenimiento Autónomo está basado en la filosofía de las 5 S. Surten como el más sólido aliado en los sistemas de gestión de la Producción de la actualidad. Las 5 S son cinco palabras que provienen de la fonética japonesa y comienzan con S, haciendo referencia a la manera adecuada de trabajar, en este caso realizar un mantenimiento correcto, en los puestos de trabajo. Borris (2005) propone la siguiente orientación para las 5S clásicas con el mantenimiento industrial.

a) Seiri-Arreglo:

El objeto del Seiri es deshacerse de todo lo que no se necesita para hacer o mantener la fabricación del producto. Es una representación visual de los detalles y el estado del proyecto. El tablero de actividad proporciona gran parte de la formalidad. Las disciplinas para registrar los detalles deben ser desarrollado, que es una de las razones de la quinta S, Shitsuke, lo que significa la disciplina. Todo debe ser registrado en detalle, ya que algunas piezas etiquetadas podrían estar en la zona de espera durante largos periodos antes de que sean o bien recuperados o eliminados. La “etiqueta roja” es la clave de las 5S. Es el mecanismo utilizado para determinar la funcionalidad y el uso de los componentes y piezas en el sitio. Es una etiqueta de identificación que tiene toda la información que usted necesita saber acerca de los elementos.

La etiqueta debe registrar:

- La fecha de creación de la misma.
- El nombre de la persona que lo creo.
- Un número de identificación único.
- Una descripción de la pieza. Si la pieza tiene un número de modelo o de un número de identificación también debe ser descrito.

- Ubicación de la pieza. Significa que las zonas de almacenamiento y los estantes deben tener identificaciones para permitir una fácil localización.
- Un espacio para grabar cualquier fecha de cuando la pieza sea utilizada.

b) **Seitón-Orden:**

Establece las pautas sobre como etiquetar estantes, la clave de todo es la visibilidad. Es importante que el usuario sea capaz de ver la parte que quiere y mejor aún, ver si el nivel debe incrementarse, antes que se agote. Es importante el uso de grandes señales y cada una de estantes de almacenamiento, también tiene un número que es visible de cualquier lado del rack. Cada vez que la posición o diseño cambia, el mapa de ubicación debe ser actualizado.

c) **Seiso-Limpieza:**

La responsabilidad de la limpieza de las áreas y equipos se dividirá en partes iguales entre los miembros del equipo de mantenimiento. Las áreas deben tener una identificación de localización para hacer referencia a la persona encargada de la actividad. Cada herramienta puede tener su propia “hoja de limpieza” o “Check List” que será desglosado en tareas discretas y enumeradas. Estas listas de control serán tratadas como parte del programa de mantenimiento. En líneas generales se asignará un responsable, frecuencia y la tarea asignada. Una vez que se ha optimizado, se añadirá a los indicadores de mantenimiento según lo trabaje la empresa.

d) **Seiketsu-Estandarización:**

Borris (2005) indica que uno de los principales defectos de la industria se puede encontrar en todas partes, no hay frontera para ello. Se aplica en la fabricación, mantenimiento, diseño, instalaciones, compras, cuentas, salarios, tiendas y el desarrollo de procesos. Esta deficiencia es la falta de estandarización. Si todo el mundo lleva a cabo “el mismo” trabajo de manera diferente, no habrá ningún producto estándar en el fin. Por ejemplo, se observan 10 técnicos altamente cualificados cada uno haciendo la misma tarea y la mayoría de ellos lo hace a su manera. El problema es el método, en donde cada uno de ellos utiliza distintos trucos para llegar al producto final. Esto lleva a un segundo problema, la pieza terminada no siempre funciona de la misma manera. La única manera de garantizar un resultado estándar y alcanzar el esperado es asegurando que todo el mundo lleve a cabo los mismos pasos, utilizando las mismas herramientas, piezas, métodos de montaje y las actividades en el mismo orden.

e) **Shitsuke-Disciplina:**

Si las 5S's, o cualquier programa de mejora son considerados como un “extra” o un “complemento” entonces solo se llevará a cabo cuando se hayan completado

todas las demás actividades o cuando exista una presión por hacerlo. Al interpretar las tareas de 5S, deben ser ejecutados de igual modo que las tareas de producción, como rutina de todos los días. Las rutinas de mantenimiento se desarrollan bajo un calendario y se muestran en un cronograma. A menudo se planifican las actividades programadas en intervalos regulares de tiempo, pero pueden ser ejecutados en intervalos más exactos, por ejemplo, después de un número de horas de funcionamiento de las máquinas. Los mantenimientos programados no son un extra, sino se llevan a cabo el equipo se deteriorará y finalmente fallará. Por lo tanto, el mantenimiento debe llevarse a cabo en la fecha prevista y solo aplazarse cuando sea necesario asumiendo las consecuencias que puede traer consigo. Las 5S en general deben ser tratadas de la misma manera combinadas con los trabajos de mantenimiento de los equipos. (Borris, 2005)

La aplicación diaria de las 5S más allá de representar un tema de orden y limpieza (estética), ayuda a mejorar las condiciones de trabajo, eliminar averías (para el mantenimiento en particular) y prevenir los accidentes del trabajo. Solo su aplicación a conciencia y bajo estricto control asegura beneficios para la organización: Mayor Productividad, reducción de costos, rapidez de las operaciones, calidad y seguridad. (Cuatrecasas, 2000). A continuación se muestra un gráfico con el resumen de lo ya mencionado para las 5S.

1.6.2. Just in Time (JIT)

El Mantenimiento Productivo Total establece que la producción debe de permanecer libre de defectos y problemas para poder alcanzar el máximo posible la producción libre de despilfarros y de este modo permitir y trabajar en conjunto con los sistemas de producción más eficaces (mediante la automatización), eso significa eliminar toda actividad, objeto o procedimiento que no añada valor al producto final. Todo lo mencionado se alinea con la producción ajustada basada en el JIT.

Una de las tantas descripciones de la filosofía del justo a tiempo es que se pretende obtener sólo lo que se demanda al sistema productivo, para lograr tal objetivo es más que indispensable tener este sistema libre de errores, averías y problemas de mantenimiento (seis grandes pérdidas). Ambos modelos se complementan para trabajar y alcanzar plenamente los objetivos de la empresa; es decir, que la implantación del TPM resulta conveniente en producciones basadas en el JIT.

La ilustración 4 refleja el trabajo en conjunto de ambos es la característica en común que tienen las industrias japonesas más sólidas.

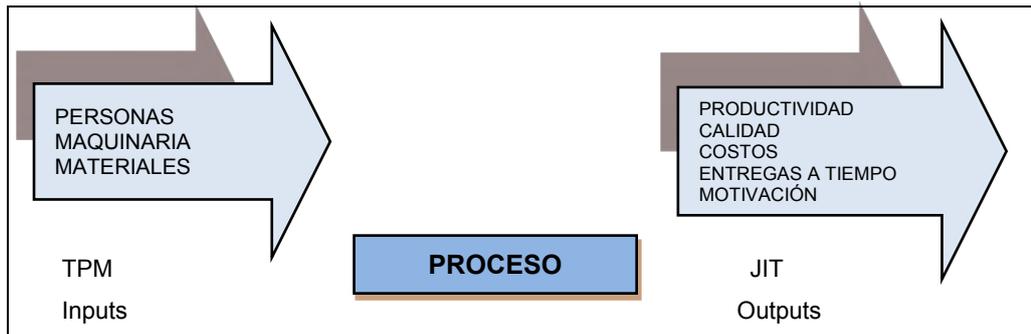


Ilustración 4. Entradas y salidas del proceso productivo.

Fuente: Cuatrecasas (2000)

En la producción las entradas del sistema son normalmente personas, máquinas y materiales. Los outputs a su vez están formados por productividad, calidad, costos, entregas, seguridad, aspectos socio-técnicos. Aunque ambos modelos precisan de abarcar toda la empresa, se puede afirmar que el JIT está más cerca de los Outputs con la meta de conseguir la máxima calidad posible, costos bajos y rapidez en las entregas. Por otro lado, el TPM contribuye a maximizar las salidas previniendo y controlando los Inputs, previniendo defectos de las máquinas involucradas, etc. La tabla 11 permite visualizar mejor esta relación.

Tabla 11. Comparación entre TPM y el JIT.

Objetivos del TPM	Objetivos del JIT
"Cero Averías"	"Cero Desperdicios"
Tiempos muertos o de paro	Esperas
	Stocks
Funcionamiento a baja velocidad	Transportes innecesarios
	Movimientos inadecuados o innecesarios
	Procesos Inadecuados
Disfunciones y defectos	Defectos de Calidad

Fuente: Cuatrecasas (2000)

CAPITULO 2. REVISIÓN DE CASOS

Para la documentación de casos de aplicación de la implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) se consideran tres artículos especializados y afines al contexto a tratar: *“The impact of implementation of Jishu-Hozen pillar in a processindustry: a case study”* de Gupta, Pardeep; Vardhan, Sachit, y Sharma, Anuj del Instituto de Ingeniería y Tecnología SantLongowal de Sangrur (India), *“Implementation of total productive maintenance in foodindustry: a case study”* de Tsarouhas, Panagiotis del departamento de ingeniería mecánica e industrial de la universidad de Thessaly en Volos (Grecia), y la *“Propuesta de Mantenimiento Productivo Total para la línea zincalum de la compañía siderúrgica huachipato S.A.”* de Marcelo Muñoz de la Universidad del Bio-Bio en Chile. Ambos casos tienen en común la implantación del TPM en industrias alimenticias en distintas locaciones.

2.1 Primer caso de Estudio

El primer artículo presenta una aplicación del TPM en la industria fabril en la India; el objetivo de este trabajo es mencionar los principales beneficios que se obtiene de la implementación de esta iniciativa resaltando uno de sus pilares: Mantenimiento Autónomo.

Durante el año 2004, la empresa XYZ ubicada en India del Norte se dedica a la fabricación de variedad de papas fritas y bocados. La compañía decidió implementar el mantenimiento productivo total para obtener múltiples beneficios dimensionales de la excelencia de fabricación. Para dicha labor, la organización formuló su política, fijó los objetivos y las metas para implementar el TPM con satisfacción. Se formaron comités y se elaboró un plan maestro detallado para la puesta en práctica de los pilares de esta implantación. El equipo designado al pilar de Jishu-Hozen (Mantenimiento Autónomo) empezó a trabajar siguiendo una metodología que asegurara el éxito. La educación, entrenamiento, la investigación y adquisición de nuevos conocimientos por parte de todos los colaboradores de la empresa evitarían el deterioro forzoso en máquinas y equipos y disminuiría el número de mantenimientos correctivos en el tiempo. Uno de los propósitos de esta educación fue motivar a los operadores con la finalidad de que adopten un sentido de propiedad hacia la máquina. La producción de comida genera constante derramamiento de material, un problema real en la compañía, fue establecido como meta muy importante a cumplir. De igual modo el rendimiento de las máquinas verá un contraste mes a mes. Se capacitaron a los colaboradores en aulas, centros de formación técnica, en vez de su lugar de trabajo. Después de este periodo se les evaluaba mediante gráficos radiales como se aprecia en la Ilustración 5.

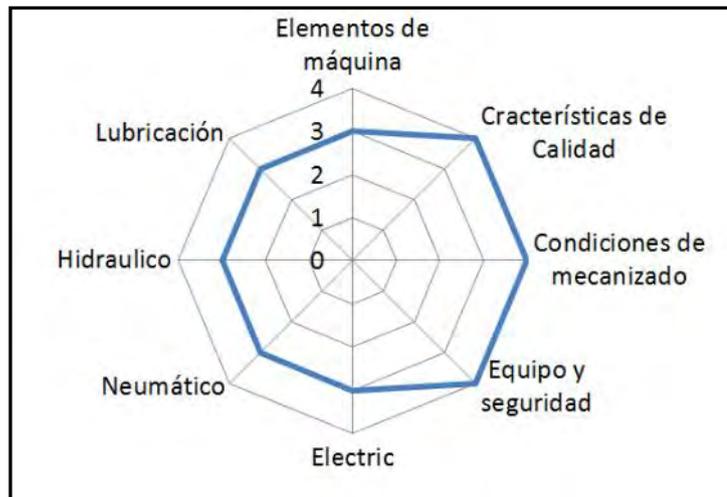


Ilustración 5. Evaluación de habilidades mediante gráfico radar.
Fuente: Gupta, Vardhan y Sharma (2009)

La ilustración 5 muestra el nivel de conocimientos de los operarios de producción en base a temas importantes para la ejecución del mantenimiento autónomo. Las competencias desarrolladas fueron las siguientes: Electricidad, neumática, hidráulica, lubricación, elementos de máquina, características de calidad, condiciones de máquina (inspecciones), y seguridad y equipamiento. De acuerdo a lo ya expuesto, XYZ desarrolló 4 pasos como parte del enfoque TPM en su etapa inicial. Se mencionan a continuación:

Paso 1: Limpieza Inicial

Ayudó a prevenir el deterioro forzoso y detectar defectos latentes mediante la limpieza. La minuciosidad, la identificación y el retiro de anomalías son las principales acciones de este paso.

Paso 2: Contramedida en contra del forzoso deterioro en difíciles zonas de acceso

Eliminar los orígenes de tierra y polvo proveyendo guardas localizados. Limpieza, inspección, lubricación y re-ajuste de pernos y tuercas fáciles de limpiar. Reducción de los tiempos de limpieza y lubricación.

Paso 3: Preparación de estándares tentativos:

Los operarios pueden mantener fácilmente sus equipos utilizando normas provisionales, controles visuales y herramientas adecuadas en intervalos de tiempo necesarios. Ver ilustración 6.



Ilustración 6. Controles visuales
Fuente: Gupta, Vardhan y Sharma (2009)

Paso 4: Inspección general

Los miembros líderes recibieron entrenamiento y estaban disponibles a realizar inspecciones sobre las máquinas. Se empezó a fijar etiquetas de colores las maquinas sobre la identificación de las anomalías y se removían después del mantenimiento (etiquetas blancas y rojas). A partir de ellos se obtenían ratios de mantenimiento autónomo. Ver ilustración 7.

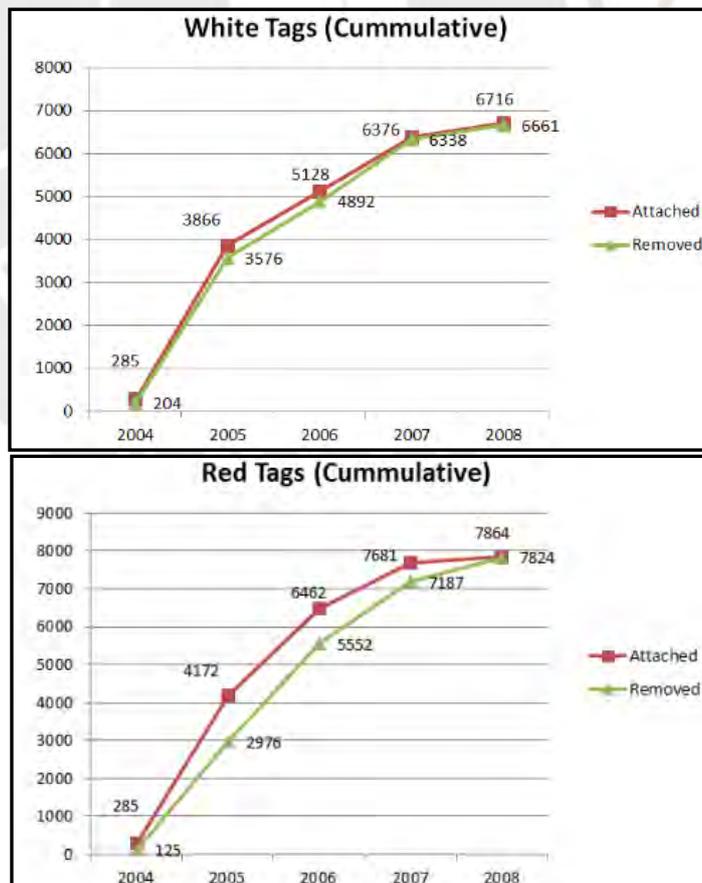


Ilustración 7. Cumplimiento de etiqueta
Fuente: Gupta, Vardhan y Sharma (2009)

Conclusiones del primer caso de estudio

- a) La compañía implementó con éxito el mantenimiento autónomo con total satisfacción a inicios de marzo de 2008. Esto representa la primera fase de la implementación del TPM.
- b) Recibió la categoría A como premio de excelencia de TPM en diciembre de 2008.
- c) Dentro de la implantación del TPM se debe explotar al máximo la realización del Mantenimiento autónomo pues representa uno de los pilares más importantes de la gestión propuesta.
- d) Eficiencia de máquina pasa de 73% a 85%.
- e) Inversión sostenible: recuperación en 3 años desde la puesta en marcha.
- f) Las herramientas usadas en este caso fueron las hojas/formatos Know-Why, los controles visuales y Kaizens.

2.2 Segundo Caso de Estudio

La aplicación del TPM involucra una investigación detallada de la gestión de mantenimiento que vive toda empresa. (Tsarouhas, 2007) se introduce en la industria de comidas, enfocándose en la producción de pizzas, y el impacto de la implantación del TPM para la empresa a estudiar.

En las industrias de comidas se presenta la diferencia respecto a industrias contrarias, que, debido a la sensibilidad del producto, la producción debe desarrollarse sin interrupciones o con paros debido a fracasos. Se sabe por experiencia que en líneas de producción de pizzas sometidas a patos de hasta 30 minutos, el producto que es encontrado en las estaciones debe ser raspado debido al aumento de la masa. Las operaciones de este caso se centran en una línea de montaje de pizzas y productos similares (Croissant, la cual es de transferencia representativa. La investigación y análisis de datos ocurrieron durante aproximadamente cinco años. Se obtuvo lo siguiente:

- a) Los fracasos de las máquinas y estaciones de la línea siguen una distribución Weibull; y
- b) No hay relación entre los tiempos entre fracasos y tiempo de reparación.

La política de mantenimiento con el objetivo de incrementar la confiabilidad y disponibilidad de la línea establece que los mantenimientos preventivos, y en algunos casos predictivos, se realicen cada 2 semanas para todas las estaciones de trabajo. Se supo además que cuando se observan problemas inmediatos en la producción, su revisión es programada para el próximo mantenimiento preventivo. Respecto a los mantenimientos correctivos, se aplica cuando existen fracasos evidentes en el proceso productivo.

Con cinco años de levantamiento de información, Tsarouhas (2007) y el departamento de ingeniería mecánica e industrial de la universidad de Thessaly en Grecia, elaboraron la relación entre los tiempos de paradas (incluye desde la reparación de la primera estación hasta la última) y la eficiencia de línea **posterior** al mantenimiento correspondiente.

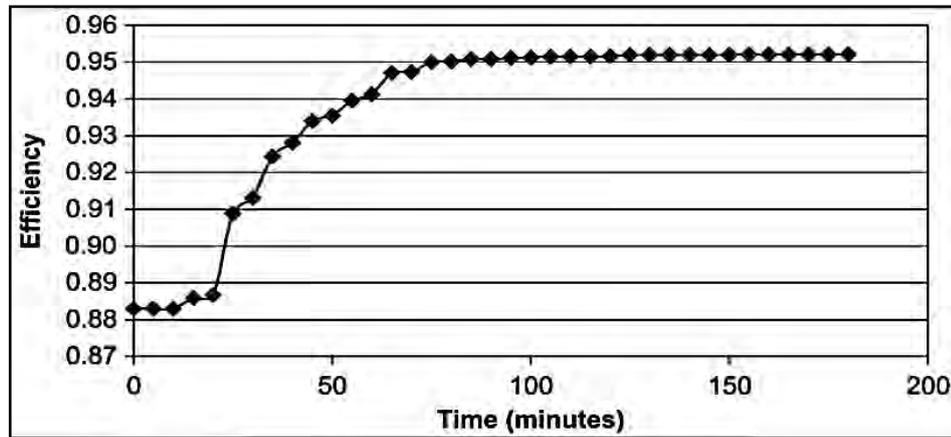


Ilustración 8. Eficiencia en línea de masas versus tiempo de parada máximo aceptable.

Fuente: Tsarouhas (2007)

De la ilustración 8 desarrollada por el autor, se observa lo siguiente:

c) Esta tabla conceptualiza el tiempo que se dedica a una reparación o mantenimiento preventivo (y predictivo) y la eficiencia posterior involucrada. Se deduce entonces que mientras mayor dedicación haya para la línea la eficiencia será mucho más alta, generando menos desperdicios y re-procesos.

d) Por ejemplo, para la paralización de tiempo de 80 minutos, la eficiencia de la línea llega a su valor más alto: 95.5 %.

e) Cuando el producto en proceso es muy sensible, aproximadamente con 25 minutos de parada de la línea, se tiene un 89 % de eficiencia, lo que se ve reflejado en producción adicional por el desecho de material durante la parada.

f) Para productos similares que fabrica la empresa se tienen los tiempos máximos de parada. Para el Croissant el tiempo de paradas es de 35 a 45 minutos, para la producción del pan el tiempo de paradas es de 40 a 50 minutos, y para las galletas es de 50 a 60 minutos.

g) Se observa el tiempo de parada de 20 minutos (88.7 %) y 25 minutos (90.9 %) como la mayor diferencia de eficiencias de la línea. El autor explica que se debe a que los grandes fracasos tienen apenas 20 minutos de reparación previa.

Para implantar la metodología propuesta, se estableció las siguientes políticas de dirección de operaciones de la línea de montaje de pizza:

- h) Elaboración y cumplimiento de trabajos de mantenimiento previsor (preventivo y predictivo) y el mantenimiento correctivo.
- i) Programas de entrenamiento para directores, técnicos y operadores de equipo.
- j) Mantenimiento autónomo.

Al finalizar los cinco años tras el inicio de implantación del TPM en la empresa, los resultados se ven reflejados en la ilustración 9.

Year	<i>A</i>	<i>QR</i>	<i>PE</i>	<i>OEE</i>
1	0.8896	0.8741	0.8021	0.6237
2	0.8946	0.8931	0.8439	0.6746
3	0.9109	0.9184	0.9703	0.7280
4	0.9162	0.9326	0.8870	0.7578
5	0.9021	0.9718	0.9077	0.7957

Ilustración 9. Indicadores de la línea de producción de pizzas durante cinco años.
Fuente: Tsarouhas (2007)

Para entenderlo, se explica a continuación los indicadores usados por el investigador.

k) **A = Disponibilidad** = (tiempo de carga - El tiempo de inactividad) / tiempo de carga

l) **QR = Eficiencia Rendimiento** = (Procesado cantidad x tiempo de ciclo real) / Tiempo de funcionamiento

m) **PE = Tasa de Calidad** = (cantidad Procesados - cantidad de defectos) / Importe Procesado

n) **OEE** = Disponibilidad x Productividad eficiencia x tasa de Calidad = A x PE x QR

Las mejoras más grandes se vieron en QR y PE, al aumentar en 10 unidades, mientras que A no sufrió muchas variaciones con apenas un incremento de 1.25 unidades tras los cinco años de implementación.

Respecto a la gestión de mantenimiento se estructuró en realizar el mantenimiento preventivo los fines de semanas con tareas que involucren la inspección, limpieza, lubricación, adaptación, ajustes, etc. El mantenimiento predictivo calcula a los equipos para detectar cuando estarían al borde del fracaso y, por ende, debía ser reparado de inmediato. Los operadores de máquinas a su vez, debían proteger y mantener actualizado su equipo para dejarlo en buenas condiciones operativas. Cuando un fracaso acontece, los técnicos responsables de la operación realizan actividades de mantenimiento correctivo para reparar el fracaso.

Cuando el programa de mantenimiento concluye y antes de iniciar el primer turno de la semana, la línea de montaje de pizza es preparada en su totalidad para la producción (libre de averías).

En **conclusión**, la aplicación del TPM tiene como principal objetivo la explotación del equipo mecánico de una compañía. Es importante destacar que Tsarouhas (2007) aplica en la línea de montaje de pizzas los mismos indicadores que se han visto en el marco teórico de la presente investigación. Como consecuencia directa de este desarrollo se puede obtener un aumento de la productividad, mejora de calidad de producto, mejores condiciones de trabajo, reducción de la producción innecesaria de alto costo, reducción de consumo de recursos naturales y energéticos, reducción de las entregas retrasadas, mejora de la habilidad de los operadores, normalización de procesos de producción y mantenimiento, y una apertura a las futuras investigaciones relacionadas con metodologías que trabajen en soluciones integrales de la planta (JIT, MRP, TOC, FMS, etc).

2.3 Tercer Caso de Estudio

En la revisión de este caso desarrollado por Muñoz (2009) realiza la propuesta para la implantación del TPM para la línea zincalume de la compañía siderúrgica Huachipato. La investigación se divide en dos partes, la primera se dedica a utilizar herramientas de ingeniería para conformar una propuesta detallada y justificada. Es decir que en esta parte calcula los índices característicos del TPM o también llamado Eficiencia Global de la Línea. Utiliza diagramas de causa y efecto, y elabora la lista de equipos críticos para la línea de producción mencionada.

Tabla 12. Índice de disponibilidad de la línea zincalume durante el 2008.

Año 2008	Disponibilidad (%)
Enero	91.19
Febrero	88.97
Marzo	92.79
Abril	92
Mayo	86.37
Junio	75.68
Julio	91.18
Agosto	89.52
Setiembre	93.6
Octubre	94.9
Noviembre	91.6

Fuente: Muñoz (2009)

De acuerdo a la tabla 12, la línea zincalume obtuvo una disponibilidad promedio de 88.9 % durante el 2008.

Tabla 13. Índice de rendimiento de la línea.

Año 2008	Rendimiento (%)
Enero	116.11
Febrero	67.95
Marzo	79.41
Abril	89.34
Mayo	89.90
Junio	93.84
Julio	91.47
Agosto	94.93
Setiembre	95.38
Octubre	91.28
Noviembre	110.62

Fuente: Muñoz (2009)

Durante este periodo alcanza un rendimiento promedio de 92.7 % de rendimiento como se puede ver en la tabla 13.

Tabla 14. Índice de calidad.

Año 2008	Calidad (%)
Enero	86.75
Febrero	96.65
Marzo	87.65
Abril	97.67
Mayo	96.64
Junio	97.20
Julio	96.62
Agosto	98.44
Setiembre	96.88
Octubre	97.41
Noviembre	97.04

Fuente: Muñoz (2009)

El índice de calidad para el 2008 tiene un avance promedio de 95.35%, como se puede ver en la tabla 14.

Tabla 15. Eficiencia global de la línea (Disponibilidad x Rendimiento x Calidad)

Año 2008	Eficiencia Global (%)
Enero	91.85
Febrero	58.43
Marzo	64.58
Abril	80.28
Mayo	75.04
Junio	69.03
Julio	80.58
Agosto	83.65
Setiembre	86.49
Octubre	84.38
Noviembre	98.33

Fuente: Muñoz (2009)

Como se observa los valores en la tabla 15, estos valores son bajos pues según TPM este indicador debería ser superior al 85%, y solo se logra este número en enero, septiembre y noviembre.

La segunda parte de la investigación esquematiza la propuesta a realizar sobre la línea con el objetivo de aumentar la ratio indicado anteriormente. Para tener el indicador deseado de Eficiencia Global, 85 %, al menos el indicador de disponibilidad debe ser superior al 90 %, el rendimiento superior al 95 % y la calidad superior al 99 %.

a) Estrategia para eliminar las seis grandes pérdidas

Acá lo que Muñoz (2009) propone es seguir una serie de pasos que ayudan a reducir pérdidas que se identifican en todo proceso productivo. También se propone una cantidad de pasos para eliminar las pérdidas crónicas en donde se trabaja con las otras dos estrategias a explicarse más adelante. En conclusión, propone el mejoramiento del ambiente de trabajo y de los métodos usados para hacer los mantenimientos, del control de materiales y de atrasos.

b) Estrategia del Mantenimiento Autónomo:

Esta actividad estará a cargo de los operadores. Del mismo modo que la estrategia anterior, recomienda una secuencia de pasos que ayudan al correcto funcionamiento de la línea. Establece que el operario cambia en su forma de “mirar” y hacer las operaciones. La primera inspección diaria por parte de los colaboradores de producción es la de identificar la anormalidad de sus acciones, reportar si algo está mal, si hay alguna fuga de producto, sonido o vibración raro (anomalías en general); y la segunda es la implementación de las “5 S” lo que permite tener una agradable área de trabajo y mayor fluidez de operaciones dentro de la misma.

c) Estrategia de Mantenimiento Planificado:

Esta etapa es una de las más importantes que sugiere Muñoz (2009) puesto que propone establecer un nivel de criticidad para cada equipo y según esto un tipo de mantenimiento. Además, para algunos equipos se establece inspecciones específicas con el fin de prevenir averías. Todas estas actividades son integras del personal de mantenimiento, por el grado de dificultad que representa. La información debe fluir tanto en la parte mecánica como eléctrica de cada máquina.

d) Implantación de nuevos indicadores:

El autor finaliza sugiriendo en su propuesta nuevos indicadores que puedan medir todas las actividades del área y que permitan tener una buena gestión y sobre todo llevar controles de la misma. La tabla 16 compila los indicadores más representativos:

Tabla 16. Indicadores Propuestos para la línea.

Descripción	Indicador (relación)
Costo de Mantenimiento en relación al costo directo de producción	$\frac{\text{Costo anual de mantenimiento}}{\text{Costo directo de producción}}$
Relación entre el costo de la mano de obra y el costo de repuestos y materiales	$\frac{\text{Costo anual de mano de obra}}{\text{Costo de repuestos y materiales}}$
Sobre tiempo mensual	$\frac{\text{Total horas sobre tiempo trabajadas}}{\text{Total de horas trabajadas}}$
Cobertura de la mantención preventiva	$\frac{\text{HH trabajadas en mantención preventiva}}{\text{Total HH trabajadas}}$
HH empleadas en trabajos de emergencia y trabajos no programados y no planificados	$\frac{\text{HH en trabajos de emergencia y no planificados}}{\text{Total HH trabajadas}}$
Tasa de variación del costo unitario de mantención	$\frac{(\text{Costo unit. Anual} - \text{Costo unit. Año base})}{\text{Costo unit. Año base}}$
Costo unitario de mantención	$\frac{\text{Costo anual de mantenimiento}}{\text{Costo total de producción}}$
Costo de mantención de un activo	$\frac{\text{Costo total de mantención}}{\text{Valor total del activo}}$
Valor del inventario de repuestos en relación al inventario de la empresa	$\frac{\text{Valor promedio anual del inventario de repuestos}}{\text{Valor promedio anual del inventario total}}$

Fuente: Muñoz (2009)

Con esto se evidencia que el uso de indicadores para medir cualquier desempeño desde costos hasta horas hombre siempre es importante ya que permite el establecimiento de metas y objetivos de mejora en el corto y largo plazo. El no contar con KPI que midan la evolución de cualquier operación, en este caso productiva, es no tener referencias sobre el ritmo de trabajo actual. Esta situación es muy común en los distintos tipos de industrias del país.

CAPITULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa pertenece a una Corporación Multinacional que se propone ser excelente en el mercado de productos veterinarios y aditivos alimenticios para la industria avícola y pecuaria, especialmente diseñados para mejorar la productividad y que cumplen con las normas internacionales de calidad más exigentes. Para los fines de la presente investigación, se describirán los procesos de producción y mantenimiento que manejan la empresa, el giro de negocio que realiza y sus ventajas competitivas.

3.1 Antecedentes y condiciones actuales

Fue constituida en Lima, Perú en 1989, operando con éxito en los mercados de Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Paraguay y Venezuela. Inició sus actividades vendiendo productos con calidad certificada, una forma de representación internacional, trayendo productos de todo el mundo y comercializando en América Latina.

Ha iniciado la implementación de su Sistema de Gestión Empresarial basado en la Calidad Total, bajo el modelo Malcolm Baldrige y espera mostrar a la sociedad, en el 2012, el “Modelo de la Excelencia” postulando a las mejores prácticas de gestión, fortaleciendo así su cultura organizacional y la calidad de sus procesos. El 2015 apertura su nueva planta de Premezclas ubicada en el distrito de Ate - Vitarte, la cual cuenta con la más alta tecnología de automatización industrial para la elaboración de productos de molino y polvo. De esta forma el sistema que nació bajo los cánones de la calidad se verá fortalecido y ampliado a evidenciar el cumplimiento de los compromisos con el medio ambiente, la inocuidad, salud y seguridad ocupacional y los Principios de la Red del Pacto Mundial como modelo de Responsabilidad Social Corporativa.

Este estilo de Liderazgo, ha permitido que la Dirección Ejecutiva de la empresa concentre sus actividades en la consecución de objetivos y metas que posicione e identifique a la organización como una de las primeras del mercado peruano. Además, ha permitido trascender al ámbito internacional. Ejemplo de ello es que desde hace más de 10 años es Auspiciador Platino del Congreso Latino Americano de Avicultura.

3.1.1 Objetivos de la empresa

De acuerdo al Informe de Postulación al Premio Nacional de la Calidad, la empresa se propone ser excelente en el mercado de productos veterinarios y aditivos alimenticios para producción animal, especialmente diseñados para mejorar la productividad y que cumplen con las normas internacionales de calidad más exigentes. El principal objetivo de la organización es proporcionar a sus

clientes productos, servicios y orientación técnica que satisfaga a plenitud sus expectativas, otorgando una solución integral a sus necesidades.

3.1.1.1 Misión

“Satisfacer las necesidades de nuestros clientes con soluciones que generen valor, desarrollando un equipo de trabajo talentoso y comprometido con los valores de la Corporación”

3.1.1.2 Visión

“Ser una corporación global, comprometida con la innovación y orientada a la generación de valor para nuestros clientes a través de soluciones confiables.”

3.1.1.3 Objetivos estratégicos

“Proporcionar a nuestros clientes productos, servicios y orientación técnica que satisfagan a plenitud sus expectativas, otorgando una solución integral a sus necesidades. Para ello se establecen los siguientes puntos:

- Alcanzar la meta de ventas
- Lograr estándares de eficiencia y calidad en todos los procesos.
- Fomentar la cultura corporativa de la empresa mediante la comunicación en forma permanente de su visión, misión y políticas.
- Iniciar las políticas de Buen Gobierno Corporativo.
- Innovación para generar valor a los clientes, estableciendo canales de comunicación.
- Fortalecer el valor de la marca”

3.1.1.4 Políticas

“Actuamos en el marco de nuestra visión, misión y valores corporativos, para lo cual se muestra el compromiso enunciando la política empresarial:

- **Calidad e Inocuidad Alimentaria**
Estamos comprometidos con la mejora continua de nuestro sistema de gestión para brindar a nuestros clientes productos y servicios de calidad e inocuidad, que satisfagan sus necesidades y expectativas.
- **Ambiental**
Identificamos, prevenimos y minimizamos los impactos ambientales negativos derivados del desarrollo de nuestras actividades, productos, instalaciones y servicios, eliminando de forma segura los desechos, residuos líquidos y productos obsoletos según los reglamentos e instructivos legales.

- **Seguridad y Salud Ocupacional**
Priorizamos la seguridad y la salud ocupacional de nuestros colaboradores, previniendo y minimizando los riesgos ocupacionales, las lesiones o enfermedades asociadas con nuestras operaciones y cumpliendo con la legislación nacional aplicable y otros requisitos voluntariamente suscritos.
- **Principios de La Red del Pactos Mundial**
Compartimos y promovemos una actitud solidaria con los más necesitados en nuestra comunidad, fomentando la constante participación de toda la empresa en proyectos humanitarios y de caridad, actuando con responsabilidad social empresarial y valores éticos y morales”

3.1.1.5 Valores corporativos

“La empresa basa su cohesión institucional comprendiendo, interiorizando y practicando los valores. Esta forma de interactuar logra los contextos deseados para que cada miembro de la Corporación se desenvuelva con eficacia y efectividad. Los valores son:

- **Ética:** valor de hacer las cosas de forma correcta aplicando las normas morales en los distintos ámbitos de la vida, ya sea en el plano personal como en el social y dentro de la organización.
- **Lealtad:** Este valor se relaciona estrechamente con el trabajo dentro de la empresa, ya que la fidelidad y la confianza son los primeros eslabones en esta cadena de valor.
- **Laboriosidad:** Cuidado y dedicación en las actividades que realizamos, siendo productivos, eficientes y participativos, dando más de lo que se espera.
- **Disciplina:** El orden y la tenacidad son las bases para lograr los objetivos deseados y actuar de forma coordinada y con perseverancia, cumpliendo nuestras obligaciones en el tiempo adecuado.
- **Respeto:** Valor fundamental de la organización, esencial en las relaciones humanas, en la vida, en comunidad, en el trabajo en equipo y en cualquier relación interpersonal. consideración de la dignidad humana y de su entorno.
- **Puntualidad:** Pilar del orden, disciplina y respeto hacia los demás.”

3.1.2 Organigrama del área de operaciones

Se presenta la estructura actual de la gerencia de operaciones de la empresa. La presente investigación se centra en la mejora de distintos aspectos en la gestión de producción y mantenimiento, es por ello que el enfoque es principalmente en estas dos áreas. Ver ilustración 10.

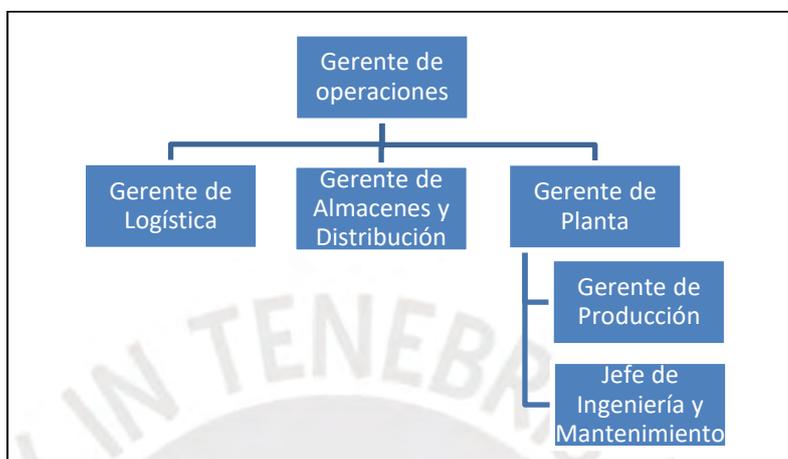


Ilustración 10. Estructura actual de operaciones

Fuente: La empresa

3.1.3 Tamaño de la Organización

La empresa cuenta con un total de 95 colaboradores a diciembre del año 2016. Del total el 67.37% se dedica a labores operativas; el 28.42% a labores de administración, control y supervisión y el 4.21% a labores de Dirección Estratégica. Ver tabla 17.

Tabla 17. Colaboradores por Jerarquías

Por Cargo Jerárquico	N° de Colaboradores	%
Dirección Ejecutiva	4	4
Gerencias, Jefatura y Supervisores	27	28
Asistentes y Colaboradores	64	67
Total	95	100

Fuente: La empresa

3.1.4 Tipo de Bienes/Servicios que Produce

La organización elabora y comercializa productos farmacéuticos destinados a la producción pecuaria, siendo su mayor participación en el sector avícola, abarcando también los sectores porcícola, acuícola y ganadero en el Perú y Extranjero. En la tabla 18 se muestran las categorías de los productos que se comercializan.

Tabla 18. Categorías de Productos

Categoría	Tipos de productos por categorías
DESINFECTANTES	Aldehídos, amonios cuaternarios
ANTIBIOTICOS	Líquidos, Polvos Solubles
BIOLÓGICOS	Vacunas Vivas y Atenuadas
MOLINOS	Pre-mezclas o Premix, Polvos, Promotores, Pigmentantes, Secuestrantes

Fuentes: La empresa

3.1.5 Mercados a los que Destina sus Productos

Los productos brindados son comercializados a nivel nacional e internacional. Cuenta con 01 Sucursal Comercial en Trujillo y actualmente abastece al mercado internacional a través de 10 filiales comerciales en el extranjero ubicado en Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Venezuela, Costa Rica, Honduras, Guatemala, Panamá y México.

3.1.6 Ambiente competitivo

La empresa se desarrolla en el ámbito pecuario, del cual el 90% de sus ventas aproximadamente, provienen del sector avícola el cual alcanza el 57 % del PBI pecuario nacional. El sector avícola crece a un ritmo sostenido en el orden de 7%, desde el año 2000. Para el periodo 2012 se registró un crecimiento de 10% para la industria avícola, mientras que la empresa tiene previsto un crecimiento anual del 20%. Entre los principales competidores se encuentran las grandes transnacionales productoras de aditivos nutricionales, productos biológicos y productos para la sanidad animal y las empresas que las representan localmente. En la industria no existe un ranking anual como el establecido por la OMS para el sector de farmacéutico humano, por lo que las empresas deben optar por fuentes de información externas para construir su propia valoración de posicionamiento. Es así que la compañía en estudio ha desarrollado su propio mecanismo de investigación de mercados, constituyéndose como una de sus competencias esenciales, logrando determinar su Market Share dentro del mercado avícola.

En los últimos 10 años, la industria ha venido revolucionando gracias a la innovación de los productos que brindan mayor efectividad a los clientes, en razón de sus demandas, necesidades y expectativas en un entorno donde existe un mayor acercamiento con las organizaciones encargadas de regular la veracidad y la calidad de los productos. Asimismo, los tratados de libre comercio y la política fiscal del país le han dado oportunidades a la industria para mejorar costos y ser más competitivos.

La frecuencia y volumen del intercambio comercial entre clientes y proveedores del sector, impulsa la búsqueda permanente de eficiencia operativa y de servicio,

a estándares cada vez más elevados. Se muestra en las tablas 19 e ilustración 11 el crecimiento en el tiempo de la colocación nacional de pollos BB Carne entre el 2012 y 2015.

Tabla 19. Colocación Nacional de Pollos BB CARNE 2012 a agosto 2015 (miles de unidades)

Año/Mes	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.
2012	46,897	43,206	48,622	46,246	48,098	47,748	47,748	48,338
2013	50,409	43,253	48,949	48,506	52,673	47,475	49,162	51,444
2014	52,226	47,519	50,409	49,811	53,130	49,723	52,093	52,617
2015	56,553	50,623	57,112	55,347	58,449	56,105	56,145	56,756

Año/Mes	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2012	44,851	51,190	48,538	48,853
2013	48,529	51,561	49,360	50,455
2014	52,051	54,932	53,545	54,865
2015				

Fuente: MAP la Revista
<http://www.maplarevista.pe/search/label/ESTADISTICAS>

La colocación de pollos “BB” presenta un crecimiento anual de 5% desde el 2012 hasta el 2013, y un 5.5% de crecimiento hacia el 2014. Cifras que permiten concluir que la futura demanda de esta carne no tiene un límite ni restricciones en cuanto a su crecimiento. Favorable para las industrias avícolas y en consecuencia a las industrias de producción de alimento balanceado.

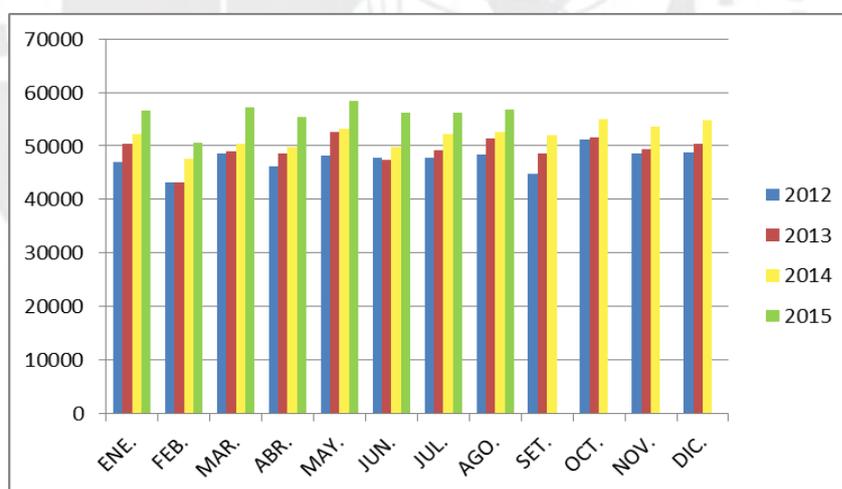


Ilustración 11. Colocación Nacional de Pollos BB Carne 2012 a agosto 2015 (Miles de unidades)

Fuente: MAP la Revista
<http://www.maplarevista.pe/search/label/ESTADISTICAS>

Tabla 20. Venta de Pollos en los centros de acopio de Lima Metropolitana y Callao - 2012 a agosto 2015 (miles de unidades)

Año/Mes	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.
2012	16,481	16,862	17,357	16,168	17,667	16,743	17,793	18,303
2013	17,601	17,213	17,811	18,132	19,192	18,287	18,999	18,809
2014	19,065	18,214	20,999	19,257	21,604	21,023	21,141	21,645
2015	20,880	19,905	21,664	19,987	21,956	21,173	21,956	22,996

Año/Mes	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2012	17,959	18,620	18,428	18,794
2013	17,663	18,856	18,888	19,749
2014	20,306	20,542	20,595	22,343
2015				

Fuente: MAP la Revista

<<http://www.maplarevista.pe/search/label/ESTADISTICAS>>

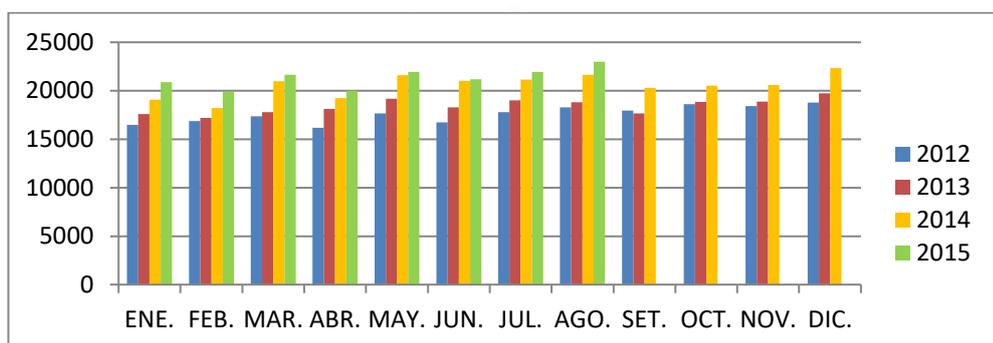


Ilustración 12. Venta de pollos en centros de acopio de Lima Metropolitana y Callao - 2012 a agosto 2015 (miles de unidades)

Fuente: MAP la Revista

<<http://www.maplarevista.pe/search/label/ESTADISTICAS>>

En Lima y Callao la venta de pollo en el 2014 en los centros de acopio ha tenido un crecimiento de 14.5% respecto al año anterior. Esta cifra supera el crecimiento estimado de 7% para la industria avícola en general. Ver tabla 20 e ilustración 12.

Tabla 21. Precios pagados por el consumidor por las diversas carnes y huevos en Lima Metropolitana - S/. Kg. Junio 2014 a junio 2015

Tipo/Periodo	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14
Pollo	7.7	7.73	8.05	8.36	8.52	8.05	8.15
Gallina	17.61	17.17	18.21	19.41	20.61	19.62	19.54
Ovino	17.43	17.44	17.43	17.44	17.46	17.5	17.56
Porcino	14.83	14.84	14.85	14.86	14.88	14.97	15.18
Huevos	5.47	5.44	5.48	5.56	5.54	5.46	5.27

	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15
Pollo	8.42	8.41	8.24	8.28	8.38	8.21
Gallina	19.13	19.89	18.54	18.1	18.11	18.17
Ovino	17.71	17.82	17.98	18.11	18.21	18.23
Porcino	15.34	15.43	15.55	15.61	15.73	15.77
Huevos	4.82	4.96	5.09	5.42	5.84	5.67

Fuente: MAP la Revista

<<http://www.maplarevista.pe/search/label/ESTADISTICAS>>

Respecto a los precios, todas las carnes han elevado su costo por kilo según cifras correspondientes de junio 2014 a junio 2015. El pollo se ha encarecido un 6.6%, la gallina en 3.18%, la carne ovina en 4.58%, la carne porcina en 6,33% y los huevos en 3.65% respecto al año anterior. Ver tabla 21 e ilustración 13.

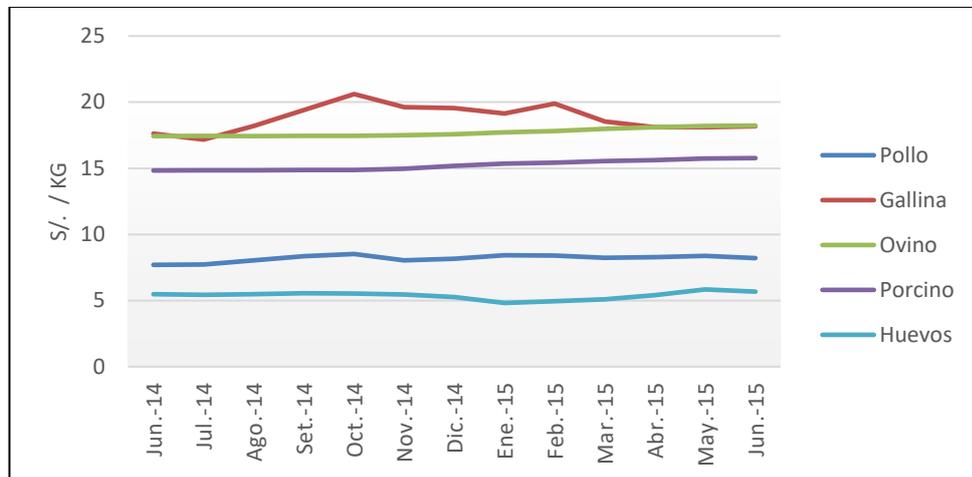


Ilustración 13. Precios pagados por el consumidor por las diversas carnes y huevos Lima Metropolitana - S/./ Kg. Junio 2014 a junio 2015

Fuente: MAP la Revista

<<http://www.maplarevista.pe/search/label/ESTADISTICAS>>

La inflación que se maneja como país (3.8% anual) repercute directamente en este sector por ser un producto de consumo diario y cuyo transporte involucra el uso de combustible.

3.2 Procesos productivos

Actualmente, la gerencia de producción está compuesta por el gerente y dos supervisores. En la planta recientemente inaugurada se tiene además 4 asistentes, 21 auxiliares en el primer turno y 9 en el segundo. Por otro lado, en la anterior planta, que funciona eventualmente hay 1 asistente y 10 auxiliares. Se presenta la estructura de esta gerencia en la ilustración 14.

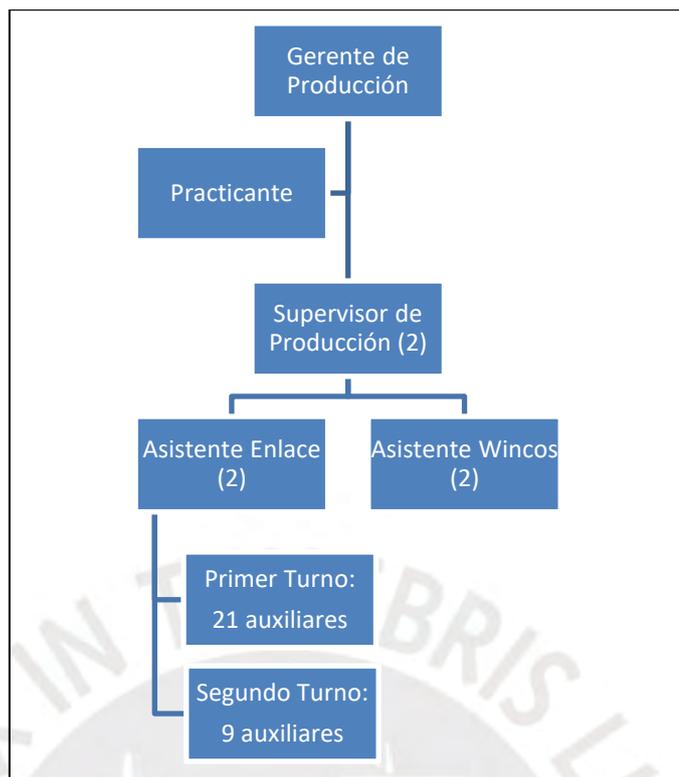


Ilustración 14. Estructura de la Gerencia de Producción

Fuente: La empresa

Los auxiliares de producción se encuentran distribuidos en los 7 pisos de la planta y en las 3 líneas de producción: Blanca, Medicada y Veterinaria. En la tabla 22 se detalla la estructura para el primer turno.

Tabla 22. Distribución de auxiliares

Torre	Proceso	Línea Blanca	Línea Medicada	Línea Veterinaria	Total
Piso 7	Llenado de silos	1	1	1	3
Piso 6	Picking Envases Cerrados	0	0	1	1
Piso 5	Fraccionamiento Carga	2	3	2	7
Piso 4	Picking	0	1	0	1
Piso 3					
Piso 2					
Piso 1	Descarga	2	3	3	8
	Abastecimiento	0	1	0	1
Total auxiliares		5	9	7	21

Fuente: La empresa

3.2.1 Descripción del proceso productivo

El área de producción de la empresa se sitúa dentro de las instalaciones de la planta ubicada en Ate. El área de producción cuenta con una torre con un total de 7 niveles (32 metros de altura) y 400 m² por piso. Distribuida asimismo en tres (03)

líneas de producción; con nombres: Blanca, Medicada y Veterinaria; cada una de ellas involucra una familia de productos clasificados según altos estándares de calidad. Todas las máquinas involucradas en el proceso productivo son de la firma suiza Bühler, empresa con más de 150 años dedicada a la manufactura de maquinaria y soluciones integrales para industrias molinera y de alimentos en general. En esta nueva edificación se trabaja en base a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), es decir que la “cero contaminaciones” entre cada una de las líneas es un tema fundamental para el logro de los altos estándares de calidad propuestos por la empresa.

3.1.1.1 Flujo de operaciones

Como ya se mencionó, cuenta con tres líneas de producción con salidas únicas por línea, pero con algunas entradas en común. La ilustración 15 resume la lógica que sigue cada línea de producción desde su abastecimiento.

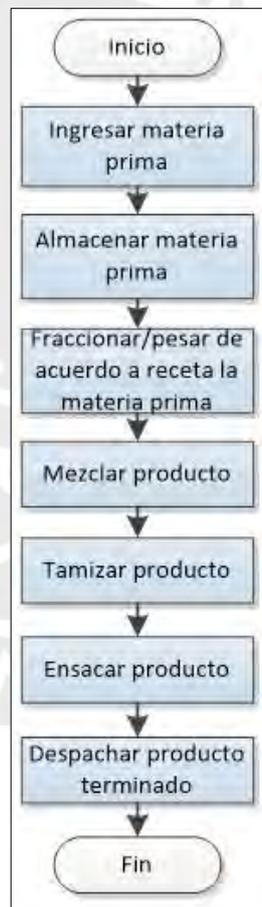


Ilustración 15. Diagrama de flujo general de producción
Elaboración propia

En el séptimo piso de la torre de producción se ubican las cabinas de carga móviles para el llenado exclusivo de silos, en el sexto piso están los silos (34 en total), en el quinto las cabinas de carga manual (fraccionamiento), en el

cuarto piso los mezcladores, los tamizadores en el tercero, en el segundo piso se encuentran las tolvas de recepción (pulmón) y en el primer piso se ubican todas las estaciones de trabajo.

Para la elaboración del alimento balanceado, en su mayoría para aves y cerdos, el producto terminado está compuesto por dos tipos de insumos: excipientes e ingredientes. Aproximadamente desde 10% y 30% de cada producto terminado está compuesto por los excipientes, los cuales son “Carbonato de Calcio” y “Cascarilla de Arroz”. Entonces, se puede afirmar que existe una línea al interior de la torre de producción que se encarga de abastecer a las otras tres ya mencionadas. Se procederá a explicar detalladamente cual es el recorrido de la materia prima, las distintas entradas que presenta y las salidas cuando ya son productos terminados.

Un lote de producción varía de acuerdo a la cantidad que el cliente requiere. Este número puede ser desde media hasta 5 toneladas. Cada línea tiene un mezclador, que será explicado más adelante, el cual tiene una capacidad de 750 kg para cada mezcla, por lo cual se infiere que un lote de producción va a estar dividido en un número de partidas iguales a la división del requerimiento total con la capacidad del mezclador. Ejemplo: Se solicita la elaboración de 2800 kg de Base Mix, se tendrán que elaborar $2800/750 = 3.73$ redondeando 4 partidas de 700 kg cada una.

A) Recepción de Macro-componentes

Como ya se explicó, el ingreso de los excipientes para la elaboración de los productos requiere de una línea para abastecer las posteriores mezclas. El ingreso tanto del carbonato como de la cascarilla se efectúa en el primer nivel de torre de producción mediante la carga manual o con ayuda de un polipasto (tecle) de 1 tonelada. Ver ilustración 16.



Ilustración 16. Cabina de Carga de Excipientes
Fuente: La empresa

Ambas materias primas, una vez ingresadas en su respectiva de carga (para evitar contaminación y aumentar disponibilidad) continúan su recorrido en el sótano de la planta (-6 metros). El carbonato de calcio pasa por una Caja Transportadora de Cadena la cual se encarga de transportarlo hacia un tamiz para desechar cualquier material indebido dentro de este producto. Luego de ello pasa por una esclusa en donde espera la llegada de aire a presión para ser transportado neumáticamente hacia un silo de almacenamiento de 20 toneladas (24 m³) para que esté disponible según requerimientos de la producción. En el caso de la cascarilla de arroz, una vez ingresada en su respectiva cabina de carga, procede a ser movilizada por una rosca transportadora hacia el mismo tamiz que se usó para el carbonato, espera la llegada de la presión neumática (20 bares) para ser transportado a su respectivo silo. Cabe resaltar que la carga de ambas materias primas no puede darse en simultáneo pues los productos se mezclarían antes de tiempo y habría errores de composición en la mezcla final.

El carbonato y la cascarilla son almacenados en silos de igual tamaño ubicados a 17 metros de altura de la superficie. Las tareas de producción son creadas directamente por el software que controla los equipos, es así que cuando una partida de producción requiere una cantidad de “n” kg de estos macro-componentes se genera la tarea encargada de dosificar el peso exacto de estas materias primas. Desde el silo son dosificados mediante una rosca transportadora hacia una báscula en forma de depósito (ubicada en el tercer nivel) que se encarga de tener el peso exacto según requerimiento. Luego de ello pasa a un depósito pulmón ubicado en el segundo piso de la torre) para que el otro excipiente sea pesado y no haya obstrucción ni mezcla de ellos; el orden es indistinto. Seguidamente pasa por una esclusa en donde se encuentra con otra extensión de presión neumática la cual envía los macro-componentes hacia cualquiera de las 3 líneas de producción ya mencionadas anteriormente. Esta fuerza de aire que ubicamos en el sótano y en el segundo piso proviene de un Grupo Soplante encargado de generar esta presión capaz de transportar 20 toneladas de materia prima por hora.

B) Silos de Componentes Comunes

En el sexto piso de la torre de producción se encuentran 2 grupos de silos de almacenamiento de ingredientes comunes para las líneas de producción blanca y medicada. El primer grupo cuenta con 10 silos de acero inoxidable de 4.5 toneladas cada uno. Ver ilustración 16. La materia prima es ingresada por

medio de una cabina de carga móvil ubicada en el 7mo piso hacia las tapas superiores de cada silo. El segundo grupo es un conjunto de 20 silos de 600 litros de capacidad cada uno (400 kilogramos aproximadamente). Ambos grupos reciben tareas por parte del software de planta con indicaciones para dosificar las cantidades de producto necesario, y de los silos adecuados, hacia el mezclador de la blanca o medicada. Las dosificaciones no se dan al mismo tiempo, son secuenciales.



Ilustración 17. Cabinas de carga móvil

Fuente: La empresa

En la ilustración 17 se observan las cabinas de carga móvil para silos los 10 de 4.5 Toneladas (séptimo piso de la torre de producción).



Ilustración 18. Grupo de 10 Silos de Componentes Comunes

Fuente: La empresa

Silos de Componentes Comunes a la Línea Blanca y Medicada de 4.5 toneladas cada uno (6to piso de la torre de producción). Ver ilustración 18 y 19.



Ilustración 19. Sistema de Dosificación de Micro-componentes – 20 silos de 600 litros para la línea blanca y medicada (6to piso de la torre)

Fuente: La empresa

C) Línea Blanca y Medicada

Tras la dosificación de excipientes vía neumática y de ingredientes desde los silos, las líneas dejan de tener entradas en común y se realiza el fraccionamiento manual de materias primas en pequeñas cantidades que no pueden ser cubiertas desde la dosificación de los silos por la exactitud en gramos requerida por la mezcla. Estas operaciones se realizan en el 5to nivel de la torre.

Una vez pesado y dosificado desde varios lugares, toda la materia prima llega hacia el mezclador, ubicado en el cuarto piso, el cual homogeniza todos los componentes y la convierte en el ansiado producto final. La mezcla pasa cae hacia el tercer nivel pasando por un tamiz, luego se dirige al segundo andar y se almacena en una tolva pulmón por escasos minutos de tiempo, para finalmente ser debidamente ensacado en bolsas de 25 kg. Ver ilustración 20.



Ilustración 20. Cabina de Carga para materia prima fraccionada, se repite en las tres líneas de producción (5to piso de la torre)

Fuente: La empresa

Existe un mezclador en cada una de las tres líneas (cuarto piso de la torre de producción). Ver ilustración 21.



Ilustración 21. Mezclador DFML 1000

Fuente: La empresa

Una tamizadora similar por línea de producción (tercer piso de la torre de producción). Ver ilustración 22.



Ilustración 22. Tamizadora Turbo-Star MKZF 40/90 E.

Fuente: La empresa

Cada línea cuenta con una tolva pulmón (ilustración 23) a la que le corresponde una ensacadora (ilustración 24) excepto la línea medicada que tiene una adicional por la modalidad de ensacado Big Bag (ilustración 25).



Ilustración 23. Tolva Pulmón

Fuente: La empresa



Ilustración 24. Ensacadora MWPF, tanto en línea blanca y medicada (1er piso de la torre)

Fuente: La empresa



Ilustración 25. Estación de Ensacado Big Bag en línea medicada (1er piso de la torre)

Fuente: La empresa

D) Línea Veterinaria

A diferencia de las dos anteriores, esta tiene menos entradas en común, apenas la dosificación de los macro-componentes. Cuenta con cuatro silos de acero inoxidable de 4.5 toneladas cada uno con productos exclusivos para la producción final. De igual modo todo se homogeniza en el mezclador, el tamiz, la tolva de recepción; sin embargo, una de las atracciones está en la estación

de ensacado con la presencia de un robot ensacador, que tiene capacidad de ensacado de hasta 7.5 sacos de 50 Kg por minuto. Ver ilustración 26.



Ilustración 26. Estación de Ensacado Automático Maia MWPG-1 en línea veterinaria (1er piso de la torre)

Fuente: La empresa

3.1.1.2 Secuencia de tareas

Primero se generan las tareas en el Software de nombre “WinCos R.2”, el asistente encargado de manipular el sistema realiza la validación de cada tarea y procede a poner en marcha cada una de ellas. A continuación, la lista de actividades para el funcionamiento de cualquiera de las tres líneas de producción (datos empíricos):

- a) En el 5to piso, en la etapa de fraccionamiento manual, aparecen las tareas a realizarse.
- b) Una vez concluida los pesajes o fraccionamientos manuales para todas las partidas de un mismo lote, el sistema queda disponible para empezar la dosificación, todas ellas van en dirección al mezclador de la línea a trabajar.
- c) Primero dosifica los macro-componentes los cuales ya fueron pesados en una báscula (cascarilla y/o carbonato). **Tiempo aproximado: 5 min**
- d) Segundo, se dosifica desde el grupo de 10 silos. Las cantidades son pesadas por celdas de carga ubicadas en el mezclador, una vez que se obtiene el peso deseado se cierran las válvulas para que no pase más producto. **Tiempo aproximado: 25 min.**
- e) Luego se dosifica desde el grupo de 20 silos de 600 litros, también llamado “Sistema de dosificación para Micro-Componentes”. Este equipo en particular tiene una doble báscula, en donde en simultaneo a la segunda dosificación explicada, que va pesando las cantidades requeridas por la partida en cuestión. **Tiempo aproximado: 5 min.**

f) Al mismo tiempo que se dosifica los microcomponentes se carga manualmente hacia el mezclador los pesos que fueron registrados al inicio de la secuencia. **Tiempo aproximado 8 minutos.**



Ilustración 27. Layout de las tres líneas de producción

Fuente: La empresa

g) Una vez que están reunidas todas las materias primas en el mezclador, en el cuarto nivel de la torre, empieza el mezclado con un tiempo aproximado de 8 minutos. Acabando esta operación la mezcla final cae hacia los pisos inferiores pasando por un tamiz, una tolva de recepción y la estación de ensacado final. **Tiempo aproximado: 40 minutos.**

h) En el caso de la línea veterinaria, se cuenta con un robot ensacador de bolsas de 25 kg, el cual realiza la actividad anterior en apenas 10 minutos.

i) La línea medicada tiene además un tipo de presentación para sus productos finales, el ensacado en bolsas de 1 tonelada denominada “Big Bag” con **tiempo aproximado de 10 minutos**.

j) Cabe resaltar que una vez que el mezclador terminó de trabajar y expulsó la última mezcla, el sistema de control de planta cierra un ciclo y empieza a trabajar la secuencia nuevamente.

Según los datos de tiempos promedio por operación se tiene el detalle de la tabla 23.

Tabla 23. Utilización Actual por Operación.

N°	OPERACIÓN	SECUENCIA ACTUAL												UTILIZACIÓN		
1	DOSIFICADO DE EXCIPIENTES	■	■										■	■		21%
2	DOSIFICADO DE OTRAS MP			■	■	■									■	32%
3	DOSIFICADO DE MICROCOMPONENTES					■	■									21%
*4	CARGA MANUAL									■						11%
*5	MEZCLADO									■	■					15%
*6	ENSACADO									■	■	■	■	■		33%
	TIEMPO	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	T. CICLO(min)		
	LEYENDA	■	T.OPER	■	T.DESP	■	SGTE. CICLO								60	

Elaboración Propia

Como puede observarse, la utilización actual por proceso es menor al 33% por los altos tiempos que demanda la dosificación y porque los equipos comunes a la línea blanca y medicada no actúan en paralelo, es decir que mientras una línea está en plena operación la otra línea no puede empezar a dosificar. Una de las razones de este problema es por la falta de planificación y la falta de registro de tiempos exactos que permitan diseñar una secuenciación de máquinas en la cual involucre todas las restricciones que el sistema tenga. La falta de experiencia de los operadores frente a estas tecnologías retrasa los tiempos en las etapas de fraccionamiento manual y estación de ensacado. Por último, la **falta de respuesta** por parte del área de **mantenimiento** frente a una falla de máquinas retrasa los tiempos perjudicando en la producción diaria; el programa de mantenimiento actual y las actividades involucradas no resultan ser relevantes a mediano plazo en la planta.

En cada una de las etapas del flujo de operaciones se cuenta con filtros de alta presión para la absorción de polvos generados por el movimiento de la materia prima. En toda la torre se tienen 14 filtros, ubicados en el superior de las cabinas de carga y sobre los silos de almacenamiento. Durante la puesta en marcha representaban una constante de pérdida de producto terminado por la fuerza de aspiración generada de casi el 10%; actualmente ese margen es de

máximo 1.5% de pérdida. Ha disminuido en 8.5% pero aun así se ha optado por tomar las medidas para evitar pérdida de producto. Por ejemplo, si se tiene una partida de producción de 700 Kg la receta se trabaja para un total de 710.66 Kg de materia prima. De este modo se evita la falta de producto tras la mezcla final y una des-homogenización del producto terminado. A continuación, se muestra los resultados obtenidos hasta el momento en la nueva planta, trabajando las 3 líneas en simultáneo durante un solo turno.

3.3 Gestión de Mantenimiento

El área de mantenimiento pertenece a la gerencia de planta y brinda soporte a las actividades de producción asegurando las mejores condiciones para las máquinas y los equipos. La ilustración 28 presenta el organigrama de esta jefatura.

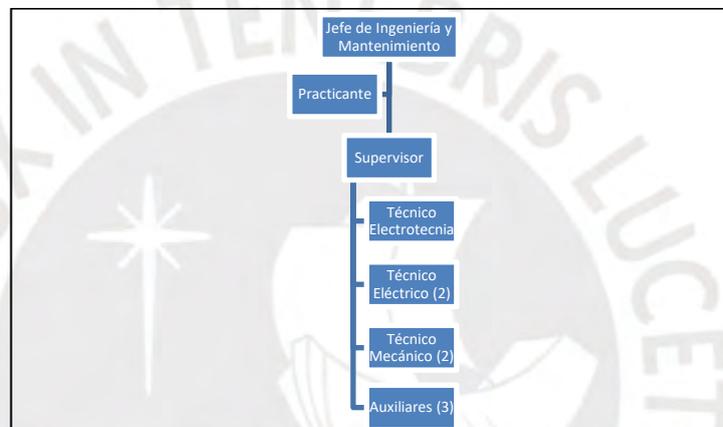


Ilustración 28. Estructura de Ingeniería y Mantenimiento

Fuente: La empresa

La tabla inferior presenta los indicadores que maneja el área. Como se puede observar, solo muestra el cumplimiento de las actividades programadas, pero no la efectividad de los trabajos realizados basados principalmente en paradas de planta por averías mecánicas o eléctricas de las máquinas de producción. Otro aspecto a considerar es la ausencia de data que valide este cumplimiento, la información es simplemente almacenada sin generar algún reporte de cumplimiento. Ver tabla 24.

Tabla 24. Indicadores de Mantenimiento

Objetivo	Indicador	Meta	Frecuencia	Responsable
Mantener sostenible y continua las operaciones y tareas que se realizan en Planta con nuestras máquinas, equipos de medición e instalaciones, protegiendo, conservando y optimizando las mismas a través del presupuesto asignado.	Cumplimiento de los Cronogramas de Mantenimiento	≥ 90%	Mensual	Supervisor de Mantenimiento

Fuente: La empresa

La gestión de mantenimiento actual se desarrolla dentro de las instalaciones de la planta santa clara. El taller de 120 m² se encuentra en el primer piso de la torre de producción y el almacén de repuestos se ubica en el sexto piso, aquí se guardan herramientas pesadas repuestos inmediatos, consumibles y piezas de las máquinas. Está conformado por un jefe de área, un supervisor de trabajos de mantenimiento, un asistente, tres técnicos mecánico-eléctricos y dos auxiliares.

3.3.1 Funciones del área

El jefe y asistente se encargan de programar los trabajos de mantenimiento de frecuencia diaria, semanal, quincenal, mensual y anual. También realizan negociaciones con los proveedores externos de materiales, herramientas y servicios especiales; asimismo se encargan de elaborar todos los procedimientos, instructivos y formatos del área con el objetivo de tener disponible toda la información técnica que de la planta al día.

El supervisor de mantenimiento se encarga de dirigir los trabajos de mantenimiento programados y no programados y que son realizados por los técnicos y auxiliares del área. Por el limitado número de personal técnico para dar soporte a las áreas de producción (prioridad) y el resto de la planta los colaboradores tienen distribuidas sus funciones en determinados equipos y áreas. Por ejemplo, uno de los técnicos se encarga netamente de brindar soporte al área de producción, equipos y software de automatización. Otro de ellos divide sus funciones entre áreas productivas (maquinarias) y conexiones de luminarias y tomacorrientes. El último colaborador técnico se encarga de chequear los equipos generales de la planta santa clara, como lo son el grupo electrógeno, el sistema de aire acondicionado, el sistema de aire comprimido y el suministro de agua y desagüe. Un común denominador en el área es la poca experiencia que tienen los trabajadores frente al tipo de tecnologías manufactura de molinos, lo cual hace retrasar los trabajos de mantenimiento pues cada uno de ellos deberá tener un tiempo de aprendizaje extenso hasta conocer el equipo en sus aspectos más importantes.

3.3.2 Recursos del área

Como se ha mencionado desde el punto 3.1.7, la planta se divide en el área de producción y el resto en oficinas, laboratorios, almacén, espacios comunes. Los equipos críticos se encuentran en el primer grupo mencionado, pues es aquí donde se elabora el producto que posteriormente será comercializado. Estos equipos involucrados requieren un mantenimiento diferenciado por los trabajos que realiza a diario. La gestión de mantenimiento de la empresa realiza acciones

preventivas para que estas máquinas mantengan un nivel óptimo de funcionamiento y su capacidad no se vea disminuida. Se cuenta con un software de mantenimiento de nombre “Pro-Plant”, el cual viene configurado con todos los equipos (de producción) de la planta de pre-mezclas. Este sistema trae consigo actividades que comprenden la limpieza, inspecciones visuales, lubricaciones y cambio de repuestos. Se ejecuta con una frecuencia mensual y anual, también tiene acceso al número de horas de funcionamiento de los equipos. Los equipos generales de la planta (aire acondicionado, comprimido, etc.) son vistos por terceros. Este software de mantenimiento lanza una alarma que ha sido establecida para los equipos registrados y el asistente encargado imprime el fichero con el detalle del equipo, su ubicación y las actividades que se tienen que ejecutar.



CAPITULO 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

Un análisis de los procesos internos de la empresa, el entorno competitivo y sobre todo de los indicadores que se maneja, será necesario para diagnosticar e identificar los problemas y las causas existentes en la gestión actual. A continuación, se presenta el “Ambiente competitivo”, la “Gestión de Indicadores” y el “Análisis de Causas” de la vigente gestión de la empresa.

4.1 Indicadores de producción

Desde agosto de 2016 la planta se encuentra trabajando indicadores de gestión de las operaciones. Se utiliza el OEE “Overall Effectiveness Equipment” (eficiencia global de los equipos). En donde calculan ratios de utilización (disponibilidad), rendimiento de planta y la calidad del producto elaborado. Se tiene entonces las cantidades reportadas desde julio de 2017 hasta diciembre de 2017 en la tabla 25.

Tabla 25. Indicadores de Disponibilidad

DISPONIBILIDAD	Jul-17	Ago-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17
Horas hábiles	198	198	189	198	198	198
Horas trabajadas	173	169	168	133	142	103
Disponibilidad Línea Blanca	87%	85%	89%	67%	72%	52%
Horas hábiles	396	396	378	396	378	396
Horas trabajadas	282	338	342	305	316	314
Disponibilidad Línea Medicada	71%	85%	90%	77%	84%	79%
Horas hábiles	198	198	189	198	189	198
Horas trabajadas	121	104	140	124	116	65
Disponibilidad Línea Veterinaria	61%	53%	74%	63%	61%	33%

Fuente: La empresa

De acuerdo a la tabla 25, la línea medicada es la que más horas trabajadas tiene, con mayor número de horas hábiles por encima de línea blanca y veterinaria. No se observa una tendencia específica en alguna de las tres líneas; sin embargo, se evidencia un descenso para finales del 2017.

Tabla 26. Indicadores de Rendimiento

Línea	Indicador	Jul-17	Ago-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17
Blanca	Producción (TM)	72	112	100	98	129	74
	Capacidad (TM)	211	211	211	211	211	211
	Rendimiento (%)	34%	53%	47%	46%	61%	35%
Medicada	Producción (TM)	393	380	404	423	477	392
	Capacidad (TM)	498	498	498	498	498	498
	Rendimiento (%)	79%	76%	81%	85%	96%	79%
Veterinaria	Producción (TM)	85	80	88	122	63	56
	Capacidad (TM)	132	132	132	132	132	132
	Rendimiento (%)	64%	61%	67%	92%	48%	42%

Fuente: La empresa

En la tabla 26 para las 3 líneas se evidencia una caída en el rendimiento al final del 2017. Si bien los factores que influyen en este resultado pueden ser tratados por una baja demanda del mercado, lo cierto es que existe una capacidad de planta que no se está utilizando. Las mayores caídas son en línea blanca y veterinaria con 35% y 42% respectivamente.

El rendimiento de línea blanca, desde agosto apenas supera el 50% de su capacidad en dos meses (setiembre y diciembre). Tiene una capacidad de producción de 211 toneladas. Ver ilustración 29.

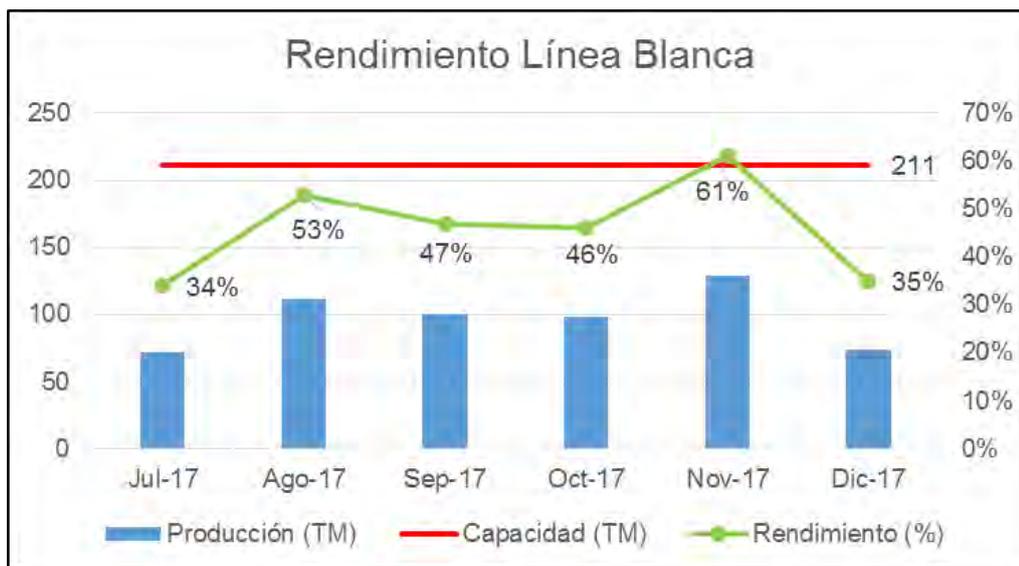


Ilustración 29. Rendimiento Línea Blanca

Fuente: La empresa

En línea medicada sucede todo lo contrario con línea blanca. Se tiene rendimientos que bordea el 96%, a pesar del bajón sufrido en enero, aunque este fue un evento en la producción en general. Tiene una capacidad de producción de 498 toneladas, más del doble que la primera línea pues se produce dos turnos en esta línea (doble de horas hábiles). Ver ilustración 30.

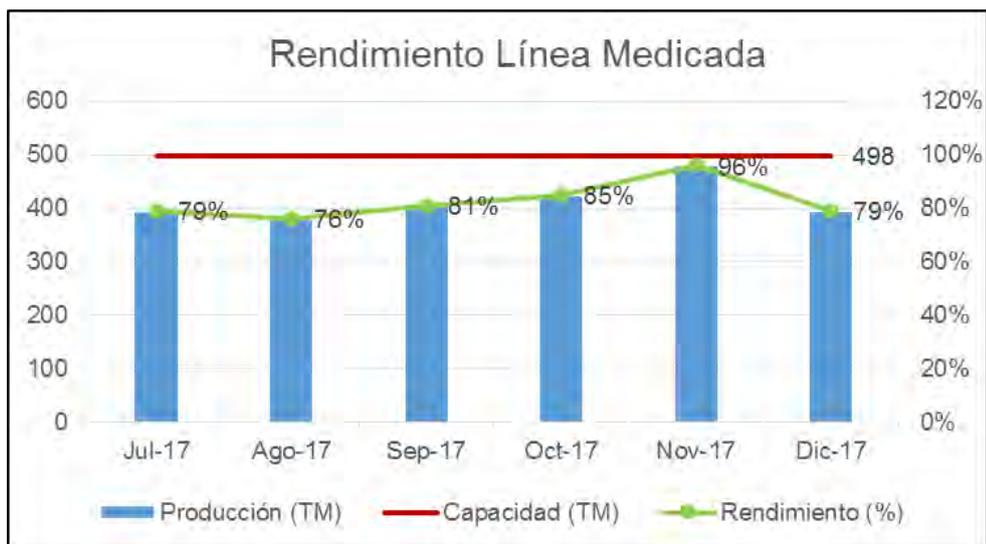


Ilustración 30. Rendimiento Línea Medicada

Fuente: La empresa

Respecto a línea veterinaria, tiene la capacidad de producción más baja en comparación de las otras 2 líneas: 132 toneladas / mes contando con las mismas horas hábiles que línea blanca. Entre las razones principales de este bajo rendimiento es por los problemas en la máquina de ensacado. Ver ilustración 31.



Ilustración 31. Rendimiento Línea Veterinaria

Fuente: La empresa

La calidad se ha visto afectada de manera poco significativa. Siendo el mayor impacto en diciembre del 2017 con 9200 Kg de producto fuera de especificación en línea veterinaria, afectando este indicador a un 83.5%. Ver tabla 27.

Tabla 27. Indicadores de Calidad

Línea	Indicador	Jul-17	Ago-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17
Blanca	Prod. Fuera Especificación (Kg)		601		1,425		
	Prod. Total (TM)	72	112	100	98	129	74
	%	100.0%	99.5%	100.0%	98.5%	100.0%	100.0%
Medicada	Prod. Fuera Especificación (Kg)	3,255			3,200		
	Prod. Total (TM)	393	380	404	423	477	392
	%	99.2%	100.0%	100.0%	99.2%	100.0%	100.0%
Veterinaria	Prod. Fuera Especificación (Kg)	325	500				9,200
	Prod. Total (TM)	85	80	88	122	63	56
	%	99.2%	100.0%	100.0%	99.2%	100.0%	100.0%

Fuente: La empresa

4.2 Análisis cuantitativo de la situación actual

Para los indicadores de disponibilidad de planta, mostrados en la tabla 25, hay que precisar que la diferencia entre horas hábiles (programadas) y horas trabajadas (reales) es el tiempo en que la línea estuvo parada por factores como falta de insumos, ausencia de personal y parada de máquina por mantenimiento correctivo o preventivo.

Los últimos 06 meses del 2017, la línea blanca solo estuvo disponible el 75% de las veces, línea medicada 81% y la línea veterinaria 58%. En la ilustración 32 se analizarán las causas de este desempeño tan bajo, que afecta directamente al número de toneladas producidas.

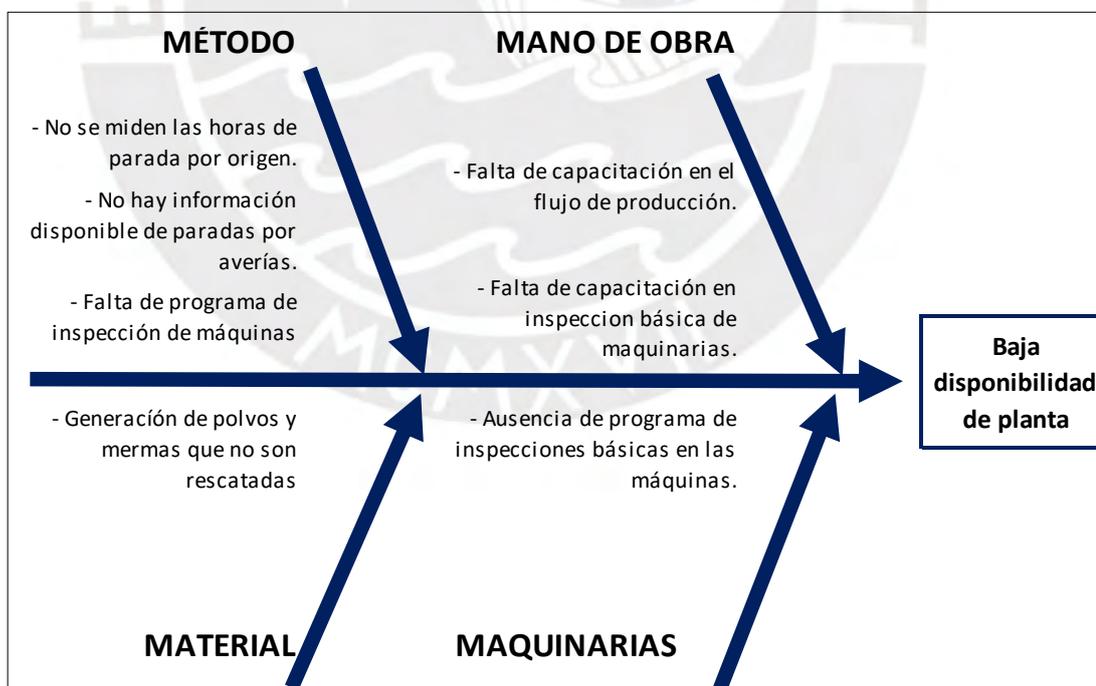


Ilustración 32. Diagrama de causa y efecto
Elaboración propia

Una de las oportunidades de mejora del indicador de disponibilidad corresponde precisamente en la recolección de información. Ninguna de las paradas de planta son clasificadas o puestas en seguimiento. Por ejemplo, el área de mantenimiento se dedica a realizar actividades correctivas la mayor parte de su tiempo, y no mide la evolución de las máquinas de las reparaciones que ya realizó con anterioridad. Por otro lado, al no existir un programa de medición de mermas de materias primas y productos estas se acumulan y luego de un periodo a criterio del operador recién es retirada. Durante este tiempo el polvo acumulado pudo dañar el motor o parte del circuito eléctrico de las máquinas. Por último, el personal operativo nuevo que ingresa a trabajar no recibe capacitación en temas de funcionamiento de todas las máquinas solo la que corresponde a su puesto de trabajo.

4.3 Análisis cualitativo de la situación actual

El aumento de la producción y la inserción en nuevos mercados internacionales con productos de alta calidad y de rápida disponibilidad hacia el cliente forman parte de los objetivos estratégicos de la empresa; sin embargo, tras lo visto en la gestión de indicadores se tiene claro que la nueva planta de producción no representa un avance cuantitativo para las operaciones de la empresa. Con un mercado en constante crecimiento, la demanda de las pre-mezclas elaboradas dentro de las instalaciones de la compañía también se verá incrementada. Lo cual conlleva a una reingeniería que permita aumentar la capacidad de producción mensual/anual. Esto fue lo diseñado en un inicio para poder cubrir la demanda actual y a futuro; pese a ello, el modelo propuesto no cumple las expectativas iniciales. Con todo esto es importante hacer una revisión del proceso productivo actual y del área encargado de brindar el soporte necesario para que esta tecnología de automatización prolongue su tiempo de vida y mantenga (o aumente) su capacidad de producción.

4.3.1.1 Deficiencias

Las actividades correctivas generadas por defectos o averías en las máquinas se producen a diario. El área no cuenta con un registro histórico de las paradas de planta. No existe un mantenimiento preventivo al 100% de ejecución, todos los programados se basan en limpiezas, inspecciones visuales y auditivas, lubricaciones y ajustes. Estas máquinas tienden a generar vibraciones que oscilan hasta las áreas administrativas y sin embargo no hay registro de ellos. Las inspecciones auditivas no se realizan con equipos de medición de decibeles, todas son hechas en base al juicio de los técnicos.

La nueva maquinaria tiene un tiempo de garantía de un año desde que se concluyó su instalación. Esta garantía comprende soporte del software y de las

máquinas que presenten algún defecto, luego de este periodo la responsabilidad de mantener los equipos en correcto desempeño será exclusivamente de producción y mantenimiento. Si bien, a la fecha se realizan trabajos en conjunto con los proveedores para mantener la performance de los equipos, el sistema de gestión de mantenimiento presenta deficiencias pues no cuenta con un plan a mediano y largo plazo.

A continuación, se la tabla 28 muestra las principales deficiencias existentes en el área.

Tabla 28. Cuadro de deficiencias del área de mantenimiento

criterio	Método de Trabajo	¿Eficiente?	¿Acto inseguro?	Observación
Inspecciones Visuales	Juicio experto del técnico	SI	NO	
Inspecciones Auditivas	Juicio experto del técnico	NO	SI	El no tener la herramienta necesaria desmerece el trabajo
Medición de las vibraciones	No existe	NO	SI	
Control de la carga de corriente de trabajo en el tiempo	No existe	NO	SI	
Registro de las temperaturas de trabajo de las máquinas en pleno funcionamiento	No existe	NO	SI	
Registro de averías y defectos (correctivos)	No existe	NO	SI	La mayoría son de software y de equipos repetitivos, pero a futuro pueden empezar a registrarse más casos similares
Mantenimiento Programado (Preventivo y Predictivo)	Cumplimiento mensual pero no es del todo completo	SI	SI	Funciona en el corto plazo por tratarse de equipos nuevos, pero en un mediano plazo (5 años) habrá deficiencias
Cumplimiento del programa de mantenimiento para equipos de producción y generales	Cumplido al 100%	SI	NO	Es una buena medida, pero las actividades que involucra no son 100% relevantes ni confiables para la mantención de las máquinas.
Orden y Limpieza en el área de trabajo	Presencia de desorden en el taller.	NO	SI	Las buenas prácticas de manufactura se ven involucrada por este tipo de acciones.
Personal Técnico suficiente	-	NO	-	La cantidad actual de trabajadores técnicos no abastece la demanda de la planta.

Elaboración Propia

4.3.1.2 Indicadores instalados a la fecha

Por el poco tiempo que tiene en funcionamiento la planta, no se cuenta con un registro exacto de los mantenimientos programados; sin embargo, desde el mes de agosto de 2015 se viene realizando los mantenimientos programados

entre preventivos y predictivos que, a pesar de su poca acción sobre el equipo, previene y detecta errores en el corto plazo. Por ejemplo, la obstrucción por causa de acumulación de materia prima compactada en los equipos sería un grave problema durante la dosificación hacia cualquiera de las tres líneas; gracias a las inspecciones visuales y las limpiezas semanales de los equipos es que se previene que este tipo de ineficiencias sucedan. Sin embargo este procedimiento no está estandarizado y no se puede medir y controlar. El tiempo utilizado en cada máquina está entre 10 y 20 minutos por máquina.

La tabla 29, 30 y 31 detallan el tiempo de mantenimiento promedio que ha recibido cada uno de las líneas desde que empezó a funcionar la planta.

Tabla 29. Condiciones de trabajo

Horas Hombre	
Número de Técnicos	3
Horas/día	8
Día/ Semana	5

Elaboración Propia

Tabla 30. Horas invertidas en mantenimiento programado

Mes	Agosto 2016	Setiembre 2016	Octubre 2016	Promedio
Horas de Trabajos de Mantenimiento Programado	57.5	92	115.4	88.3
Horas Hombre-Disponible	600	600	600	600
% de tiempo invertido en mantenimiento	9.58	15.33	19.23	14.71

Elaboración Propia

Tabla 31. Horas invertidas en mantenimiento programado por línea de producción

Mes	Agosto 2016	Setiembre 2016	Octubre 2016	Promedio Minutos	Promedio Horas
Recepción Macro-Componentes	787	1319	1042	1049.33	17.49
Línea Blanca	482	1143	790	805	13.41
Línea Medicada	917	1024	784	908.33	15.14
Línea Veterinaria	1264	2035	4308	2535.67	42.26
Total	3450	5521	6924	5298.33	88.3

Elaboración Propia

4.3.2 Conclusiones

Con todo lo expuesto en base a la gestión de producción y mantenimiento actual de la empresa, se concluye las deficiencias que ambas áreas tienen y traen consecuencias directas en la sustentabilidad de la planta, influyendo directamente

en sobre-costos y retrasos en la entrega de productos. Las actividades que uno de ellos tome repercuten directamente sobre el otro. La eficiencia, calidad y disponibilidad de las máquinas de producción y equipos generales instalados dentro de la nueva planta requieren más que un programa de mantenimiento preventivo; en otras palabras, se debe detallar una serie de actividades cuya relevancia sobre los equipos sea más completa y asegure su durabilidad en el tiempo. **¿Por qué es importante el mantenimiento para la empresa?** El grado de automatización que se maneja actualmente representan los recursos que ayudarán a alcanzar el objetivo de crecimiento corporativo propuesto para cada año (20%). Cabe resaltar el poco tiempo que tiene la fábrica operando, un factor importante para el desarrollo de nuevos conceptos e ideas orientados a la máxima productividad, tarea que debe ser trabajada con todos los miembros de estas áreas.

Los indicadores que actualmente maneja la empresa no reflejan la eficiencia a la que la planta está operando realmente, pues en muchos casos la baja demanda de los productos que la empresa produce y comercializa obliga a que las líneas de producción estén detenidas. La falta de registro de fallas y averías es un problema pues induce a cometer muchas veces el mismo error cuando se tiene información precisa e histórica de los problemas de cada máquina. Incluso esta ausencia de estructurar la información repercute en los niveles de merma que tiene la planta, debido a que no se mapea cuáles son los defectos de máquina que repercuten en la pérdida de materia prima y de producto terminado. La implementación de indicadores como el OEE es un gran avance en la gestión de producción de la compañía pues sirve para identificar ratios básicos de la operación respecto a utilización en horas y capacidad de la planta; sin embargo este detalle representa problemas cuando factores externos intervienen en la producción (la demanda por ejemplo), y el resultado al final de la semana o mes será inferior, sin determinar exactamente cuál es la eficiencia que tienen las máquinas en la operación, pues los tiempos de paradas por averías, limpiezas, mantenimiento u otro están clasificadas como horas en la planta no es hábil, lo cual no permite hacer un mayor análisis de la situación actual de la planta.

Asimismo, se ha encontrado que no existen mecanismos que integren a los colaboradores de producción y mantenimiento de manera que la información de los distintos eventos (principalmente averías de máquinas) en la planta sea fuente de análisis e identificación de oportunidades de mejora en temas como mermas, tiempos y movimientos, seguridad, averías de mayor frecuencia y duración, etc.

CAPITULO 5. PROPUESTA DE MEJORA

Como se observó en los capítulos anteriores, las deficiencias encontradas en la empresa derivan en oportunidades de mejora que desde el punto de vista del mantenimiento productivo total se transforman en propuestas puntuales que contribuirán a lograr mejores índices de productividad y mejorarán la gestión de producción y mantenimiento. En la tabla 32 se tiene entonces los puntos críticos de la situación actual y la oportunidad de mejora encontrada para cada uno de ellos.

Tabla 32. Situación actual y oportunidades de mejora de las operaciones productivas

Tema	Situación actual	Propuesta de mejora
1. Gestión de Mantenimiento asistida por ordenador (GMAO)	<ul style="list-style-type: none"> Los indicadores actuales no dicen mucho respecto a la eficiencia de planta, tanto en equipos como en otras actividades que intervienen en el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de Base para los datos maestros de producción y mantenimiento. Diseño de Sistema de Gestión de Eficiencias Diseño de Reportes de paradas permitidas Elaboración de Reporte de Fallas <ul style="list-style-type: none"> Diagramas de Pareto Diagramas Jacknife
2. Gestión de costos	<ul style="list-style-type: none"> La merma no está correctamente clasificada no se sabe porcentualmente los puntos de mayor y menos impacto. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de puntos y operaciones que generan merma de producto. Construcción de árbol de merma. Establecer Método de medición de mermas: registro diario y control semanal / mensual Mantenimiento autónomo como prevención de averías.
3. Gestión visual y estandarización de procesos	<ul style="list-style-type: none"> Falta más gestión visual, empezando por 5S y la formación de equipos de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> Formación de equipos (uno por cada línea). Instalación de paneles donde se pongan los resultados de cada línea: Eficiencias de máquina y fábrica, seguimiento de mermas, Comunicados, etc. Trabajos de 5S semanal, uno por línea y uno por zona de tránsito común. Establecer una zona de etiquetado en rojo. Diagramación de los procesos: elaboración de procedimientos de operación estándar para las actividades de arranque de línea, operación normal, fin de producción: y limpiezas, ajustes y lubricaciones para el área de mantenimiento.
4. Gente y Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> Falta comprometer más a los colaboradores en temas de seguridad e incrementar capacitaciones en TPM y temas afines. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de actos sub estándar y condiciones inseguras. Implementación de reportes de actos y condiciones inseguras: para todos los trabajadores al menos 1 al mes. Capacitaciones y campaña educacional respecto al proceso productivo (explicación de la planta).

Elaboración propia

5.1 Fase I: Preparación

La alta dirección de la empresa, guiados por la gerencia de planta, deberán realizar la planificación adecuada de la implantación del TPM, con la finalidad de reducir al máximo las modificaciones a futuro.

5.1.1 Decisión de aplicar el TPM en la empresa

De acuerdo al diagnóstico de la situación actual de la empresa, la cual tiene apenas 2 años en operación en la nueva planta, es importante elaborar un plan que establezca metas específicas en un corto, mediano y largo plazo en cuanto al mantenimiento de las máquinas y el impacto directo en los beneficios de la empresa. Es por tal motivo, que la alta dirección debe llevar a cabo la aplicación de este programa mediante la publicación de cada uno de los pasos que se vayan dando, desde las metas iniciales hasta la realización de los mismos. Es importante la descentralización de las reuniones de coordinación de TPM, es decir, que deben realizarse en la misma planta y no en oficinas fuera de ella. Esto compromete a todos los miembros del área de operaciones (producción, mantenimiento y logística).

5.1.2 Información sobre TPM

Se sabe que la empresa maneja boletines semanales que son enviados vía correo electrónico a todos los usuarios. A través de esta plataforma se puede informar el alcance de este proyecto, los responsables, las metas, y sobre todo informar respecto de los beneficios que el TPM ofrece a la organización. En el caso de los auxiliares de producción y mantenimiento, sin acceso a este recurso electrónico, el uso de paneles para cada equipo de trabajo será fundamental para la difusión de este tipo de información. Los reconocimientos a los mejores desempeños serán difundidos en todos los medios posibles, para resaltar la adecuada labor desempeñada y motivar al resto de trabajadores. Utilizar imágenes que reflejen los compromisos y actividades ejemplares y el compromiso se propague en todos los lectores.

5.1.3 Estructura promocional del TPM

Las operaciones de producción y mantenimiento están actualmente lideradas por la gerencia de planta. La creación de grupos sirve para reconocer el nivel y las funciones que tiene cada miembro en la jerarquía establecida. Permite comparar desempeños entre grupos, personas y líneas. Las propuestas técnicas que se han elaborado en puntos anteriores son aspectos que deben ser liderados por la alta dirección de las operaciones en planta. Gerentes y jefes deben ser quienes encabecen esta propuesta, seguido por la dirección media en donde encontramos

a supervisores y asistentes tanto de producción como de mantenimiento. Finalmente, la dirección de sección de planta está conformada por los operadores y técnicos quienes son la base de toda esta propuesta. A continuación, se presenta una estructura en la tabla 33 con la propuesta para el lanzamiento del programa de TPM en la empresa.

Tabla 33. Estructura propuesta para el lanzamiento de TPM



Elaboración Propia

Este panorama muestra la jerarquía de la organización respecto al programa en general y como serán los reportes y el seguimiento por parte de la alta dirección. La dirección media y sección de planta son quienes (en campo) serán capacitados y harán posible la implementación del programa.

f) Formación de equipos

El punto anterior menciona como base de trabajo a los “equipos” y precisamente para una exitosa implementación, se estos deberán ser formados por zonas de trabajo, los cuales compartirán objetivos comunes de 5S, mantenimiento autónomo y buenas prácticas de manufactura. Estos deberán estar compuestos por operadores de todos los turnos de una misma línea. En este caso se tiene tres líneas de producción y de acuerdo a la demanda se utiliza un segundo turno por las noches. Cada línea deberá ser interpretada como un grupo de trabajo, incluyendo ambos turnos. Se debe de tener reuniones durante los cambios de turno obligatoriamente para coordinar los trabajos pendientes y cualquier otro percance como temas de seguridad, desabastecimiento de insumos, averías en

las máquinas, etc. Es recomendable que los asistentes y, supervisor de producción, técnicos y supervisor de mantenimiento, y analistas de control de calidad participen de al menos uno de los grupos para sugerir nuevas ideas y brindar otro tipo de soluciones para cada caso en particular. La estructura propuesta para cada equipo sería la descrita en la tabla 34.

Tabla 34. Estructura Propuesta de los Equipos

Línea Blanca (Equipo 1)	Línea Medicada (Equipo 2)	Línea Veterinaria (Equipo 3)
Asistente de Producción (Líder)	Asistente de Producción (Líder)	Asistente de Producción (Líder)
Técnico de Mantenimiento	Técnico de Mantenimiento	Técnico de Mantenimiento
Operario de Turno 1	Operario de Turno 1	Operario de Turno 1
Operario de Turno 1	Operario de Turno 1	Operario de Turno 1
Operario de Turno 1	Operario de Turno 1	Operario de Turno 1
Operario de Turno 2	Operario de Turno 2	Operario de Turno 2
Analista de Control de Calidad	Supervisor de Mantenimiento	Asistente de Almacén

Elaboración Propia

g) Roles

Del mismo modo en que se hacen las reuniones y encuentros para presidir los temas de seguridad e higiene industrial se propone la conformación de “Comités de 5S”. Se tiene entonces la siguiente distribución:

- **Presidente del comité de 5S:** se sugiere que sea el Ingeniero de Seguridad e Higiene Industrial de la planta. Estará encargado de presidir el comité de 5S, debe llevar los objetivos y la planificación a corto y mediano plazo. Debe asegurar el cumplimiento de las actividades y sobre todo asegurar la continuidad de las mismas en el tiempo.
- **Facilitadores:** responsables directos de la ejecución de los objetivos planificados respecto a 5S en la planta. Encargados de capacitar a los miembros de cada área, dar seguimiento a las labores de cada integrante y mostrar los avances frente a la presidencia y el comité. Deben ser los mismos integrantes de la alta dirección pues son ellos mismos quienes están a cargo de las principales áreas operativas estudiadas: Jefe de Ingeniería y Mantenimiento, Gerente de Producción, Gerente de Planta.
- **“Comité de 5S” – Mensual:** Los miembros de este comité (presidente y facilitadores) se encargarán de dirigir, inspirar, motivar y desarrollar individuos competentes en los aspectos relacionados a las prácticas de TPM y 5S. Asistirán a las reuniones para dar guía y dirección a la implementación de innovaciones en la planta, y para defender y priorizar los intereses de su propia gerencia/jefatura, ya que cada cambio que se efectúe en las zonas de

producción y de mantenimiento tendrá un impacto positivo o negativo, en otras áreas. Asimismo, deberán encontrar oportunidades para dar reconocimiento a las acciones y comportamientos destacados en las buenas prácticas de manufactura, 5S y TPM.

- **“Comité de 5S” – Quincenal:** Dirigirán a sus equipos en la implementación de las 5S, Buenas prácticas de manufactura y Mantenimiento Productivo Total, son guías en el proceso y fomentan la participación de todos los demás miembros del equipo. Participarán en la definición de los objetivos de las 5s para cada equipo en específico. Debe estar presente en las reuniones de equipo de inicio de turno y liderará las actividades de 5s para alcanzar las metas de sus áreas. “Guían con el ejemplo” al interior de su equipo, con frecuencia debe recalcar los objetivos del grupo y de la empresa y la medida en que las acciones y el comportamiento de cada uno interfiere en los demás. Lo más importante es que deberá desarrollar una cultura del “sí se puede” en el equipo cuya motivación será la de ofrecer la mejor calidad del producto a los clientes.
 - o Ingeniero de Seguridad e Higiene Industrial.
 - o Empleado asignado de cada área (auxiliares de producción y técnicos de mantenimiento).

h) **Mapeo y Asignación de Responsabilidades**

Segmentar las zonas de cada piso y área a la planta. Esto quiere decir que en cada piso (mantenimiento y producción) colocar un plano que contenga el nombre de cada ambiente. Por ejemplo, en el primer piso se debe diferenciar las tres estaciones de ensacado de las tres líneas, la zona de carga de excipientes, el cuarto de mando, el cuarto de control de máquinas, las oficinas y taller de mantenimiento. En este plano de sectorización 5S se debe incluir las puertas, de ingreso y salida y los puntos de segregación de residuos sólidos al interior. Está incluido en cada piso el detalle de las tres líneas y áreas complementarias con sus respectivos responsables, los cuales deben ser los mismos que integran cada equipo (línea). En total se debe realizar 08 planos: uno para cada piso de producción y otro para el taller de mantenimiento. A continuación, un ejemplo de la propuesta de los mismos en la ilustración 33.



Ilustración 33. Plano Propuesto de sectorización 5S en producción
Elaboración Propia

Una vez puesta la segmentación de cada ambiente es importante definir un responsable por cada zona. En este caso al tratarse de 7 pisos, se puede distribuir un piso por persona. Este encargado puede ser el jefe, supervisor o asistente de mantenimiento o producción y se debe comprometer a mantener el área lo más ordenada y limpia posible todos los días.

Es oportuno diferenciar las funciones de los operarios al interior de su ambiente de trabajo (1er, 5to y 7mo piso), y del personal tercero encargado de limpieza. Los primeros son responsables de mantener en condiciones óptimas su área lo que implica segregar desechos sólidos, limpieza externa de la máquina o herramienta involucrada (balanza, mesa de pesaje, cabina de carga, estación de ensacado, transportador). El personal de la empresa contratada para limpieza se limitará a limpiar pisos de los pasadizos, puertas, ventanas, e infraestructuras en general (excepto máquinas).

5.1.4 Objetivos y políticas básicas

El objetivo principal de esta propuesta es aumentar la capacidad de producción actual de la planta mediante el seguimiento y control de tiempos de paradas por averías de máquinas y paradas permitidas en general, y estandarizando las actividades de producción y mantenimiento usando como herramienta principal el

TPM, y la aplicación de un adecuado sistema de control de producción. Agregado a esto, se tiene previsto

- Establecer un sistema para gestionar y registrar la información que se genera en cada turno, y que se pueda realizar el seguimiento a cada una de ellas.
- Determinar indicadores en la operación para una adecuada gestión en producción y mantenimiento: eficiencia de fábrica y eficiencia de máquina.
- Establecer el seguimiento de las mermas fijas y variables que forman parte del proceso.
- Proponer campañas de capacitación para que los colaboradores que pertenecen al área de operaciones de la empresa se involucren en el uso de nuevas metodologías que contribuyan en la mejora continua de la organización y en su aprendizaje personal.

5.1.5 Plan maestro de desarrollo del TPM

Se presenta a continuación el plan detallado con las actividades a realizar para la implantación del TPM. Se especificarán los tiempos que involucren a cada actividad en la tabla 35.

Tabla 35. Plan para la ejecución de la propuesta

Actividades	Desarrollo	Tema asociado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
1 Formación de equipos TPM	5.1	Preparación del TPM						
2 Establecimiento de objetivos	5.1							
3 Capacitación al personal para elevar sus capacidades	5.3.3	Gente y seguridad						
4 Estructura y capacitación en GMAO	5.3.1	Gestión de Mantenimiento asistida por ordenador (GMAO)						
5 Establecimiento de GMAO para mejorar la efectividad del equipo	5.3.1	Gestión de Mantenimiento asistida por ordenador (GMAO)						
6 Capacitación e implementación de trabajos de mantenimiento autónomo	5.3.2	Gestión de costos						
7 Implementación de 5S	5.3.4	Gestión visual y estandarización de procesos						
8 Implementación de control y registro visual	5.3.5	Gestión visual y estandarización de procesos						
9 Implementación de diagramación de procesos	5.3.6	Gestión visual y estandarización de procesos						
10 Estructura Inicial e implementación del árbol de mermas	5.3.7	Gestión de costos						
11 Capacitación e implementación de temas de seguridad	5.3.8	Gente y seguridad						

Elaboración propia

Se tiene planificado ejecutar la capacitación y la implementación en un periodo de 6 meses, en los cuales se debe tener el completo apoyo por parte de todas las autoridades de la organización dado la importancia que significa trabajar a partir de ese momento, de una manera más ordenada y con una proyección de beneficios importante para todos

5.2 Fase II: Introducción

Arranque formal del TPM: Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes proveedores y empresas o entidades relacionadas.

El inicio de una nueva etapa, y de una manera sofisticada de ver la gestión de planta, conlleva a la organización de una gran ceremonia en donde se cuenta con la presencia de clientes, y proveedores. Es importante preparar un video promocional que muestre cada avance realizado, la situación inicial y la propuesta de mejora. El objetivo del lanzamiento oficial de la implementación del mantenimiento productivo total es resaltar la importancia del área de mantenimiento en los objetivos de la empresa en general: una hora sin producción es dinero que la empresa no está dispuesta a perder; y con un plan como el de la presente investigación, que involucre todos los aspectos críticos que actualmente la empresa tiene, se podrá tener resultados en el mediano plazo

Después de este último punto se empezará a desarrollar la parte técnica que involucra el mantenimiento productivo total, es decir la explicación de las implementaciones mencionadas anteriormente. Para ello es necesario fijar las metas a corto plazo para incrementar y tener una adecuada gestión de los índices de productividad. Ver tabla 36.

Tabla 36. Establecimiento de metas

Metas a corto plazo	Tiempo para implementar
1. Capacitar a todos los operarios de producción y técnicos de mantenimiento en los temas mencionados para la campaña educativa.	02 meses
2. Implementación de las 5S: avances semanales, sectorizaciones,	02 meses
3. Primeros trabajos en mantenimiento autónomo (limpieza e inspección).	01 mes
4. Establecimiento de indicadores para medir la eficiencia de máquina, operativa y de fábrica.	01 mes
5. Establecer seguimientos a las mermas fijas y variables	01 mes

Elaboración Propia

5.3 Fase III: Implantación

En esta fase, se desarrollarán el conjunto de actividades que fueron planificadas. Se explicará entonces, cómo se llevará a cabo el cumplimiento de los objetivos trazados de acuerdo a la situación actual y a las necesidades de la empresa. Se usan como referencia las etapas de implantación de un programa TPM (Cuatrecasas, 2000). Es importante hacer mención que el departamento de mantenimiento de la empresa en estudio, no cuenta con indicadores propios que examinen la situación actual del área.

Es por ello que toda la información presentada forma parte de las entrevistas con los colaboradores de producción y mantenimiento; mandos altos e intermedios.

5.3.1 Mejorar la efectividad del equipo

Una planta industrial que realiza el seguimiento de sus indicadores de eficiencia y productividad será competente en cara a un aumento de la demanda o posibles situaciones extraordinarias que acontezcan en el panorama regional. La gestión de indicadores de eficiencias en producción y mantenimiento son clave para la búsqueda constante de la mejora continua. Como dato importante respecto a la organización, cada año tiene 52 semanas dentro de la cual se trabaja entre uno y dos turnos de lunes a viernes y uno el sábado. El área de producción y mantenimiento debe tener por turno el registro de tiempos para cada actividad interna y externa que beneficie o perjudique las operaciones. Se propone el uso de una base de datos maestros y de un sistema para el cálculo de eficiencias de cada turno, día, semana o mes. Como dato adicional, se sabe que el área de producción o mantenimiento no tienen la clasificación ni registro histórico de eventos para cada tipo de parada programada o por avería, la recopilación de la información ha sido un gran aporte de los supervisores y encargados de las áreas operativas. A continuación, se explicarán cada uno de ellos y la generación de reportes con la información adecuada y necesaria para la toma de decisiones.

a) Base de datos para los datos maestros de producción

Actualmente, una de las principales desventajas que tiene la manufactura nacional es la falta de información eficaz y confiable para una adecuada toma de decisiones. Casos como el de la presente investigación revelan la carencia de información respecto a las capacidades instaladas en sus plantas. Por ejemplo, las velocidades nominales de cada máquina, los volúmenes por turno a los cuales se debería llegar y los principales componentes mecánicos y eléctricos de cada máquina que permitan una lectura inicial de cómo se encuentra la planta. La consolidación de datos maestros permite el desarrollo de múltiples aplicaciones y sirven como base para el control estadístico de procesos. Es así entonces que se propone la posibilidad de usar base de datos que contemplen las siguientes características:

- Deberá tener el registro maestro de todos los productos (SKU) que se trabajan en la planta, y para cada una de las tres líneas: esto refiere a que para cada producto se cuente con el registro de las velocidades de producción expresado en Toneladas / hora. Asimismo, que describa la línea y las máquinas utilizadas para la elaboración de cada uno.

- Como ya se mencionó en la descripción de la empresa y del proceso productivo, existen distintas formas para las presentaciones de los productos y en la mayoría de casos es por elección del cliente: Las presentaciones pueden variar de 20, 25, 30, 50 o 1000 Kg por saco, para lo cual se tendrán distintas velocidades (teóricas) según se especifique.
- Maestro de máquinas, equipos y servicios, principales partes y componentes: esto quiere decir que la base de datos tiene que tener la descripción necesaria para cada máquina cuando se requiera reportar tiempos de paradas por averías de máquinas. Este punto es importante para el cálculo de las eficiencias de la planta, punto 5.1.2. Esta información es clave para la gestión de mantenimiento
- Maestro de cambios de formatos: refiere a los tiempos teóricos para cada una de las posibles combinaciones entre los cambios a productos que se elaboren en una línea, o según el caso en dos e involucren alguna modificación o ajustes de máquina. Por ejemplo, cuando se cambia a presentaciones de 25 Kg a 1000 Kg, o viceversa.
- Maestro de tiempo de paradas permitidas: el registro de los tiempos teóricos para limpiezas y mantenimientos programados.
- Requisitos: para obtener toda la data descrita anteriormente se necesita realizar lo siguiente:
 - Estudio de Tiempos para la obtención de velocidades estándar (Toneladas/hora) en las operaciones principales en cada tipo de presentación: 20, 25, 30, 50, 1000 Kg,
 - Estudio de Tiempos para los cambios de formatos
 - Estudio de Tiempos en los mantenimientos y limpiezas programadas.
 - Despliegue de información técnica de las máquinas y sus principales componentes mecánicos y eléctricos.
 - Cualquier modificación mecánica o eléctrica, o actualización del sistema de automatización que afecte al flujo y a los tiempos teóricos deberá ser informada para su actualización en la base de datos.

b) Sistema de gestión de eficiencias de planta:

Las plantas dedicadas a la producción para el consumo masivo utilizan programas que les permitan gestionar y llevar un control exacto de los indicadores de desempeño y rendimiento que tiene la planta, cuyo objetivo final es medir el avance del cumplimiento del programa de producción y la capacidad de planta utilizada en un determinado periodo de tiempo. Sirve, además, como punto de

comparación con otras industrias que utilicen similares. Una de las principales importancias de tomar este modelo, es que permite detectar cuáles son las operaciones o actividades dentro del tiempo de la producción que mayor tiempo demandan. Revisar las causas y definir posibles soluciones serán más accesibles mientras cada momento se encuentre correctamente mapeado.

Esta investigación propone instaurar el método de la escalera de eficiencias, y para ello se procederá a describir las características que debe tener:

- El programa deberá servir para poder ingresar los kilogramos de pre-mezcla programados al inicio y lo finalmente despachado hacia el almacén al final del turno.
- Se deberá ingresar en minutos todas las paradas permitidas y averías mecánicas o eléctricas ocurridas durante el turno especificado
- Visualización del programa de producción, programado y real
- Deberá emitir la eficiencia del turno, del día, el acumulado de la semana (de lunes a domingo) y del mes.

c) ¿Cuáles son los requisitos necesarios a considerar antes de usar este programa?

- En primer lugar, para el inicio de esta actividad es importante tener las velocidades para cada tipo de producto: realizar estudio de tiempos y movimientos.
- Mapear los puntos de en donde se merma producto (antes o después de mezclar).
- Realizar la normalización de cada una de las definiciones de paradas de acuerdo ajustado al proceso de la planta de Pre-mezclas y, sobre todo, capacitar a los encargados respecto a cada uno de los conceptos de las paradas.
- Los supervisores o asistentes encargados de trabajar este programa deberán ser capacitados en el uso del mismo. Para esta etapa es importante que todos los responsables de la producción tengan una hoja de ruta con el detalle de sus actividades a cumplir por turno y pueda reportar incidencias en producción, calidad, mantenimiento y seguridad (en minutos para cada una).
- Características del programa: Deberá ser de acceso compartido, es decir que desde varios puntos de la planta se tengan accesos sin ninguna restricción. Es importante la descentralización de esta información pues permitirá a cada gerencia / jefatura ver la influencia de sus acciones sobre el desempeño de producción. Ejemplo: La demora o cuellos de botella por la falta de abastecimiento de recursos o personal conductos de montacargas por parte del

almacén, el seguimiento al número de fallas del mezclador o la ensacadora en un periodo de tiempo determinado tras la intervención preventiva del área de mantenimiento.

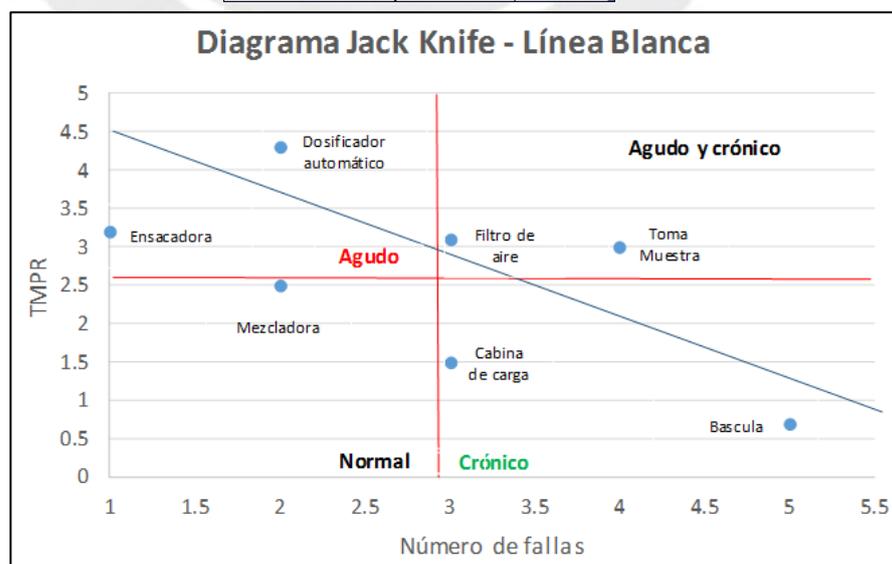
- De acuerdo al punto anterior sobre la descentralización de la información, para prevenir errores en el ingreso de la data los usuarios al programa deberán contar con un usuario y una clave, y en cada registro de producción contar con el nombre del creador y último en editar cada registro.

d) **¿Cuáles serían los principales beneficios a obtenerse con el desarrollo de esta herramienta informática?**

- Información exacta y real mediante reportes diarios, semanales y mensuales respecto al comportamiento de la planta en un periodo determinado. En el caso de mantenimiento es necesario adicionar el gráfico de Pareto y Jack Knife, ideales para medir la criticidad de los equipos (mantenibilidad y confiabilidad). Ver tabla 37
- Control estadístico de procesos, identificación de los equipos con mayor tasa de averías, sus consecuencias directas y el plan de acción para corregir los problemas. Actualmente **no existe registro histórico de las fallas** de las máquinas y equipos de producción.

Tabla 37. Ejemplo de Diagrama de Jack Knife

Máquina	Número de fallas	TMMR (horas)
Mezcladora	2	2.5
Cabina de carga	3	1.5
Ensambladora	1	3.2
Bascula	5	0.7
Dosificador automático	2	4.3
Filtro de aire	3	3.1
Toma Muestra	4	3



Elaboración propia

- El Diagrama de Jack Knife se interpreta en el eje X con el número de fallas en un periodo de tiempo determinado (por ejemplo 01 semana o 01 mes), en el eje Y corresponderá al tiempo medio de reparación. A partir de este esquema planteado, se clasificarán las máquinas en cuadrantes. Las fallas con tiempo medio de reparación largo se consideran 'agudas', mientras que las mayores frecuencias de fallas son 'crónicas'. El cuadrante superior derecho corresponde entonces a una zona de fallas 'agudas y crónicas', a las cuales se debe intervenir.
- En base a la información extraída del sistema será posible obtener los principales requerimientos de repuestos de mantenimiento, ya sean eléctricos o mecánicos. Con esto se puede trabajar un mejor presupuesto de mantenimiento y evitar comprar innecesarias.
- En producción es importante identificar **el tiempo de exceso de las limpiezas** de línea al término de una mezcla. **Este registro aún no está implementado**, pero estandarizar este tiempo es una valiosa oportunidad de mejora pues es tiempo que solo genera costos a la organización.

e) **¿Cómo serán clasificados los tiempos de paradas? Ejemplo descriptivo**

De manera similar a la clasificación de tiempos que intervienen en el OEE, explicados en el primer capítulo de esta investigación, se determinan los tiempos orientados por el tipo de parada que tiene la(s) máquina(s); y con la finalidad de hallar dos indicadores nuevos para la operación en conjunto: producción y mantenimiento.

- **Calendar Hours:** Representa el espacio de tiempo base para llevar a cabo el cálculo de las eficiencias. Por ejemplo, puede tratarse de un turno entero, de un día, de una semana o de un mes. Por lo general se hace la medición semanalmente desde lunes a las 7:30 am el sábado a las 5:30 pm (60 horas a la semana).
- **Capacity Losses:** Representa el tiempo, dentro de las horas calendario en donde la planta está operativa pero no se utiliza y no hay personal pagado trabajando. Entre las razones pueden ser feriados, acuerdos pactados, legislación, política interna, turnos no requeridos por baja demanda, etc.
- **Tiempo Recorrido:** Tiempo en que se demora en llegar el producto mezclado hacia el proceso final (ensacado), pasando por las dosificaciones automáticas y manuales, mezclado y tamizado. Se da al inicio de cada turno, pues se tienen que cargar las materias primas.

- **Paradas permitidas:** Establecido para tiempo de limpieza de la línea por cambio de producto, mantenimiento programado.
- **Ajustes de Fábrica:** Son las horas perdidas por causas externas al proceso como la falta de insumos, huelgas o paros regionales, falla externa del suministro de electricidad o una parada extraordinaria programada.
- **Service Stop:** Las paradas por servicios comprenden los tiempos por servicios industriales, falta de insumos y materiales por paradas del almacén central.
- **Tiempo de exceso:** Incluye los excesos en limpieza de la línea (por ellos es importante estandarizar esta actividad) y exceso de tiempo en mantenimientos programados; es decir que es el exceso de tiempo teórico de las paradas permitidas.
- **Tiempos Perdidos:** Este bloque es quizás el más importante pues comprende los tiempos que en la mayoría de casos está fuera de alcance por la supervisión como las fallas operativas que afectan a las máquinas, rendimiento o velocidad reducida, fallas mecánicas, fallas eléctricas, separaciones por calidad.
- **Standar Hours:** Representa el tiempo estándar en que demora producirse un producto, para el caso de las pre-mezclas es necesario encontrar una velocidad con la cual se relacione los kilos producidos y el tiempo, en donde aparte de las diferencias por composición, también las habrá por el tipo de empaque final que lleve. Por ejemplo, un producto terminado en la línea medicada puede tener distintas maneras de envasarse ya sea por sacos de 10, 15, 25 o 1000 kilogramos; entonces para un batch de 750 kg en una presentación de sacos de 25 kg se sabe que aproximadamente alrededor se demora 40 minutos. Cada línea debe tener una lista de todos los productos que serán elaborados y el tiempo para que toma en cada presentación requerida para ellos se debe realizar un estudio de tiempos con tal de mapear lo ya antes mencionado.

f) **¿Qué indicadores de eficiencia serán los que se generen a partir de esta clasificación de los tiempos de paradas?**

Una vez definidos los conceptos y operaciones bases, es momento de mostrar los indicadores de eficiencia a utilizar. Cabe recalcar que cada línea (blanca, medicada y veterinaria) serán vistos de manera independiente y al término de las horas calendario (semana) se debe hacer un promedio de las tres.

- **Eficiencia de Máquina:** Se obtiene entre las horas estándar y las horas máquina. Se interpreta como la relación entre las horas teóricas y las horas reales que demoró en hacerse una producción programada. El tiempo real comprende las fallas originadas por máquinas exclusivas de las líneas, no se

considera las demoras de almacén o agentes externos, es decir todo tiempo en que las líneas estuvieron disponibles para trabajar. Este indicador es clave para evaluar la efectividad de los trabajos de mantenimiento.

- **Eficiencia de Fábrica:** Se obtiene tras la división de las horas estándar y las horas fábrica. Se interpreta como la relación de las horas teóricas y las horas en que la fábrica estuvo trabajando, es decir jornada laboral completa. No interesa si hubo demoras en el almacén o estuvo programado un mantenimiento.
- **Eficiencia Neta:** Es el indicador resultante de la división entre las horas estándar y el tiempo de carga neta, la cual incluye paradas por desabastecimiento por parte del almacén o excesos en las limpiezas de las líneas.
- **Ejemplo:** El miércoles 10 de octubre del 2017 se trabajó un turno de trabajo de 10 horas, desde las 7:30 am hasta las 05:30 pm, a eso se tiene 01 hora no utilizada por refrigerio (Capacity Losses). Los operarios se encuentran en sus puestos de trabajo sin embargo los usuarios del sistema empiezan a cargar las tareas de producción del día. La primera mezcla se inicia a las 7:55 am. A las 11:00 am se realiza el mantenimiento programado de las roscas transportadoras de producto hasta las 11:45 am, se había previsto que sea hasta las 11:30 pero hubo un exceso de 15 minutos. De 12 a 1 los operarios almuerzan, la producción se detiene por completo. Luego a las 2:15 pm se genera una demora por falta de insumos del almacén central, retardando la producción hasta las 2:35 pm. Todo sigue marchando en hasta las 4:20 pm en que el sistema de compresores empieza a fallar e impide que las máquinas sigan trabajando. Se retoma las operaciones a las 4:40 pm nuevamente. Se cierra el turno a las 5:30 pm habiéndose producido en total 10 toneladas entre todas las líneas; todos los trabajadores se retiran a los vestuarios correspondientes. Tenemos entonces para esta jornada de ejemplo el resultado de las tres eficiencias antes descritas. Con estas tres relaciones se puede dar un seguimiento diario para poder analizar las posibles causas que originan los problemas. El diagnóstico asimismo nos brindará los aspectos que deberán mejorar, quizás las demoras en la producción no se deban necesariamente a las averías de equipos sino a la falta de insumos desde producción o a la mala planificación de tiempos de recorrido y mantenimientos programados. En este caso, para evitar los tiempos por recorrido (hasta que arranque la primera mezcla) se sugiere que los operarios del sistema de producción ingresen media hora antes del inicio de la jornada (7:00 am) para que tengan todo listo a las

7:30 que arrancan las operaciones. Las limpiezas especiales y mantenimientos programados ejecutarlos en momentos que la línea esté parada o fin de semanas bajo previa coordinación. Los defectos serán disminuidos si se sigue una correcta gestión de máquinas. Ver tabla 38.

Tabla 38. Ejemplo aplicativo para el uso de indicadores de eficiencia

Descripción	Detalle	Tiempo
Horas Calendario		600 minutos
Capacidad Losses	Hora de almuerzo	60 minutos
Horas Fábrica		540 minutos
Tiempo recorrido	7:30 – 7:55 am	25 minutos
Paradas Permitidas	11:00 – 11:30 am mantenimiento programado	30 minutos
Tiempo de exceso	11:30 – 11:45 am exceso de mantenimiento programado	15 minutos
Paradas por servicios	2:15 – 2:35 pm falta de insumos almacén	20 minutos
Tiempos perdidos	4:20 – 4:40 pm averías de máquinas	20 minutos
Horas estándar	Diferencia entre horas fábrica y el resto de tiempos en donde la planta estuvo detenida	440 minutos
Horas máquina	Diferencia entre horas fábrica y el resto de tiempos en donde la planta estuvo parada, sin contar los tiempos perdidos por averías	460 minutos
Tiempo de carga neta	Diferencia entre horas fábrica, y paradas permitidas y tiempo de recorrido	495 minutos
Eficiencia de máquina		95.65 %
Eficiencia de fábrica		81.48 %
Eficiencia neta		88.88%

Elaboración propia

Actualmente los indicadores de mantenimiento hacen referencia al número de actividades cumplidas respecto a las programadas. Debido al poco tiempo que tiene la planta operando, no se ha logrado visualizar el desempeño del área de mantenimiento en la empresa y no existe un método adecuado para la medición de los trabajos realizados. Como primer avance se mostró en el punto anterior que la existencia de tiempos perdidos durante la producción correspondiente a la averías y defectos de las máquinas (mecánicas, eléctricas u operativas) son una constante en plantas industriales de esta categoría (alimentos), por ellos es necesario hacer un recuento de todas estas para poder llevar un historial por equipos y por periodos de tiempo determinados. En tanto la gestión de eficiencias descrita en este punto se encuentre correctamente trabajando se obtendrán los reportes oportunos que muestren el desempeño de cada máquina en cualquier periodo de tiempo. Con esta información proporcionada por el sistema se puede

hacer un cruce de información respecto al programa de mantenimiento actual y ver cuáles son las máquinas que requieran mayor atención y si las actividades preventivas que se realizan de verdad influyen en el correcto funcionamiento del mismo. Ver ilustración 34.

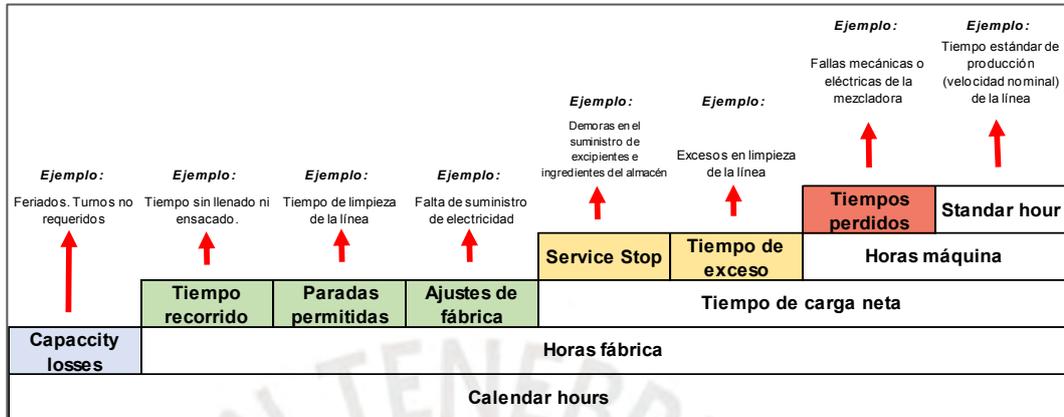


Ilustración 34. Escalera de eficiencias propuesta
Elaboración propia

Se definen así las fórmulas para trabajar los nuevos ratios de eficiencia:

$$\text{Eficiencia de máquina} = \frac{\text{Horas Estándar}}{\text{Horas máquina}}$$

$$\text{Eficiencia de fábrica} = \frac{\text{Horas Estándar}}{\text{Horas fábrica}}$$

$$\text{Eficiencia neta} = \frac{\text{Horas Estándar}}{\text{Tiempo de carga neta}}$$

5.3.2 Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo

Un programa de mantenimiento autónomo, como el que se aplican en plantas de envasado de bebidas en donde la cantidad de motores pueden superar los 200 requiere que el operador se involucre en el mantenimiento, específicamente la lubricación, de cada uno de ellos. Para el contexto investigado, existen otras actividades que pueden ser adicionadas a los operarios de producción. Las máquinas con las que se trabajan son afectadas en todo momento por el polvo generado de la materia prima, lo que produce fugas y desgaste como la corrosión. Es por esto que se realizan inspecciones visuales y auditivas para comprobar que los equipos marchen en buen estado.

5.3.2.1 Alcance

Resulta evidente que el personal de mantenimiento, en reiteradas oportunidades no se da abasto para atender la demanda de trabajo que surge en un día. Ya sea por atender un correctivo, ejecutar una actividad programada o inspeccionar el trabajo de un proveedor, se mantienen ocupados y no se logra cumplir con el programa de mantenimiento; o en el peor de los casos se ejecuta,

pero con bastantes deficiencias. Los operarios de producción superan en número a los técnicos y auxiliares de mantenimiento, además de contar con la ventaja de permanecer la mayor parte del día en su puesto de trabajo. Llegan a adquirir habilidades respecto al reconocimiento de errores, averías, sonidos raros o elevadas temperaturas que en la mayoría de casos son resueltos *in situ* por ellos mismos. Es importante entonces aprovechar estos conocimientos para empezar, mediante un plan estructurado con labores de mantenimiento.

5.3.2.2 Conservación del equipo

Para la conservación del equipo a través del tiempo, se sugiere la ejecución de 04 actividades indispensables. Debido al proceso pulverulento que realiza la empresa, las máquinas tienden a permanecer sucias la mayoría del tiempo por lo que la limpieza de estas es fundamental para que no se obstruyan partes mecánicas y prevenir de este modo que el motor se queme a causa de un sobrecalentamiento. Recordar que un motor que no recibe la adecuada ventilación eleva su temperatura hasta dejar de funcionar. Del mismo modo la lubricación de los tornillos transportadores, cernedores de repaso o fajas transportadoras es fundamental pues el ambiente seco contribuye a que la grasa ubicada entre chumaceras se seque y no permita que el eje siga rodando, aparte de generar fricción y ruidos raros hasta que deja de funcionar.

- **Limpieza:** De acuerdo a lo expuesto se tiene que plantear la limpieza interdiaria de todas las máquinas de la torre de producción. Priorizar los de mayor impacto como la mezcladora, las cabinas de carga del 5to y 7mo piso, las estaciones de ensacado, el robot MWPG de la línea veterinaria y el cernedor centrifugo (tamizadora). La elaboración de un check list en donde cada operario (alrededor de 25 por turno) sea responsable y limpie un equipo en su totalidad. La limpieza consistirá en humedecer un trapo industrial en una mezcla de agua y detergente líquido al 2.5% y empezar a retirar todas las muestras de polvo que estén sobre el equipo (recordar que es externamente). Antes de ello asegurarse de que la máquina esté totalmente bloqueada de energía y dar aviso a los controladores del sistema de control de planta (Wincos). Este check list debe ser auditado diariamente mediante rondas al final de cada turno por el supervisor de producción o mantenimiento. Se elaborarán estadísticas para esta situación. Otro punto importante para limpieza son los filtros de aire, cuya función es extraer el polvo producido por los movimientos de la materia prima durante su recorrido por las tuberías, tienen unas bolsas que atrapan estos componentes pulverulentos (irrecuperables) y los retienen para que no

afecten la composición de otras mezclas. Se encuentran en las cabinas de carga del 7mo y 5to piso, y sobre los silos de macro-componentes pues son en estos lugares en donde mayor desprendimiento de polvo existe. Estas mangas deben ser lavadas quincenalmente para evitar obstrucciones y que el filtro deje de operar.

- **Lubricación:** Una vez que se ejecute correctamente el programa de limpieza, se pasará a realizar la segunda etapa correspondiente a la conservación de equipos mediante el mantenimiento autónomo. La lubricación es fundamental para disminuir los correctivos por sobrecalentamientos de motores, sonidos extraños, paradas sin aviso, etc. De este modo prolongamos el tiempo de vida de nuestros motores (equipos). Existen equipos que no se limitan a tener un motor, sino que poseen un eje opuesto que es sujetado con una chumacera y sirve para generar el movimiento de un plano, que en este caso vendrían hacer las fajas transportadoras. A pesar de que se trata de máquinas con apenas un año de funcionamiento, el ambiente seco y lleno de polvo hace que la grasa se seque y no cumpla su función. Es por ello que se debe lubricar una vez por semana con grasa industrial en los puntos de lubricación ubicados en las chumaceras de cada motor o eje. Mediante una grasera y con el uso de trapo industrial, apenas dos golpes serán necesarios para tener a la máquina a punto. Los equipos a ser lubricados son: Fajas transportadoras, tornillos transportadores y cernedores de repaso.
- **Inspección:** La inspección depende de la habilidad y la experiencia de cada operador, y hace referencia a la detección de posibles fugas internas, sonidos raros, elevadas temperaturas del motor, olores extraños causados por la quema de un motor, entre otros. Esta actividad no puede tener un horario en específico pues se debe realizar en todo momento. Sin embargo, la aplicación de un formato check list con todos estos tipos de inspecciones con frecuencia de dos veces por turno, al momento en que se recibe y al finalizar la labor, contribuye a tener un histórico de la máquina que debe ser levantada por el área de mantenimiento para tener evidencia e información de posibles averías.
- **Ajustes:** Para finalizar, y una vez que se tenga plasmado los 3 primeros puntos, se debe adiestrar a los operarios en ajustes básicos. Actualmente se realizan los ajustes básicos del robot de ensacado de la línea veterinaria pero siempre con la presencia de un técnico de mantenimiento. El objetivo es que el operario comprenda la funcionalidad de su equipo y pueda

identificar los momentos en que necesita ajustes o cambios de configuración básicos. Para ello es necesario seleccionar los equipos en los cuales se va a trabajar y luego dictar capacitaciones en los mismos. Estos son: los interfaces HMI para pesado, dosificado y ensacado y sobre todo el robot MWPG de la línea veterinaria.

5.3.3 Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento

El aprendizaje que reciban los colaboradores no debe ser concebido como un gasto innecesario, pues al brindar herramientas educativas se está fomentando el desarrollo y destreza de los involucrados, teniendo impacto positivo en su desempeño laboral.

- Metodología: Como parte del desarrollo integral de los colaboradores se ha identificado en la tabla 39 los puntos a tratar en la campaña educacional:

Tabla 39. Puntos que serán abordados en la campaña.

Tema a tratar	Explicación
1. Operaciones Internas y de soporte de la empresa	Explicación del modelo de negocio de la empresa, su historia, y cuál es la misión y visión corporativa. Resumen de los resultados financieros y meta anual de ventas.
2. Buenas prácticas de manufactura	Explicación de los estándares y especificaciones mundiales para productos pulverulentos y como es su implicancia en cada uno de los pisos de la torre. Refuerzo del principio de “no contaminación” y “no confusión”.
3. Desarrollo de 5S	Detallar la funcionalidad de cada “S” y la manera de desarrollarlo en las áreas de almacén, producción y mantenimiento.
4. Solución de problemas	Metodología que le permitirá al colaborador analizar los problemas siguiendo el esquema de la espina de pescado, más conocido como “Ishikawa”. Para cualquier problema se revisará las causas que provienen de la mano de obra, materiales, máquinas, método, medición y medio ambiente,
5. Seguridad	Desarrollo de modelo de cultura preventiva, haciendo de la seguridad un valor y un activo permanente para la organización. Capacitación sobre los riesgos en cada etapa del proceso productivo y no productivo. La mejora de las condiciones de trabajo. Explicación de los IPERC para cada trabajador.
6. Higiene como cultura	Desarrollar el compromiso para proteger y dar ejemplo de prevención todo riesgo de contaminación en cada parte del proceso, no solo en los pisos 1, 5 y 7; sobre las mezclas y las máquinas.
7. Mantenimiento Autónomo	Asumir la responsabilidad por el cuidado y mantenimiento básico de las más de 100 máquinas que tiene la planta. El operador ejecuta inspecciones, limpieza, lubricaciones y ajustes básicos con la meta de desarrollar habilidades básicas respecto a la conservación de equipos y aumentar la eficiencia de la operación productiva.
8. Proceso Productivo	Explicar a todos los miembros de la empresa sobre el flujo de materia prima y producto terminado al interior de la planta, en cada uno de los 07 pisos. Organizar eventuales visita a planta con cierta frecuencia para los trabajadores de oficinas. Aprovechar para describir todas las nuevas metodologías que se están adaptando.
9. Tecnología	Brindar capacitaciones a todo el personal sobre la influencia de contar con la tecnología que actualmente tiene la planta y su principal ventaja sobre otras empresas del sector.

Elaboración Propia

Es común notar que la mayoría de trabajadores de la empresa desconoce de las operaciones internas a pesar de que sus puestos de trabajo se encuentran al interior de la planta. La presente investigación se centra en temas de mantenimiento; sin embargo, no se podrá ejecutar al 100% sin la colaboración de todos los miembros de distintos niveles de la organización.

- Participantes: Operarios, asistentes y supervisor de producción; técnicos, auxiliares.
- Instructores: Gerente de planta, gerente de producción, jefe de ingeniería y mantenimiento, ingeniero de seguridad

5.3.4 Implementación de 5S como base del TPM

Las 5S es la práctica de aplicar constantemente las técnicas de limpieza y organización con el objetivo de hacer el trabajo más fácil y mejorar la productividad. La toma de decisiones de basa en la identificación de estandarizar para generar y clarificar el entendimiento de los equipos de cómo se debe realizar el trabajo. Las actividades de 5S deben de ser parte de la ética del trabajo, en lugar de ser una simple actividad adicional. Se presenta entonces el plan para la ejecución correcta de esta filosofía.

El objetivo principal de las 5S es hacer el trabajo más fácil y visible los errores. Esta investigación propone crear a la organización, crear un lugar de trabajo agradable que facilite realizar las actividades laborales. Se aplicarán los principios de las 5S explicados en el capítulo 1.6.1. Otros objetivos son los siguientes:

- Realizar campañas de etiquetado en rojo para eliminar objetos innecesarios, principalmente en el primer, quinto y séptimo piso de producción; y en el taller y almacén de mantenimiento.
- Retirar toda la suciedad iniciar y eliminar las fuentes de suciedad del entorno a fin de facilitar y mejorar la limpieza, así como también, el mantenimiento del área.
- Hacer uso de etiquetas, señales, perfiles de formas, paneles de herramientas, líneas demarcadoras, poka-yoke, etc. Para un mejor control visual de actividades e inventarios.
- Mejorar la ergonomía del lugar de trabajo como resultado de la disposición adecuada de los objetos del área de trabajo. Recordar que los operarios pueden llegar a cargar hasta 01 tonelada de peso como parte del proceso de llenado de silos y pesado de los ingredientes y excipientes.

El alcance y aplicación de este plan abarca todas las áreas de trabajo dispuestas en el punto y cubre todas las zonas productivas, pasillos, pisos, techos, paredes, taller y almacén de mantenimiento.

Se propone que las 5S sea parte esencial de la gestión visual que la planta necesita. Uno de los principales desafíos para empezar con esta implementación es que existen diversas situaciones en las cuales los trabajadores no toman en cuenta como oportunidades de mejora en su ambiente de trabajo, ya sea en oficina o áreas de producción. Desde una señalización, un delimitado, un aviso, o la identificación de herramientas, poco a poco se puede ir aportando en la mejora del ambiente y de las condiciones de trabajo.

Para notar el cambio de una determinada área es importante una evidencia gráfica de la situación inicial. Por ejemplo, en el quinto piso de la torre de producción se encuentran las cabinas de carga en donde podemos encontrar distintos instrumentos que el auxiliar utiliza para fragmentar los distintos pesos que la receta necesita. Para ello requiere de una mesa en la cual se encuentra la balanza, bolsas, etiquetas, impresora, cucharón, etc.; para un auxiliar nuevo que ingrese a este ambiente puede demorar minutos y perjudicar los tiempos de producción en la búsqueda de sus instrumentos de trabajo. Al final del día esto se traduce en sobrecostos para la empresa y una pérdida en la eficiencia de planta. La solución para evitar este tipo de situación es básicamente identificar, rotular, señalizar y delimitar el espacio que cada herramienta o instrumento tiene, de este modo se evita el colocarlos en otro sitio o su intercambio con otra área. Este trabajo, realizado por cada uno de los tres equipos de trabajo, debe consistir en la identificación y mejora de situaciones como la descrita anteriormente. Se deberá presentar semanalmente hacia la gerencia de planta un avance de 5S de sus ambientes correspondientes. El equipo que tenga mejores ideas puede contribuir en la implementación de la misma en otra línea; pues línea blanca, medicada y veterinaria tienen similares distribuciones en cada piso. Ver tabla 40.

Tabla 40. Formato propuesto para el reporte de mejoras en 5S

Número de semana	Antes	Después
Línea Blanca	- Registro fotográfico de la situación inicial.	- Registro fotográfico de la situación mejorada.
Línea Medicada	- Descripción de la situación inicial.	- Descripción de la situación mejorada.
Línea Veterinaria	- Responsable y colaboradores de la mejora.	- Responsable y colaboradores de la mejora.

Elaboración propia

Asimismo, otro aspecto a implementar en la gestión de 5S es la inclusión de zonas de etiquetado en rojo, pero ¿qué significa esto? El etiquetado hace mención a zona en donde se acumulen objetos entre herramientas y materiales fuera de uso que se han encontrado como parte de las mejoras de 5S.

5.3.5 Control y registro visual

Una deficiencia encontrada, fue que los operadores en la mayoría de los casos desconocen del proceso productivo global al interior de la planta y se limitan a cumplir las funciones asignadas, de igual manera sucede con los técnicos y auxiliares de mantenimiento. El desconocimiento puede tener terribles consecuencias tanto en temas de seguridad como en aseguramiento de la calidad del producto.

a) Para empezar a remediar esta problemática, y aparte de las capacitaciones ya mencionadas, se plantea la elaboración de cartillas en formatos A3 ubicadas en las paredes de los puestos de trabajo que describa la operación ejecutada por el operario. Este documento se conoce como POE (procedimiento operacional estandarizado). Por ejemplo, en el caso de las cabinas de carga del 5to piso, muchos de los operarios desconocen aún el procedimiento correcto para el uso de la pantalla táctil, la balanza y la manera adecuada de cargar un saco de materia prima o producto terminado. Estos documentos deben describir cada segundo de la operación, actores involucrados, materiales y equipos de protección personal a usar, posibles riesgos asociados a la operación; cada uno con su respectiva imagen para que cualquier persona pueda tener clara la actividad.

Para mantenimiento tampoco se tienen estándares de trabajo para la lubricación de motores, montaje y desmontaje de máquinas, trabajos en altura, trabajos en caliente, soldaduras, uso de taladro o amoladora. Cada máquina instalada tiene distintos procedimientos, por cada uno de ellos se debe generar un único Ejecutar esta acción para cabinas de carga móvil (7mo piso), cabinas de carga (5to piso) y ensacado (1er piso). Del mismo modo en que se mapea las operaciones de producción, las actividades de mantenimiento también deben ser identificadas. Por ejemplo: en todos los pisos de la torre quincenalmente se efectúa el cambio de filtros de polvo para evitar la obstrucción la acumulación y formación de material orgánico inservible; para un técnico o auxiliar nuevo resultará complicada la ejecución de esta actividad sin una indicación. Más allá de la experiencia ganada y los conocimientos adquiridos por la repetición de tareas, en reiteradas oportunidades se omite puntos dentro de las reparaciones de equipos que pueden terminar en negligencias y posteriores accidentes. Implementar registros que comprueben el uso de todos los Equipos de Protección Personal (EPP), materiales consumibles entregados día a día como las bolsas, paletas, montacargas, accesorios de limpieza, herramientas.

b) Aparte de lo anteriormente expuesto para la organización visual y distribución de zonas, cada equipo (línea) deberá tener un panel en donde se distinga el

- Las fechas de programadas de cada capacitación para personal operativo y no operativo.

Toda esa información que forma parte de la publicidad interna se debe colocar en paneles dentro de las áreas de mayor tránsito; primer, quinto y séptimo piso.

Tabla 41. Programación de actividades de Mantenimiento autónomo

Programa de frecuencia de actividades			Responsables	Limpieza externa de máquina	Inspección visual	Inspección auditiva	Lubricación	Ajustes
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	LÍNEA BLANCA	CABINA DE CARGA	Equipo 1	Diario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual
		MEZCLADORA	Equipo 1	Interdiario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual
		TAMIZADORA	Equipo 1	Interdiario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual
		ENSACADORA	Equipo 1	Diario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual
	LÍNEA MEDICADA	CABINA DE CARGA	Equipo 2	Diario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual
		MEZCLADORA	Equipo 2	Interdiario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual
		TAMIZADORA	Equipo 2	Interdiario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual
		ENSACADORA	Equipo 2	Diario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual
	LÍNEA VETERINARIA	CABINA DE CARGA	Equipo 3	Diario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual
		MEZCLADORA	Equipo 3	Interdiario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual
		TAMIZADORA	Equipo 3	Interdiario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual
		ENSACADORA	Equipo 3	Diario	Semanal	Semanal	Mensual	Mensual

Elaboración propia

La tabla 41 y 42 muestran la programación de actividades con la frecuencia de cada una tanto para Mantenimiento autónomo y 5S.

Tabla 42. Programación de actividades de 5S

Programa de frecuencia de actividades			Responsables	Orden	Limpieza	Renovación de Señalización
5S	LÍNEA BLANCA	1er piso	Equipo 1	Diario	Diario	Mensual
		2do piso	Equipo 1	Semanal	Interdiario	Bimestral
		3er piso	Equipo 1	Semanal	Interdiario	Bimestral
		4to piso	Equipo 1	Semanal	Interdiario	Bimestral
		5to piso	Equipo 1	Diario	Diario	Mensual
		6to piso	Equipo 1	Semanal	Interdiario	Bimestral
		7mo piso	Equipo 1	Diario	Diario	Mensual
	LÍNEA MEDICADA	1er piso	Equipo 2	Diario	Diario	Mensual
		2do piso	Equipo 2	Semanal	Interdiario	Bimestral
		3er piso	Equipo 2	Semanal	Interdiario	Bimestral
		4to piso	Equipo 2	Semanal	Interdiario	Bimestral
		5to piso	Equipo 2	Diario	Diario	Mensual
		6to piso	Equipo 2	Semanal	Interdiario	Bimestral
		7mo piso	Equipo 2	Diario	Diario	Mensual
	LÍNEA VETERINARIA	1er piso	Equipo 3	Diario	Diario	Mensual
		2do piso	Equipo 3	Semanal	Interdiario	Bimestral
		3er piso	Equipo 3	Semanal	Interdiario	Bimestral
		4to piso	Equipo 3	Semanal	Interdiario	Bimestral
		5to piso	Equipo 3	Diario	Diario	Mensual
		6to piso	Equipo 3	Semanal	Interdiario	Bimestral
		7mo piso	Equipo 3	Diario	Diario	Mensual

Elaboración propia

El plan principal es que cada equipo responsable ejecute las actividades asignadas y luego sean registradas en un check list o lista de verificación.

5.3.6 Diagramación de los procesos

Tanto producción como mantenimiento deben tener diagramados cada una de las operaciones con la finalidad que sea comprendido por los responsables de las actividades, quienes a su vez ayudarán en la elaboración de estos. Por ejemplo, en los pisos 1, 5 y 7 en donde hay personal trabajando es importante la presencia de estos diagramas, que incluyen ejemplos fotográficos, para evitar confusiones o retrasos respecto al uso de alguna herramienta o la secuencia de actividades. Es importante también para los trabajadores nuevos que ingresan a la empresa y lo utilicen como guía respecto a las actividades que realizarán. En el caso de mantenimiento también se debe tener esta diagramación para sus principales actividades dentro de la planta como son los ajustes. A continuación, se presenta la tabla 43 con los procesos internos identificados y que son necesarios a estandarizar pues tiene impacto directo en las operaciones.

Tabla 43. Lista de procesos a estandarizar

Área	Procedimientos a estandarizar	Detalle
Producción	Procedimientos de operación estándar para el arranque de máquina y equipos	Se refiere a las operaciones que comprende el inicio de cada turno.
	Procedimientos de operación estándar para la operación normal de máquinas y equipos	Se refiere a las operaciones regulares durante el turno.
	Procedimientos de operación estándar para el fin de producción	Hace referencia a las actividades que se efectúan durante los últimos minutos del turno, limpieza final de equipos principalmente.
	Procedimientos de operación estándar para las actividades de limpieza entre productos	Se refiere a las operaciones de limpieza cuando se cambia de producto en una misma línea, o en un mismo silo.
	Procedimientos de operación estándar para la ejecución de cambios de formato (producto)	Refiere a la preparación de los sistemas de automatización en el cambio de un producto por ejemplo una presentación de 30 Kg a 15 Kg.
Mantenimiento	Procedimientos de operación estándar para ajustes de máquinas y equipos	Refiere a los ajustes básicos de rutina que se deben efectuar con una frecuencia determinada.
	Procedimientos de operación estándar para la limpieza de máquinas y equipos	Refiere a la limpieza básica de rutina que se deben efectuar con una frecuencia determinada.
	Procedimientos de operación estándar para lubricación de máquinas y equipos	Refiere a la lubricación básica de rutina que se debe efectuar con una frecuencia determinada.
	Señalización de las partes de la máquina.	Hace referencia a documentos que indiquen los principales componentes mecánicos y eléctricos de cada máquina.

Elaboración propia

Cabe resaltar que para cada estos procedimientos son para cada una de las 3 líneas, no es adecuado utilizar entre ellas pues cada una tiene productos terminados exclusivos. Para producción, se detalle tanto máquina como por ejemplo las cabinas de carga, las ensacadoras y como equipo por ejemplo a las pantallas táctiles. En ambos casos se tiene que poner en marcha, operar regularmente y finalizar la producción.

Para mantenimiento la situación actual de la empresa nos dice que se cuenta con un procedimiento general sobre la metodología a seguir para realizar un mantenimiento correctivo o preventivo en la planta, pero no detalla las actividades que se debe seguir para cada equipo. A continuación, se mostrará en la ilustración 36, cómo debe ser elaborado un procedimiento de operación estándar.

Logo de la empresa PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTÁNDAR POE-L2-M 15-V01		
LIMPIEZA E INSPECCIÓN DE BÁSCULAS DE ENSACADO		
Departamento:	Mantenimiento	Fecha: 1-Ago-17
Frecuencia:	01 vez / semana	Versión: 01
Máquina:	Báscula (balanza) automática de ensacado de premezclas en línea medicada.	
Actividades:	Descripción:	Imagen:
	- De acuerdo a la programación de actividades se debe inspeccionar cada una de las básculas correspondientes al proceso de ensacado	
	- Desconectar la balanza de todo suministro eléctrico. - Proceder a limpiar externamente con un trapo industrial toda la superficie: plato, display, soporte, cables. Retirar toda acumulación de premezcla que pueda interferir en una adecuada medición del peso.	
	- Desarmar el display y limpiar la tarjeta del equipo. Volver a armarlo. - Desarmar el plato o puntos de carga y con un trapo industrial limpiar la acumulación de polvo generada por su trabajo diario.	
	- Utilizar patrones de peso de 10, 15 y 20 Kg. en los puntos de carga de la báscula para calibrar el equipo. En caso no se logre el peso ideal se procederá a ajustar hasta lograr el indicado por el patrón. - Finalmente 'tarar' el peso de acuerdo a la calibración.	
	- Completar el formato de inspección de máquina y equipos emitido por el programa de mantenimiento	
Uso obligatorio de equipos de protección personal:		
 Lentes de seguridad	 Casco de seguridad	 Zapatos de seguridad
 Guantes de seguridad	 Uso de ropa de trabajo	 Riesgo eléctrico

Ilustración 36. Ejemplo propuesto de Procedimiento Estandarizado
Elaboración propia

Considerar la codificación de esta POE como 'L02-M15-V01' lo que significa que corresponde a la línea 02 (medicada), la máquina 15 (báscula de ensacado) y es su primera versión.

5.3.7 Propuesta de diseño del árbol de mermas

Todo proceso puede ser mejorado en cualquier momento, y la clave para la obtención de resultados eficientes es saber cuáles son exactamente los puntos que mayores costos están generando en la operación y a partir de esto medirlos, mejorarlos y controlarlos.

a) Identificación de puntos y operaciones generadores de merma

Dentro de las relaciones con otras filosofías que el Mantenimiento Productivo Total tiene, el 'Just in Time' es una de las más importantes pues en ambas se busca tener la menor cantidad de desperdicios posibles, ya sea en horas o en kg de producción. La relación es directa: a más tiempo la planta se encuentre funcionando, mayor producto terminado habrá. Pero como en toda operación productiva la merma es una constante que impacta directamente en los costos de cualquier empresa. La presente investigación analiza una planta de productos pulverulentos en una torre de producción de 7 pisos distribuida en 3 líneas de producción y una línea común de abastecimiento de materia prima. Los distintos componentes que tiene la pre-mezcla final se almacenan y transportan en su trayectoria por distintas máquinas en donde es visible la merma de producto. Si bien los kilogramos son ingresados en el sistema por medio de la lectura de los códigos de barras de los sacos una vez que son pesados se ha identificado que no se tiene las proporciones o rangos aproximados de cada una de estas mermas para cada uno de los puntos.

La merma debe ser clasificada de modo tal que sea comprensible por todos los integrantes de la operación. Para esto es ideal estructurarlo bajo el esquema de un árbol que se divida en cantidades **Fijas** y **Variables**. Las mermas fijas son determinadas por factores que dependen del número de turnos, cambios de productos, limpiezas, arranques y fin de producción, y condiciones en las que se encuentre la máquina. Por otro lado, las mermas variables se componen por las pérdidas de materia prima o producto terminado en determinados eventos durante su almacenamiento, transporte o transformación. En el siguiente punto se hará la propuesta del árbol de merma ideal para esta operación y la identificación de los puntos del proceso tanto para materia prima como producto terminado.

Se empezará en explicar el árbol de mermas para las materias primas y la manera en que deben ser medidos cada uno de los tipos de mermas identificados. La tabla 44 detalla la clasificación de mermas fijas y la propuesta de medición.

Tabla 44. Propuesta de árbol de merma (FIJA) para materias primas

Tipo	Subtipo	Detalle	Ubicación	Método de medición
Muestras	Control de Calidad	Kg de cada lote de materia prima que es llevado al control de calidad para su análisis.	Estas muestras pueden ser tomadas en el momento de la dosificación hacia los silos (cabinas de carga).	Llevar el registro de kilogramos llevados a muestras para cada lote producido.
Cabeza y cola	Cabeza	Kg de materia prima que se queda en las tuberías desde la dosificación hacia la mezcladora y que luego es descartado por que no se necesita el producto.	En los tubos dosificadores de sistema de micro-dosificación y de los silos de 5 toneladas del 6to piso.	Pesar la cantidad al inicio (cabeza) del primer ensacado del turno. Es decir al iniciar la máquina al inicio de turno.
	Cola	Kg de materia prima que se queda en los tubos de ingreso a los silos de excipientes y luego es descartado durante alguna limpieza.	El carbonato de calcio y cascarilla de arroz son impulsados neumáticamente hacia sus respectivos silos. En esta operación que da producto en las tuberías de entrada de estos silos.	Al momento de fin de turno, pesar todo lo que cae y que ya no forma parte de ningún lote.

Elaboración propia

La tabla 45 detalla la clasificación de mermas variables y la propuesta de medición.

Tabla 45. Propuesta de árbol de merma (VARIABLE) para materias primas

Tipo	Subtipo	Detalle	Ubicación	Método de medición
Roturas	Dosificación	Se refiere a la cantidad de bolsas rotas durante un lote de materia prima.	En todas las cabinas de carga (fijas y móviles). Ej.: En el primer piso para excipientes, en el 5to para pesos fragmentados, en el 7mo para cargar los distintos silos.	Registrar en un formato la cantidad de bolsas rotas de un insumo. Hallar el peso perdido por diferencia entre la cantidad inicial y el peso luego de la rotura.
Merma Operativa	Fugas	Kg de materia prima que se pierde por fugas durante su transporte o almacenamiento	Las fugas se pueden dar en las tuberías de transporte y en los silos de almacenamiento.	Establecer un factor de 0.5 de la cantidad de kilogramos retenidos en los filtros de polvo. Considerando un 50% de efectividad de los filtros de aire.
	Por acción de los filtros	Kg de materia prima que se pierden por la retención de los filtros de aire.	Esta merma es ubicable en cada uno de los filtros de aire dentro del proceso: Cabinas de carga, Silos de Excipientes.	Pesar semanalmente la cantidad de kilogramos retenidos en los filtros de polvo. Distribuir este peso en partes proporcionales a los kilos de los lotes producidos en la semana.
	Residuos en las paredes de los silos	Kg de materia prima que se queda impregna por antigüedad o características del producto en las paredes del silo.	Silos de excipientes, silos de 5 toneladas y en los silos del sistema de micro-dosificación.	Pesar semanalmente la cantidad de insumos pegados a las paredes y distribuirlo proporcionalmente a los kilos de los lotes producidos en la semana.

Elaboración propia

De igual modo se hará la propuesta la merma del producto terminado, es decir a toda la operación desde que el producto sale de la mezcladora. Ver tabla 46.

Tabla 46. Propuesta de árbol de mermas para producto terminado

Clasificación	Tipo	Subtipo	Detalle	Ubicación	Método de medición
Fija	Muestras	Control de Calidad	Kg de cada lote de producción que es llevado al control de calidad para su análisis.	Tomador de muestras (2do piso de cada línea) o muestras preparadas manualmente en la estación de ensacado.	Llevar el registro de kilogramos llevados a muestras para cada lote.
	Cabeza y cola	Cabeza	Kg de cada lote que se pierde cuando se inicia cierto lote de producción. Se separa pues puede tener restos del lote anterior o del producto utilizado para la limpieza entre productos.	Se obtiene en la estación de ensacado.	Esta cantidad debe ser pesada en su totalidad y registrada.
		Cola	Kg de cada lote que se pierde cuando se termina un lote de producción. Se separa pues ya se completó los kilogramos necesarios para su despacho final.	Se obtiene en la estación de ensacado.	Al momento de cambiar de premezcla, pesar todo lo que cae y que ya no forma parte de ningún lote.
Variable	Merma Operativa	Ensacado	Cantidad de producto terminado que se pierde por roturas en la bolsa.	Estación de ensacado o en el transporte hacia el despacho final.	Registrar en un formato la cantidad de bolsas rotas de un producto. Hallar el peso perdido por diferencia entre la cantidad inicial y el peso luego de la rotura.
		Sobrepeso	Cantidad de miligramos de exceso al peso de referencia. Por ejemplo, el saco debe pesar 25 Kg, pero al final se obtiene 25.100 Kg.	Estación de ensacado	Utilizar el sistema para verificar el peso promedio de un lote. Si es mayor al peso target entonces multiplicar esta diferencia por el número de bolsas producidas.
		Fugas	Kilogramos de producto que se pierde por fugas de máquinas o del transporte.	En la maquina mezcladora, tamizadora, ensacadora, en la tolva pulmón del segundo piso o en las tuberías por donde es transportado este producto (tramo mezcladora-ensacadora).	Establecer un factor de 0.5 de la cantidad de kilogramos retenidos en los filtros de polvo. Considerando un 50% de efectividad de los filtros de aire.

Elaboración propia

Este seguimiento permite trabajar de forma cuantitativa en alternativas de solución para cada una de los tipos de merma existentes en el proceso.

b) Propuesta de método de medición

El registro de las mermas tiene que ser tanto en físico como en una hoja de cálculo de la cual se pueda elaborar un reporte mostrando el porcentaje que cada tipo y subtipo de merma tiene al final del lote, turno, día, semana o mes. La propuesta consiste en diseñar esta herramienta que permita centrar la atención en puntos que de seguro durante la operación normal no son percibidos. A partir de esto se podrá para corregir las fugas o deterioros de máquinas que producen esta situación, cambiar o lavar los filtros de aire con mayor frecuencia y mejorar el método para evitar roturas de bolsas con producto terminado. Se sabe que se tiene una merma tangible de 70Kg al día de producto terminado total, sin identificar la clasificación por pesos del origen, la línea con mayor merma, la máquina con más merma por producto procesado, etc.

5.3.9 Reforzamiento en temas de seguridad

Como parte de la gestión en seguridad propuesta, se considera importante que se tomen medidas importantes para la prevención de accidentes. Esto forma parte de la gestión visual que propone la presente investigación. Se propone que se tenga mapeado de manera jerárquica todos los ambientes de la planta. La finalidad de esta idea es que sirva como una base de datos para poder estandarizar cada ambiente y que cuando se implemente reportes de actos y conductas sub-estándar no exista ambigüedad respecto a los espacios señalados. Ver tabla 47.

Tabla 47. Zonificación de las áreas de la planta

Primer nivel	Segundo Nivel	Tercer Nivel	Cuarto Nivel	Quinto Nivel
Producción	Torre de producción	Cada piso de la torre	Pasadizos	Detallar zonas o espacios para especificar condiciones o actos inseguros
			Esclusa	
			Área de producción	
			Oficinas de producción	
	Almacén	Nave	Zona de recepción y despacho	
			Oficinas de almacén	
Laboratorio				
Oficinas	Primer piso			
	Segundo piso			
Áreas comunes				

Elaboración propia

a) **Implementación de reportes de actos y condiciones sub-estándar**

La prevención de accidentes es una actividad en la cual no solo deben participar los miembros del comité de seguridad de la empresa, sino todos los trabajadores de la misma. Los accidentes de trabajo pueden situarse en cualquier momento, ya sea al interior de la planta o en ambientes exteriores. A pesar de que se realizan charlas y capacitaciones, las lecciones aprendidas no siempre son captadas de inmediato por los participantes. Es por ello que se propone, como parte de la gestión de seguridad, la elaboración de reportes de actos y condiciones sub-estándar por parte de los operadores de planta. Es decir que, por medio de un registro físico, y luego digital, cada trabajador reporte al menos un acto y una condición insegura.

¿Cuál es el objetivo de esta propuesta? Que cada colaborador de la compañía tome conciencia que la prevención de accidentes es la actividad más importante dentro de su jornada laboral.

¿Qué sucede con los actos inseguros reportados? Los comportamientos sub-estándar, van desde el uso incorrecto de un equipo de protección personal o la ausencia del mismo, realizar actividades en las cuales no ha sido capacitado, o intentar maniobras que no corresponden a lo especificado dentro de sus funciones y que ponen en riesgo su salud. Inmediatamente, estas personas reportadas deberán ser citadas por su jefe directo para dialogar respecto al acontecimiento reportado y brindar la retroalimentación correspondiente. Por otro lado, la persona que reporta debe conversar con el reportado respecto a lo que lo impulsó a realizar la actividad insegura.

¿Qué sucede con las condiciones inseguras reportadas?

Una vez que se entrega el reporte, la condición debe ser evaluada por la gerencia del área en cuestión. La solución deberá ser de inmediata, ya sea con la elaboración de un procedimiento estandarizado para las operaciones involucradas, o la eliminación o sustitución de la condición.

¿Cómo será la dinámica de los reportes?

En cada área, planta y oficina, serán entregadas hojas desglosables en las cuales el colaborador podrá indicar lo que está sucediendo. La meta será que cada colaborador, sin importar su ambiente de trabajo, reporte al menos un acto y condición insegura al mes. Ver ilustración 37.

Logo	Reporte de actos y condiciones sub-estándar		
Nombre del trabajador que reporta: _____			
Área: _____			
Fecha: _____			
<i>Escribir una "x" en caso de disconformidad</i>			
Acto inseguro o sub-estándar	El trabajador no hacia uso del siguiente EPP	Casco de seguridad	
		Lentes de seguridad	
		Mascarilla	
		Guantes	
		Zapatos de seguridad	
	El trabajador hacia trabajos de altura sin	Uso de arnés de seguridad	
		Uso de escalera/andamio adecuado	
El trabajador estaba corriendo			
El trabajador hacia esfuerzo de sobre-carga sin el...	Uso de Epp		
	Uso de faja		
Indicación hacia el trabajador en falta:		
Respuesta obtenida y compromiso a futuro:		
Condición insegura o sub-estándar	Área:	
	Descripción:	
	Requerimiento:	
Observación:		

Ilustración 37. Propuesta para el reporte de actos / condiciones inseguras
Elaboración propia

5.4 Fase IV: Consolidación

Con el conjunto de propuestas realizadas en el punto 5.3, en esta última etapa se tiene que dar mantener y perfeccionar cada etapa anterior. Nuevamente se hace mención a la importancia de los avisos tanto electrónicos como en el segmento de comunicaciones de los paneles de trabajo, pues la medición del progreso permitirá que cada trabajador evalúe su desempeño en todo momento (resultados de cada uno de los tres equipos). En base a los primeros resultados, cada grupo deberá emplear modelos de mejora continua para reactivar sus puntos débiles, por ejemplo, en la ejecución de las 5S semanales.

CAPITULO 6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

En esta sección se desarrollará la evaluación económica para los 4 puntos que forman parte de la propuesta total que tiene como finalidad mejorar la gestión de mantenimiento, trabajando en conjunto con el área de producción para poder lograr los resultados esperados.

6.1 Detalle de costos relevantes de la propuesta

Los costos relevantes para la implementación de las propuestas de mejora en materias de gestión de indicadores de eficiencias, control y seguimiento de mermas, temas de seguridad, capacitaciones, 5S, gestión visual, entre otros. A continuación, se describirá en un cuadro para cada punto de la propuesta de mejora en general.

Tabla 48. Costos asociados a la gestión de mantenimiento asistido por computador

Descripción	Tiempo Inversión Inicial (horas)	Cantidad (horas / mes)	Precio unitario (S/.)	Inversión inicial (S/.)	Costo mensual (S/.)
Tiempo invertido de Jefe de Ingeniería y Mantenimiento	30	15	20.83	624.90	312.45
Tiempo invertido del Gerente de Planta	30	15	33.33	999.90	499.95
Tiempo invertido del Gerente de producción	30	15	33.33	999.90	499.95
Tiempo invertido del supervisor de mantenimiento	25	10	12.50	312.50	125.00
Tiempo invertido del supervisor de producción	25	10	12.50	312.50	125.00
Tiempo invertido por los auxiliares de producción y mantenimiento (30)	20 x 30	10 x 8	4.17	2500.00	333.60
Costo por la adquisición de programa informático para la gestión eficiencias en planta			10,000	10,000.00	
Total				15,749.70	1895.95

Elaboración propia

En la tabla 48 se ha tomado en cuenta el número de horas invertidas por parte de los gerentes, jefes, supervisores y auxiliares de producción y mantenimiento. Con el costo por hora por la cantidad de horas necesarias para la planificación, evaluación, implementación, capacitaciones y soporte mes a mes que la implementación de esta forma de trabajar involucra.

Se toma el dato de 240 horas mensuales de trabajo para hallar el precio unitario. Respecto a los auxiliares de producción y mantenimiento, en un principio los 30 trabajadores (producción y mantenimiento) son capacitados en el uso de este programa por un total de 20 horas durante el tiempo de la inversión inicial, luego solo

quedan seleccionados 8 (2 en cada línea incluyendo abastecimiento) que dedicarán 10 horas de su tiempo mensual a gestionar la información que requerirá ingresar el sistema. El tiempo de inversión inicial corresponde a los 4 meses en los que se tiene estipulado capacitar y establecer el GMAO en la planta, luego los costos mensuales son después de los 6 meses que se tiene previsto durará toda la parte inicial del proyecto. El tiempo invertido del gerente de planta, gerente de producción y jefe de mantenimiento corresponde también a las actividades de formación de equipos y establecimiento de objetivos de toda la propuesta en general.

Tabla 49. Costos asociados a la gestión de costos (mermas, mantenimiento autónomo)

Descripción	Tiempo inversión inicial (horas)	Cantidad (horas / mes)	Precio unitario (S/.)	Inversión inicial (S/.)	Costo mensual (S/.)
Tiempo de asistente de producción en seguimiento y control de mermas	20	15	10.41	208.20	156.15
Tiempo de supervisor de producción en desarrollo de mantenimiento autónomo	20	15	12.50	250.00	187.50
Tiempo de capacitación de auxiliares en seguimiento de mermas	15 x 6	7.5 x 6	4.16	375.00	187.50
Tiempo de capacitación de auxiliares en ejecución de mantenimiento autónomo	15 x 6	7.5 x 6	4.16	375.00	187.50
Total				S/. 1208.20	S/. 718.65

Elaboración propia

En la tabla 49, para los costos asociados al monitoreo de las mermas de materia prima y de producto terminado, y de mantenimiento autónomo es necesaria la presencia del asistente de producción, el supervisor de mantenimiento, y los auxiliares de producción respectivamente (6 para mermas y 6 para mantenimiento autónomo).

- De igual modo que tabla de costos anterior se tiene una inversión inicial que consiste en las capacitaciones de 2 meses asignados del programa dirigidas a los auxiliares encargados de extraer esta información para que sea transmitida hacia los responsables y se generen los reportes correspondientes.
- Luego de la puesta en marcha los costos mensuales son por el tiempo utilizado de los trabajadores luego de terminado los 6 meses de duración de la implementación de las propuestas. En donde igual seguirán siendo capacitados para retroalimentar lo que se esté ejecutando.

Tabla 50. Costos asociados a la gestión visual y estandarización de procesos

Descripción	Cantidad inversión inicial	Cantidad mensual	Precio unitario (S/.)	Inversión inicial (S/.)	Costo mensual (S/.)
Compra de pizarras para el seguimiento de los indicadores de eficiencia, mermas y otros.	5		100	500	
Compra de paquetes de micas A3 para colocar indicadores	2		100	200	
Compra de paquetes de papeles bond A3	2	1	25	50	50
Compra de plumones indelebles para pintar las cartillas (caja)	3		25	75	
Compra de tinta para imprimir cartillas para el control de indicadores de los equipos	3	1	40	120	40
Realización de un video promocional	1		5,000	5000	
Envíos de correos semanales / Colocación de anuncios y comunicados al presente proyecto	30		30	900.00	
Tiempo de capacitación por parte del gerente de planta	10 (horas)	5	33.33	333.33	165.00
Elaboración de diagramas de flujo y narrativas del proceso por parte del asistente de producción y el supervisor de mantenimiento	40		22.91	916.40	
Total				S/.8094.73	S/.255.00

Elaboración propia

De igual manera en la tabla 50 la inversión inicial corresponde a los 02 meses en los cuales se tiene previsto ejecutar la implementación de la gestión y control visual al interior de la planta. Luego los costos mensuales corresponden al desarrollo luego de la primera etapa que dura 06 meses.

Tabla 51. Costos asociados a la gestión de gente y seguridad

Descripción	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Inversión inicial (S/.)
Capacitación de personal en temas de TPM (introducción a la presente propuesta)	15 x 30	4.16	1872.00
Tiempo de gerente de planta/ gerente de producción y jefe de mantenimiento	20	33.33	666.60
Capacitación de personal en aspectos de seguridad	15 x 30	4.16	1872.00
Tiempo invertido por el ingeniero de seguridad de la planta	30	25	750
Elaboración e impresión de reportes de actos y condiciones sub-estándar	50	8	400
Total			S/.5560.00

Elaboración propia

En este punto se trabajan todo el conjunto de capacitaciones para incrementar el potencial de los trabajadores y se refuerza el tema de seguridad con el establecimiento de reportes para actos y condiciones sub-estándar. Todo esto corresponde a la inversión inicial. Ver tabla 51.

6.2 Detalle de los beneficios de la propuesta

En este punto se detallará los beneficios de cada uno de los puntos que involucran la propuesta de mejora en la planta.

La implementación de un sistema (informático) de gestión de eficiencias trae económicamente los siguientes beneficios:

- Disminución del número del número de mantenimientos correctivos y tiempos de paradas forzados, adecuada planificación del mantenimiento preventivo de las máquinas puesto que el objetivo de esta herramienta es contar con información que permita analizar y elaborar estadísticas de la situación actual de los equipos.
- Validación de la situación actual de los resultados de los trabajos de mantenimiento, es decir que se podrá rastrear exactamente cuáles son las máquinas con mayor prioridad que otras y destinar los recursos hacia estos.

Se tiene entonces la siguiente evaluación económica para estos beneficios:

- Anualmente se tiene un presupuesto para mantenimiento de S/. 1'000,000.00, se tiene previsto una disminución de 3% anual tras el desarrollo de esta aplicación. Mensualmente un estimado de S/. 2500.00.
- Asimismo, por la generación de números que demuestren la verdadera capacidad de planta, determinado por las eficiencias, se trabajarán en metas reales que signifiquen mayores ingresos a la organización; por ejemplo: en el desarrollo de proyectos de mejora continua (por ejemplo, SMED).

Como segundo punto, se propone llevar una gestión de costos orientada en la identificación y reducción de la merma operativa y la prevención de las averías de las máquinas. Esta implementación trae los siguientes beneficios:

- La identificación, elaboración y control de un árbol de mermas contempla el beneficio de poder disminuir este sobrecosto, mediante la identificación de la causa-raíz de cada punto de merma. Por dato de la empresa mensualmente se tiene un costo de S/. 48,912.62 por conceptos de desperdicios en apenas producto terminado ya que no se tiene data de materia prima (70 kilogramos al día a un costo de S/. 23.30 por kilogramo), se estima reducir mediante la clasificación propuesta en un 10% durante los primeros 6 meses la cantidad total de merma. Es decir, que tendríamos S/. 4,891.2 de ahorro mensual.

- Por otro lado, respecto a la planificación del mantenimiento autónomo como parte de la prevención de averías se plantea que los colaboradores de cada línea de producción contribuyan ejecutando actividades básicas de limpieza y mantenimiento (en un principio) que puedan sustituir las labores de los auxiliares y/o personal tercero dentro de la planta. Con esta propuesta se reemplaza el trabajo de 1 auxiliar de mantenimiento o producción, y la labor de 1 personal de limpieza. Se estima un ahorro de S/.2,210.00 mensual.
- En total se estima un ahorro de S/.7101.20 mensual respecto a la implementación de un control de mermas y mantenimiento autónomo.

El tercer punto y cuarto punto de la propuesta corresponden a la gestión visual y estandarización de procesos, y la gestión de gente y seguridad. Se ha planteado la formación de equipos y una serie de actividades que parten desde la necesidad de tener una planta correctamente señalizada, comunicada y con la total interacción e integración de todos los trabajadores al interior de la misma en base a metas grupales que permitan obtener una mayor eficiencia de toda la operación. De igual modo, se ha reforzado los reportes de seguridad para tener una mayor amplitud en cuanto al compromiso de los trabajadores por el tema de seguridad. Es importante mencionar que estas no son actividades que tengan un impacto inmediato en la productividad de la empresa; sin embargo crea un mejor ambiente de trabajo en base al orden y la enseñanza compartida. El beneficio de esta parte de la propuesta vendría por el lado cualitativo. Por ejemplo el grado de satisfacción de los trabajadores con las mejores condiciones de trabajo establecidas y la aplicación de todos los temas en los que fueron capacitados para dar solución a los problemas diarios.

6.3 Flujo neto para las propuestas

Como ya se explicó anteriormente, la inversión inicial corresponde a los primeros 06 meses en donde se tiene planificado capacitar, introducir la propuesta en la planta e implantar los 04 aspectos en los que se basa la presente investigación: gestión de la rapidez o gestión de mantenimiento asistida por computador, gestión de costos (merma y mantenimiento autónomo), gestión visual y estandarización de procesos, y mejora en cuanto a la seguridad de las personas. Luego de los primeros 06 meses de introducción e implementación, se procederá a mantener esta nueva manera de trabajar en base a indicadores y con la estandarización de la gran cantidad de los procesos. La inversión inicial suma un total de S/. 30,612.63 (para los primeros 06 meses) y el flujo neto mensual a partir del mes 07 es un total S/.8397.60 como beneficio para la empresa. Ver tabla 52.

Tabla 52. Flujo neto

Mes	(Inversión Inicial)	Mensual
Costo por implementación de árbol de mermas	S/. 1,208.20	S/. 718.65
Ahorro por implantación de árbol de merma		S/. 7,101.20
Costo por implementación de GMAO	S/. 15,749.70	S/. 1,895.95
Ahorro por implementación de GMAO		2500.00
Costo por implementación de gestión y control visual, y estandarización de procesos	S/. 8,094.73	S/. 255.00
Costo por implementación de reportes de seguridad	S/. 5,560.00	
Inversión Inicial (S/.)	S/. 30,612.63	
Beneficio mensual (S/.)		S/. 9601.20
Costo mensual (S/.)		S/. 2869.60
Flujo Neto mensual		S/. 6731.60
Tasa de Descuento anual	10%	
Tasa de Descuento mensual	0.797%	
VAN	S/. 8604.65	
TIR	9%	

Elaboración Propia

En una proyección de los primeros 06 meses, por dato de la empresa la tasa de descuento anual es de 10% (**0.797% mensual**). Para una inversión de S/. 30,612.63 y con ahorros mensuales de S/.6731.60 se tiene el VAN de **S/.8,604.65** y una TIR de **9% (mensual)**, el cual es mayor a la tasa de descuento de la empresa. Se concluye entonces de que es la propuesta es factible en términos económicos.

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La innovación tecnológica en cuanto a los procesos industriales siempre tiene que ir de la mano de una adecuada gestión de planta. Cada vez que un proceso se pueda medir u obtener datos de entrada y de salida de las operaciones en la planta será óptimo poder medir y cuantificar la situación actual de la planta y poder establecer metas que ayuden a tener mejores resultados y sobre todo que genere una mayor satisfacción por parte de los colaboradores.

7.1 Conclusiones

Las conclusiones que se obtienen después de la evaluación técnica y económica de la propuesta son las siguientes:

- Para la investigación, se identificó que uno de los principales problemas es la ausencia de información histórica sobre las máquinas y principales herramientas. Dentro del plan de mejora propuesto se ha diseñado base para los datos maestros que involucran producción y mantenimiento.
- El uso de nueva maquinaria representa que las técnicas de los operadores también deben de ser renovadas. Es por ello que la capacitación, que se menciona en todo momento dentro de la propuesta, es fundamental para ser generar eficiencias en el tiempo.
- La seguridad es el pilar más importante de toda organización, y por ello es que se busca crear una cultura de prevención en donde se pueda obtener estadísticas de las principales actividades y condiciones inseguras que pasan al interior de la planta. Se ha propuesto medidas de prevención para gestionar mejor los riesgos.
- El control de las mermas de materia prima y producto terminado es el punto más difícil de rastrear debido a que se tiene poca información respecto a la distribución de la misma. Al igual que en las 5S, la clasificación es el primer paso a dar.
- El cálculo de los beneficios en este caso es una estimación debido a que se está planteando sobre todo trabajar con nuevos indicadores de eficiencia para medir realmente el desempeño de las máquinas y del área de mantenimiento. Pero es válido puesto que se espera un ritmo de trabajo más dinámico en base metas definidas para reducir costos e incrementar la producción.

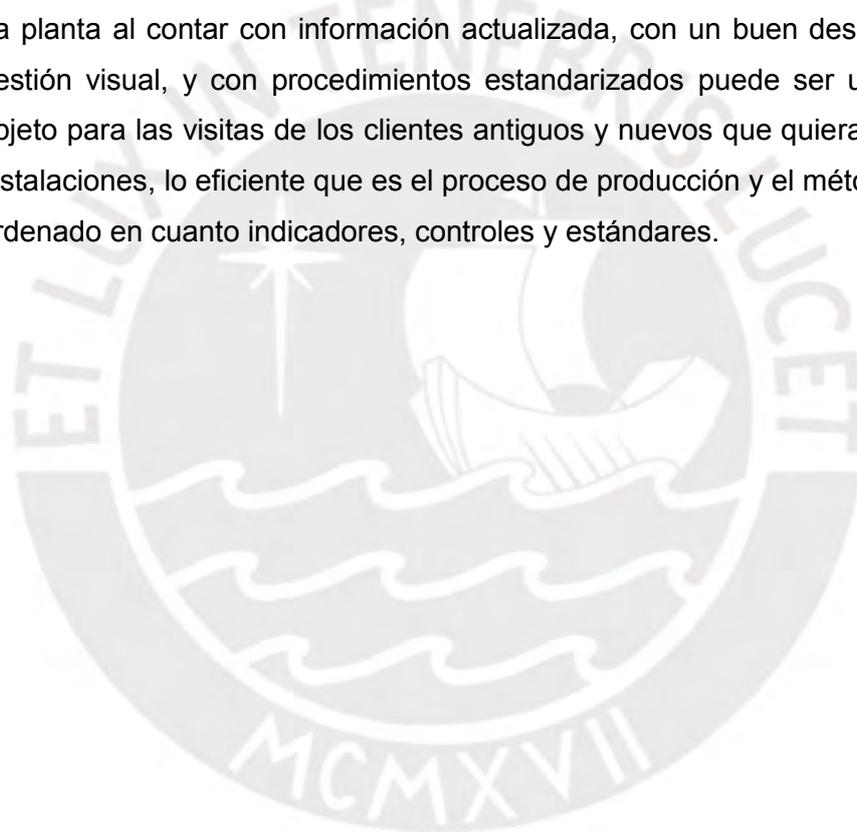
7.2 Recomendaciones

En cuanto a las recomendaciones para una adecuada puesta en marcha de estas propuestas se expone lo siguiente:

- Se recomienda transmitir el propósito de esta mejora hacia el departamento de recursos humanos, para la coordinación de las campañas de difusión en toda la

empresa y destaquen a los trabajadores que mejor desempeño tengan, por ejemplo: el que tenga mayor reporte de condiciones y actos sub-estándar, el trabajador con menos o ninguna actividad reportada por parte de sus compañeros de trabajo, el que tiene mayor cumplimiento en trabajos de 5S por semana.

- No solo la merma y la eficiencia de planta es cuantificable en el tiempo, también existe una serie de variables de las cuales depende la productividad de la empresa y cuyo análisis está limitado únicamente por lo empírico. Se recomienda explorar otras alternativas, por ejemplo: la cantidad de peso cargado y la resistencia física de cada trabajador (ergonomía), recordemos que las bolsas de materias primas y producto terminados son trasladadas por los auxiliares; el costo eléctrico mensual y su relación con las toneladas producidas mensuales.
- La planta al contar con información actualizada, con un buen desempeño de la gestión visual, y con procedimientos estandarizados puede ser utilizada como objeto para las visitas de los clientes antiguos y nuevos que quieran conocer las instalaciones, lo eficiente que es el proceso de producción y el método de trabajo ordenado en cuanto indicadores, controles y estándares.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benítez, Luis
1998 Mejoramiento Continuo por medio del Mantenimiento Productivo Total. Bogotá: Clase empresarial
- Bicerra Alván, Paul Maxwell
2012 Implantación del módulo mantenimiento de planta (PM) del sistema SAP para la gestión de mantenimiento de una empresa constructora. 2012.
- Borris Steven
2005 Total Productive Maintenance. McGraw-Hill
- Bufferne Jean
2006 Le-guide de la TPM – Toral Productive Maintenance. Paris: Editions d'Organisation Groupe Eyrolles
- Cuatrecasas, Lluís
2015 Lean management: la gestión eficiente de la realidad empresarial. Madrid: Delta, Publicaciones.
- Cuatrecasas, Lluís
2000 TPM en un entorno Lean management: estrategia competitiva. Barcelona: PROFIT, 2010
- Cuatrecasas, Lluís
2000 TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Barcelona: PROFIT, 2010.
- Fang, Juan
2005 TPM o mantenimiento productivo total: empujando la productividad y la calidad hasta los límites.
- Gupta, Vardhan y Sharma
2009 The impact of implementation of Jishu-Hozen pillar in a process industry: a case study. SantLongowal Institute of Engineering and Technology, Longowal, Sangrur (Punjab), India
- Ilender
2012 Informe de Postulación Ilender al Premio Nacional de la Calidad 2012. Lima

- Lopez Arias, Ernesto Andrés
2009 El Mantenimiento Productivo Total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Industrial. Bogotá.
- Mansilla del Valle, Natalia Leandra
2011 Aplicación de la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química Industria de los alimentos dos en uno – ARCOR S.A. Chile.
- Mundo Avicultor y Porcicultor
2015 <<http://www.maplarevista.pe/>> Fecha de búsqueda: 25 de noviembre de 2015
- Muñoz Aguilar, Marcelo Alexis
2009 Propuesta de Mantenimiento Productivo Total para la Línea Zincalum de la compañía siderúrgica Huachipato S.A. Universidad del Bio - Bio, Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Industrial. Chile.
- Nakajima, Seiichi
1991 Introducción al TPM: Mantenimiento Productivo Total. Cambridge: Productivity
- Panagiotis Tsarouhas
2007 Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study. Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Thessaly, Volos, Greece.
- Shirose, Kunio
1997 Análisis P-M: un paso avanzado en la implantación del TPM. Madrid: TGP Hoshin.
- Shirose, Kunio
1994 TPM para mandos intermedios de fábrica- Cambridge, MA: Productivity Press.
- Susuki, Tokuratoed
1994 TPM en industrial en proceso. Madrid: TGP Hoshin.