

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA A TRAVÉS DEL USO DE
HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA
REDUCIR COSTOS EN LA EMPRESA ESTACIÓN DON
FERNANDO S.A.C.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

David Alberto Milla Ravines

Asesor:

Ing. Enrique Martin Avendaño Delgado

Trujillo - Perú

2020



DEDICATORIA

A mis padres por inculcarme la disciplina desde pequeño y por hacer hasta lo imposible por verme realizado.

A mis abuelos y hermanos por estar siempre allí cuando necesitaba un empujón extra.

A mis docentes por impartirme sus conocimientos y experiencias para poder culminar con éxito mi carrera.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y familiares por estar siempre allí cuando más lo necesitaba y a pesar de las adversidades.

A mis docentes y compañeros por apoyarme para poder culminar con éxito la carrera.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
INDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE TABLAS	10
RESUMEN	13
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad problemática	15
1.1.1. Antecedentes de la investigación	22
1.1.1.1. Antecedente internacional	22
1.1.1.2. Antecedente nacional	23
1.1.1.3. Antecedente local	24
1.1.2. Bases teóricas	25
1.1.2.1. Mantenimiento	25
1.1.2.2. Evolución del mantenimiento	27
1.1.2.3. Objetivos del departamento del mantenimiento	28
1.1.2.4. Gestión del mantenimiento	30
1.1.2.5. Etapas de la gestión del mantenimiento	31
1.1.2.6. Tipos de mantenimiento	33
1.1.2.7. Indicadores de la gestión del mantenimiento	35
1.1.2.8. Mantenimiento Productivo Total	39
1.1.2.9. Metodología 5s	43
1.1.2.10. Proceso de capacitación	49

1.1.2.11. Estrategia 5 porqués	55
1.1.2.12. Herramienta Brainstorming	56
1.1.2.13. Flujo de caja	57
1.1.2.14. Valor Actual Neto	57
1.1.2.15. Tasa Interna de Retorno	58
1.1.3. Definición de términos	59
1.2. Formulación del problema	60
1.3. Objetivos	60
1.3.1. Objetivo general	60
1.3.2. Objetivos específicos	60
1.4. Hipótesis	61
1.5. Variables	61
1.5.1. Variable dependiente	61
1.5.2. Variable independiente	61
1.6. Operacionalización de variables	61
CAPITULO II: METODOLOGÍA	63
2.1. Tipo de investigación	63
2.2. Materiales, instrumentos y métodos	63
2.3. Procedimiento	63
2.3.1. Misión y visión	63
2.3.2. Organigrama	64
2.3.3. Distribución de la empresa	64
2.3.3.1. Clientes	64

2.3.3.2. Proveedores	65
2.3.4. principales productos y/o servicios	65
2.3.5. Diagrama del proceso productivo	66
2.4. Diagnóstico de problemáticas principales	66
2.4.1. Diagrama de Ishikawa	66
2.4.2. Matriz de priorización	71
2.4.3. Diagrama de Pareto	72
2.4.4. Matriz de indicadores	74
CAPITULO III: RESULTADOS	75
3.1. Causa raíz 2	75
3.1.1. Explicación de la causa raíz 2	75
3.1.2. Solución propuesta	82
3.2. Causa raíz 4	90
3.2.1. Explicación de la causa raíz 4	90
3.2.2. Solución propuesta	92
3.3. Causa raíz 3	124
3.3.1. Explicación de la causa raíz 3	124
3.3.2. Solución propuesta	126
3.4. Causa Raíz 6	136
3.4.1. Explicación de la causa raíz 6	136
3.4.2. Solución propuesta	138
3.5. Evaluación económica financiera	142
3.5.1. Inversión de la propuesta	142

3.5.2. Beneficios de la propuesta	145
3.5.3. Evaluación	148
3.6. Resumen de los resultados	152
CAPITULO IV: Discusión y conclusiones	155
4.1. Discusión	155
4.2. Conclusiones	156
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	157
ANEXOS	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Reservas probadas de hidrocarburos líquidos	18
Figura 2 Producción de hidrocarburos	19
Figura 3 Cadena de comercialización	20
Figura 4 Ubicación de la empresa	21
Figura 5 Actividades de Mantenimiento	37
Figura 6 Definición de gestión del mantenimiento	31
Figura 7 Relación entre las etapas	33
Figura 8 Diferencia entre fallo y avería	34
Figura 9 Tipos de mantenimiento preventivo	35
Figura 10 Pilares de Mantenimiento Productivo Total	41
Figura 11 Fases en la implementación del TPM	44
Figura 12 Procedimiento para clasificación	47
Figura 13 Fases del plan de capacitación	51
Figura 14 Formato para perfil de puesto	53
Figura 15 Organigrama	65
Figura 16 Diagrama de flujo de las operaciones	67
Figura 17 Diagrama de Ishikawa	71
Figura 18 Grafico de Pareto	73
Figura 19 Perfil real de puesto	83
Figura 20 Perfil ideal de puesto	84
Figura 21 Manual de limpieza para oficina	105

Figura 22 Manual de limpieza para exteriores	106
Figura 23 Manual de limpieza para almacén	106
Figura 24 Grupo electrógeno 88 KVA	141
Figura 25 Gráfico resumen beneficios	154
Figura 26 Gráfico porcentaje beneficios	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Evolución del Mantenimiento	26
Tabla 2 Objetivos del Departamento de Mantenimiento	27
Tabla 3 Etapas de las 5	42
Tabla 4 Operacionalización de las variables	59
Tabla 5 Matriz de priorización	69
Tabla 6 Cuadro de Pareto	71
Tabla 7 Matriz de indicadores	72
Tabla 8 Costo de MC	73
Tabla 9 Sobrecosto por averías	74
Tabla 10 Averías sin implementación	76
Tabla 11 MTTR sin implementación	76
Tabla 12 Cronograma de capacitación	84
Tabla 13 Averías con implementación	86
Tabla 14 MTTR con implementación	86
Tabla 15 Sobrecosto por averías con implementación	87
Tabla 16 Índice de ausentismo sin implementación	89
Tabla 17 Costo de oportunidad por ausentismo	90
Tabla 18 Actividades del comité 5s	92
Tabla 19 Diagrama de Gantt 5s	94
Tabla 20 Plan de capacitación 5s	95
Tabla 21 Diagrama de Gantt preliminar	96
Tabla 22 Acciones correctivas para clasificación	98

Tabla 23 Formato de orden	100
Tabla 24 Checklist para limpieza	104
Tabla 25 Inspección final 5 S	108
Tabla 26 Formato de auditoría interna 5s	111
Tabla 27 Inspección 5 S sin implementación	114
Tabla 28 Porcentaje de cumplimiento 5 S sin implementación	116
Tabla 29 Inspección 5 S con implementación	117
Tabla 30 Porcentaje de cumplimiento 5S con implementación	119
Tabla 31 Índice de ausentismo con implementación	120
Tabla 32 Costo por ausentismo con implementación	121
Tabla 33 Costo de oportunidad por error en almacenamiento	123
Tabla 34 Probabilidad de ocurrencia sin implementación	123
Tabla 35 Matriz 5 Porqués	126
Tabla 36 Formulación del plan de acción	127
Tabla 37 Medidas preventivas	128
Tabla 38 Cedula para inspección de producto	130
Tabla 39 Checklist para inspección de producto	131
Tabla 40 Cedula después de la implementación	132
Tabla 41 Checklist después de la implementación	133
Tabla 42 Costo de oportunidad por cortes de EE	135
Tabla 43 Disponibilidad trimestral	136
Tabla 44 Formato Brainstorming	137
Tabla 45 Especificaciones de grupo electrógeno	139

Tabla 46 Disponibilidad con implementación	140
Tabla 47 Inversión total 5s	141
Tabla 48 Inversión protocolo de supervisión	141
Tabla 49 Inversión en capacitación sobre MC	142
Tabla 50 Inversión grupo electrógeno	143
Tabla 51 Beneficios causa raíz 2	144
Tabla 52 Beneficios causa raíz 4	144
Tabla 53 Beneficios causa raíz 3	145
Tabla 54 Beneficios causa raíz 6	145
Tabla 55 Estado de resultados	147
Tabla 56 Flujo de caja	148
Tabla 57 Indicadores económicos	149
Tabla 58 Cuadro resumen beneficios	150
Tabla 59 Cuadro porcentaje beneficios	151

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general una propuesta de mejora a través del uso de herramientas de Ingeniería Industrial para reducir diversos tipos de costos en la empresa ESTACIÓN DON FERNANDO S.A.C.

Primero se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa; y nos enfocamos en las operaciones de la misma las cuales debido a su mala gestión, están elevando los diversos tipos de costos en la empresa.

Seguidamente se realizó la identificación de los problemas específicos que están causando que los costos sean elevados y también se procedió a calcular detalladamente cada uno de estos.

Se calculó que la empresa estaba teniendo un sobrecosto de S/. 273,361.54 anuales debido al mal manejo de las operaciones.

Luego se definieron qué herramientas de ingeniería industrial iban a ser las que se implementarían con el fin de poder reducir estos costos. Se usó lo siguiente: Metodología 5s, plan de capacitación, Mantenimiento Productivo Total (TPM), estrategia de 5 porqués y un formato de lluvia de ideas o Brainstorming.

Luego de la implementación de lo ya mencionado se obtuvo que los costos anuales en los que la empresa incurría serían solo de S/ 4,553.85 y que para lograrlo se requeriría una inversión de S/. 110,328.00

Finalmente, para evaluar la viabilidad de la propuesta, se hizo uso de la herramienta de flujo de caja para luego calcular sus respectivos indicadores de rentabilidad. Dichos indicadores fueron los siguientes: VAN, TIR y B/C y sus valores S/. 192,704.45, 84% y 1.67 respectivamente. Todo eso indica que la propuesta sí es viable.

PALABRAS CLAVE: Gestión del mantenimiento, mantenimiento productivo total, plan de capacitación, metodología 5s, 5 porqués, reducir averías, aumentar disponibilidad, cero defectos, reducir costos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática:

Los combustibles son una de las principales fuentes de energía a nivel mundial, tanto la gasolina, el petróleo y el gas natural.

Según un artículo publicado en el sitio oficial del Banco Mundial (<http://www.bancomundial.org>), en los últimos años tanto la producción de petróleo y gas natural se han visto limitadas debido a un acuerdo de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) lo que ha ocasionado que el Banco Mundial tenga unas previsiones en el alza de sus precios.

Según el reporte de British Petroleum (2015), el Medio Oriente encabeza el ranking de regiones con mayores reservas probadas de hidrocarburos líquidos al registrar un promedio de 811 miles de millones de barriles (MMMBLS) en el año 2014. El reporte también menciona que ese mismo año la producción mundial de petróleo totalizo alrededor de 89 millones de barriles por día, donde en primer lugar estuvo Arabia Saudita (12.9%) seguido por Rusia (12.7%) y Estados Unidos (12.3%), que juntos produjeron más de tercera parte de la oferta. América Latina contribuyó con el 9.3% (destacando Venezuela, Brasil y Colombia), mientras que la zona más grande fue el Medio Oriente con 31.7% del total y es por ello que las mayores empresas petroleras se ubican en esa zona.

Según la revista Forbes, las 5 mayores empresas petroleras del mundo son las siguientes:

- Saudi Aramco (12 mbpce)
- Gazprom (8.3 mbpce)

- National Iranian Oil Co. (6 mbpce)
- Exxon Mobil (4.7 mbpce)
- Rosneft (4.7 mbpce)

Nuevamente de acuerdo al reporte de British Petroleum (2015), América Latina registro solo el 19.4% de las reservas probadas a nivel mundial, de las cuales Venezuela contribuye con 90.2% (cerca de 298 MMMBLS, el 17.5% del total mundial).

El incremento de la demanda mundial de combustibles y la falta de petróleo crudo debido a diversas crisis dieron lugar de garantizar el abastecimiento interno de petróleo y derivados en países importadores netos. Esto se traduce en la creación de las llamadas Reservas Estratégicas, las cuales son cantidades de combustible almacenadas con el propósito de cumplir con la demanda por un periodo mínimo de tiempo, en caso de que ocurra algún evento que impida el abastecimiento.

Según el libro titulado: “La Industria de los Hidrocarburos Líquidos en el Perú” (Tamayo, 2015) nuestro país cuenta con 1.4 MMMBLS de reservas probadas, lo cual forma parte solo del 0.1% de las reservas a nivel mundial. En la página siguiente se presenta un gráfico en donde se puede comparar la cantidad de reservas probadas de hidrocarburos líquidos en el Perú con respecto al resto del mundo.

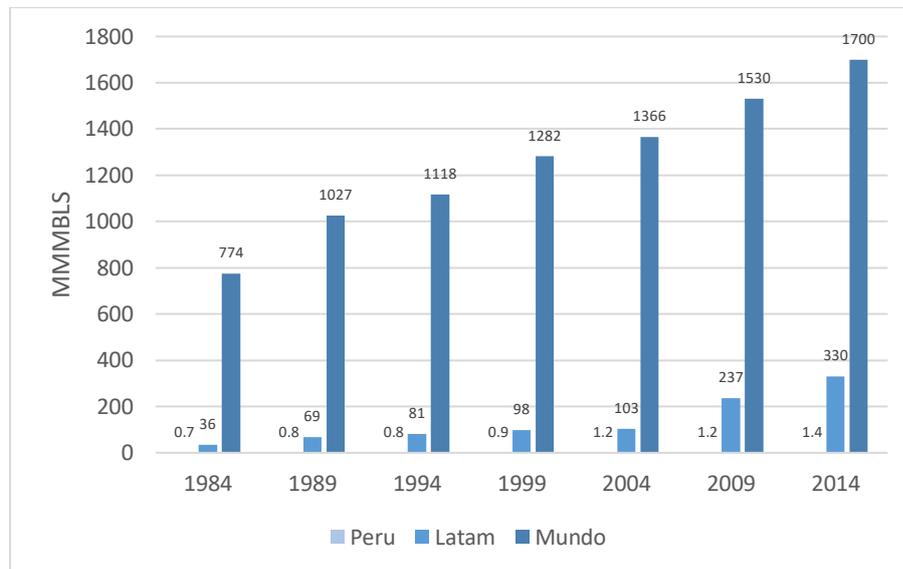


Figura 1. Reservas probadas de hidrocarburos líquidos

En cuanto a la explotación y la exploración de reservas de hidrocarburos en nuestro país, la empresa PERUPETRO S.A. es quien tiene el control. Dicha empresa se encarga de promocionar, negociar, suscribir, y supervisar contratos para la exploración y explotación de hidrocarburos en el Perú.

De acuerdo a un reporte de PERUPETRO S.A. la producción de petróleo ha caído casi la mitad en los últimos 15 años mientras que la producción de gas natural sí ha tenido un gran incremento, principalmente debido al proyecto Camisea. En la página siguiente se muestra el cuadro con dicha comparación.

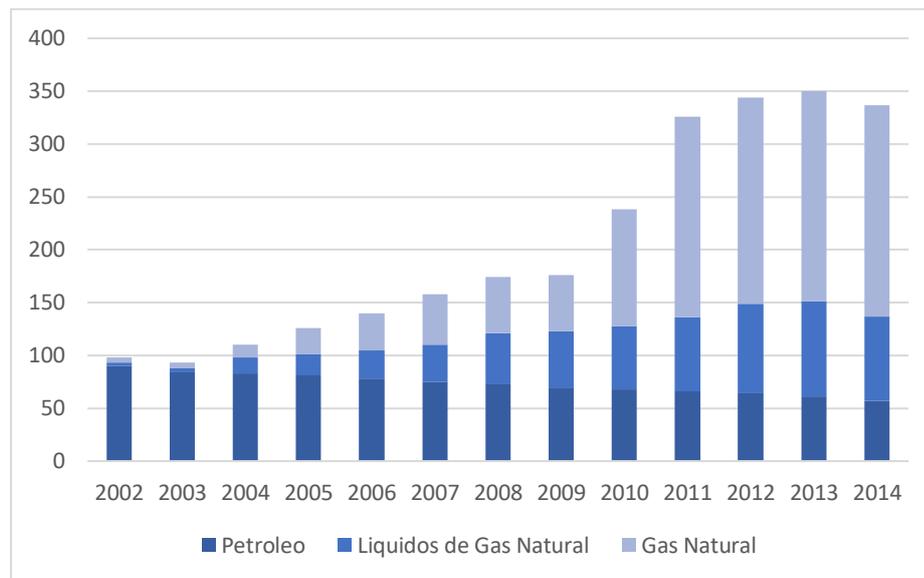


Figura 2. Producción de hidrocarburos

Las exportaciones de petróleo para el año 2012 según un reporte del Ministerio de Energía y Minas fueron de 5696 miles de barriles, mientras que las exportaciones de gas natural ascendieron a 53885 miles de barriles.

Según (Tamayo, 2015), los principales agentes comerciales que componen el mercado nacional de los Combustibles Líquidos son:

- Refinerías
- Plantas de abastecimiento
- Distribuidores mayoristas
- Consumidores directos
- Estaciones de Servicio

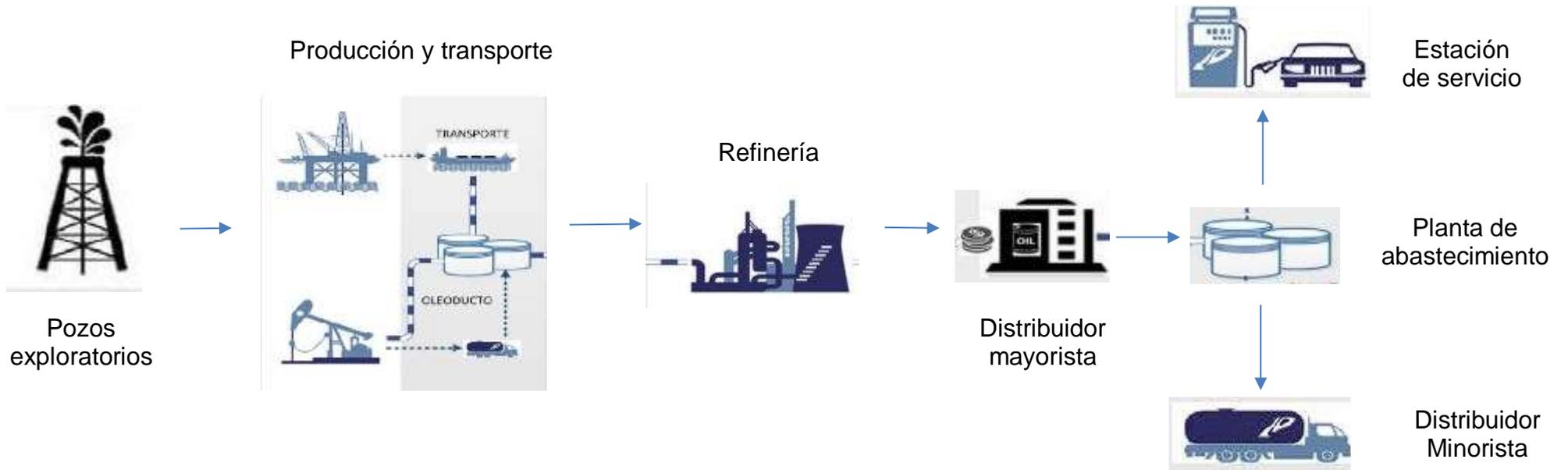


Figura 3 Cadena de comercialización

Según un informe del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), existen en nuestro país 2749 empresas dedicadas a la venta al por mayor y al por menor de combustibles, es decir estaciones de servicio.

La empresa en donde se realizará la investigación pertenece al tipo de agente comercial denominado “Estación de Servicio”; la cual se ubica en el centro poblado “El Milagro” perteneciente al distrito de Huanchaco en la provincia de Trujillo.



Figura 4 Ubicación de la empresa

Esta empresa tiene como principales competidores a los siguientes agentes comerciales:

- Gasocentro Ultracom
- Corporación Pecsca S.A.
- Estación de Servicio “El Milagro”

- Gasocentro Lima Gas.

Todas ubicadas a lo largo del centro poblado mencionado anteriormente.

Toda empresa presenta problemas, los cuales constituyen una barrera hacia su desarrollo y eliminarlos o reducirlos puede significar un verdadero reto para los profesionales. Es por eso que a continuación se mencionaran los principales inconvenientes observados en la empresa "ESTACION DON FERNANDO S.A.C." en los entornos laborales de medio ambiente, máquinas, métodos, mano de obra, medición y materiales.

Para comenzar se pudo observar que al momento de la recepción de combustible ocurren derrames los cuales generan un sobre costo de S/. 883.43 cada tres meses por este problema.

Asimismo, se pudo observar que la empresa recurre constantemente a servicios externos de mantenimiento correctivo, lo cual genera un costo trimestral de S/4,000.00.

También se pudo observar que la empresa tuvo que hacer un par de limpiezas totales de los tanques a causa de un almacenamiento incorrecto de producto.

Al hacer esto se generó una pérdida de S/53,525.00 en el último trimestre.

También se observó que la empresa incurrió en un costo operativo de S/415.38 en el último trimestre a causa de las inasistencias del personal.

Finalmente, también pudimos observar un costo de oportunidad a causa de cortes en el suministro de EE y que por este motivo la empresa tuvo una pérdida de S/ 10,400.00 en el último trimestre.

1.1.1. Antecedentes de la Investigación:

1.1.1.1. Antecedente Internacional:

a) Galarza, P. (2010). Aplicación de un proceso de mejora continua en un taller mecánico utilizando la técnica de mantenimiento productivo total TPM. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

Este estudio aplica la técnica de mantenimiento productivo total a un taller mecánico ya que existen muchas paradas de maquina no programadas, las cuales tienen un tiempo elevado. Luego de la aplicación de la metodología se implementaron indicadores como el OEE (eficiencia global de equipos productivos) y el Índice de Prevención de Fallas.

Al finalizar el estudio, el OEE vario de 28% a 41%, es decir la productividad del taller se incrementó en 13%; mientras que el Índice de Prevención de Fallas vario de 4 a 0.42 para la fresadora y de 10.17 a 0.51 para el torno, lo cual se traduce en una gran disminución de los paros no planificados.

b) Almudena, G. (2007). Implantación de la filosofía TPM en una planta de producción y envasado (tesis de pregrado). Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España.

En este estudio se pretende aplicar la filosofía TPM, la cual está destinada a obtener la máxima efectividad de los equipos productivos, en la línea número 2 de producción denominada "Multikilo 2". Luego de la aplicación de esta filosofía se lograron las siguientes mejoras:

- Eficiencia en la maquina ERTM de 75% a 80%
- Defectos en calidad de 11% a 8%
- Producto en exceso (Give away) de 0.6% a 0.3%

1.1.1.2. Antecedente Nacional:

a) Muñoz, J. (2014). Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

En este estudio el principal inconveniente es el tiempo de parada por fallas en las maquinas, el cual se debe principalmente a un mantenimiento deficiente y a la falta de repuestos. Dicho inconveniente afecta directamente a la eficiencia en las líneas productivas. Luego se implementa un plan completo de mantenimiento, el cual consiste en implementar indicadores de mantenimiento, la elaboración de procedimientos para la correcta ejecución del mantenimiento, detectar fallas por los operadores mediante listas de verificación y en la implementación de un software de gestión llamado "INFORMANTE" en el cual una de las funciones principales es la automatización de la adquisición de los repuestos críticos. Una vez implementado este plan de mantenimiento se hizo un análisis económico en tres escenarios: pesimista, moderado y optimista, en donde se consiguen disminuir los costos de mantenimiento en 42%, 59% y 76% respectivamente.

b) Portal, E. & Salazar, P. (2016). Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa multiservicios PUNRE S.R.L. Cajamarca 2016 (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Este estudio pone en evidencia el hecho de que la no disponibilidad de los equipos, ya sea por un pequeño periodo de tiempo, puede producir grandes pérdidas monetarias a largo plazo. El estudio muestra que, al no seguir un plan de mantenimiento programado, la disponibilidad de los equipos llegaba a ser máximo 79%. Después de la aplicación de los lineamientos de TPM en los equipos se consiguió aumentar la disponibilidad al 85%.

1.1.1.3. Antecedente local:

a) Reyes, M. (2015). Implementación del ciclo de mejora continua Deming para incrementar la productividad de la empresa Calzados León en el año 2015 (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.

Dicho estudio pone en evidencia la aplicación de herramientas de gestión de la calidad como 5 "s", fichas de control y capacitación en aspectos motivacionales y de buenas prácticas de manufactura (BPM) en una empresa en donde la productividad es deficiente, al igual que en el área de mantenimiento de la empresa en estudio. Se tomó una muestra de producción de un mes antes y después de la

mejora, en donde se pudo corroborar un incremento del 25% en la productividad de la mano de obra y un 4% para la materia prima.

b) Vásquez, E. & Bardales, A. (2016). Propuesta de mejora mediante las herramientas del mantenimiento productivo total para aumentar la rentabilidad en el alquiler de equipos pesados en la empresa SK RENTAL S.A.C. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Como primer paso para este estudio se determinó los problemas en los equipos y en el área de servicio técnico. Después de haber realizado el cálculo de los costos totales de mantenimiento, se estimó un total de \$ 4'733,910.00, los cuales después de aplicar las herramientas de TPM se redujeron a \$ 4'285,917.72 logrando un 10% de ahorro.

1.1.2. Bases Teóricas:

1.1.2.1. Mantenimiento:

García (2012) afirma: “Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento posible” (p.01).

Según el libro titulado: “Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control” (Duffuaa, 2000), el mantenimiento es el conjunto de actividades que se realizan con la finalidad de mantener y/o

recuperar el estado ideal de un sistema, así como la determinación y evaluación de su estado real por medios técnicos

El conjunto de actividades hace referencia a: Inspección (averiguar el estado real), conservación (conservar el estado teórico) y reparación (restaurar el estado teórico).

A continuación, se muestra un diagrama explicando la relación que tienen estas etapas entre sí.

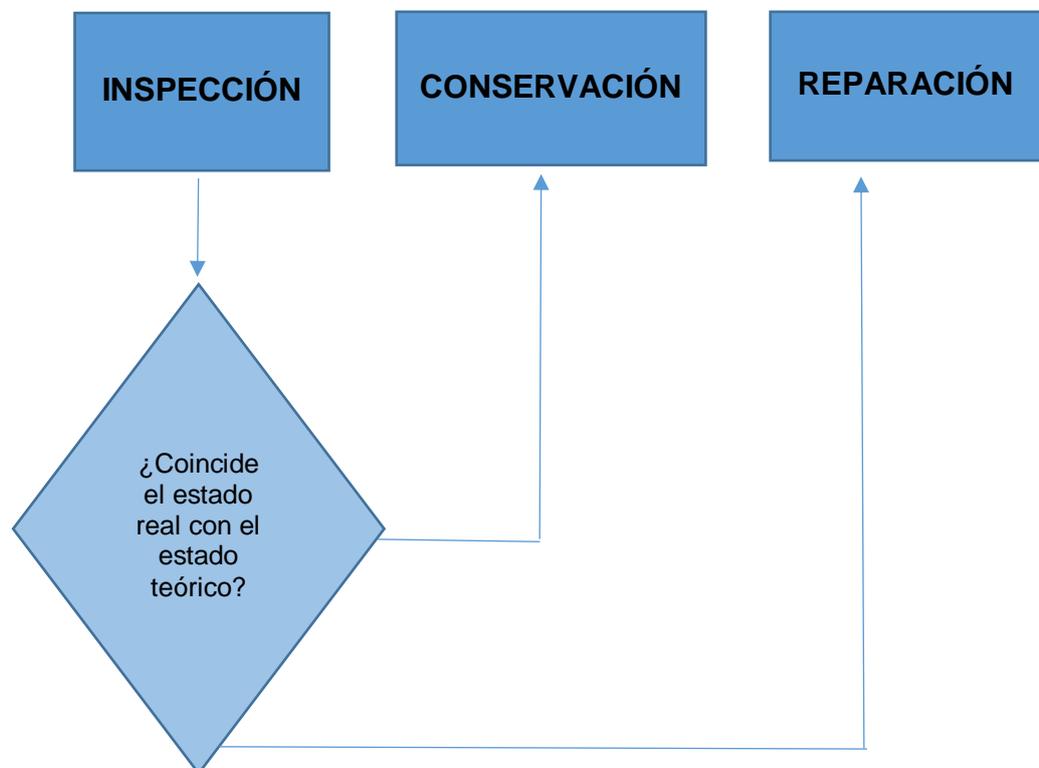


Figura 5. Actividades de Mantenimiento

En cuanto a los equipos sobre los que se efectúan las actividades de mantenimiento, podemos distinguirlos en 3 clases:

A) Equipos de clase A:

Equipos cuya parada interrumpa el proceso o servicio, llevando a la facturación cesante.

B) Equipos de clase B:

Son aquellos equipos que participan del proceso o servicio, pero cuya parada no lo interrumpe temporalmente.

C) Equipos de clase C:

Equipos que no participa del proceso o del servicio.

1.1.2.2. Evolución del mantenimiento:

A lo largo del proceso industrial, las tendencias y filosofías en torno al mantenimiento han variado, pasando por 4 generaciones distintas. En la página siguiente se muestra un cuadro detallándolas.

Tabla 1
Evolución del Mantenimiento

	EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO
PRIMERA GENERACION (HASTA 1950)	Solo se aplicaban acciones correctivas ante las averías.
SEGUNDA GENERACION (1950 - 1980)	Se implementa el mantenimiento preventivo fijo más algunos sistemas de planificación, control e informatización.
TERCERA GENERACION (1980 - 1995)	Implementación de mantenimiento predictivo más su monitorización, creación de diseños para una mejor fiabilidad y mantenibilidad.
CUARTA GENERACION (1980 HASTA LA ACTUALIDAD)	Integración de conceptos como RCM y TPM, gestión ordenada a resultados y clientes, motivación e implicación de resultados, ISO 9000/ISO 14000, reingeniería permanente.

1.1.2.3. Objetivos del departamento de mantenimiento:

Los objetivos de la gestión del mantenimiento no son principalmente la reparación de las averías que se puedan presentar en las maquinas. En la página siguiente, se presentan dichos objetivos:

Tabla 2
Objetivos del Departamento de Mantenimiento

	OBJETIVOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
DISPONIBILIDAD	Asegurar que la instalación estará en disposición de producir un mínimo de horas determinadas del año. Sus valores varían entre 50% y 92%
FIABILIDAD	La fiabilidad o la confiabilidad es un indicador que mide la capacidad de una planta para cumplir su plan de producción previsto. Su valor es habitualmente muy alto, superior al 95%
VIDA UTIL DE LA INSTALACION	Un mantenimiento mal gestionado provoca la rápida degradación de cualquier instalación industrial, por lo tanto, este es un objetivo de suma importancia.
CUMPLIMIENTO DEL PRESUPUESTO	Los objetivos mencionados no pueden conseguirse a cualquier precio. El departamento de mantenimiento debe ir ajustando sus costes a lo establecido en el presupuesto anual de la planta.

1.1.2.4. Gestión del mantenimiento

La gestión del mantenimiento es una parte crucial en el desenvolvimiento de cualquier empresa y su mala gestión puede conllevar a grandes pérdidas o incluso a una quiebra financiera.

A continuación, se presenta un diagrama detallando su definición:

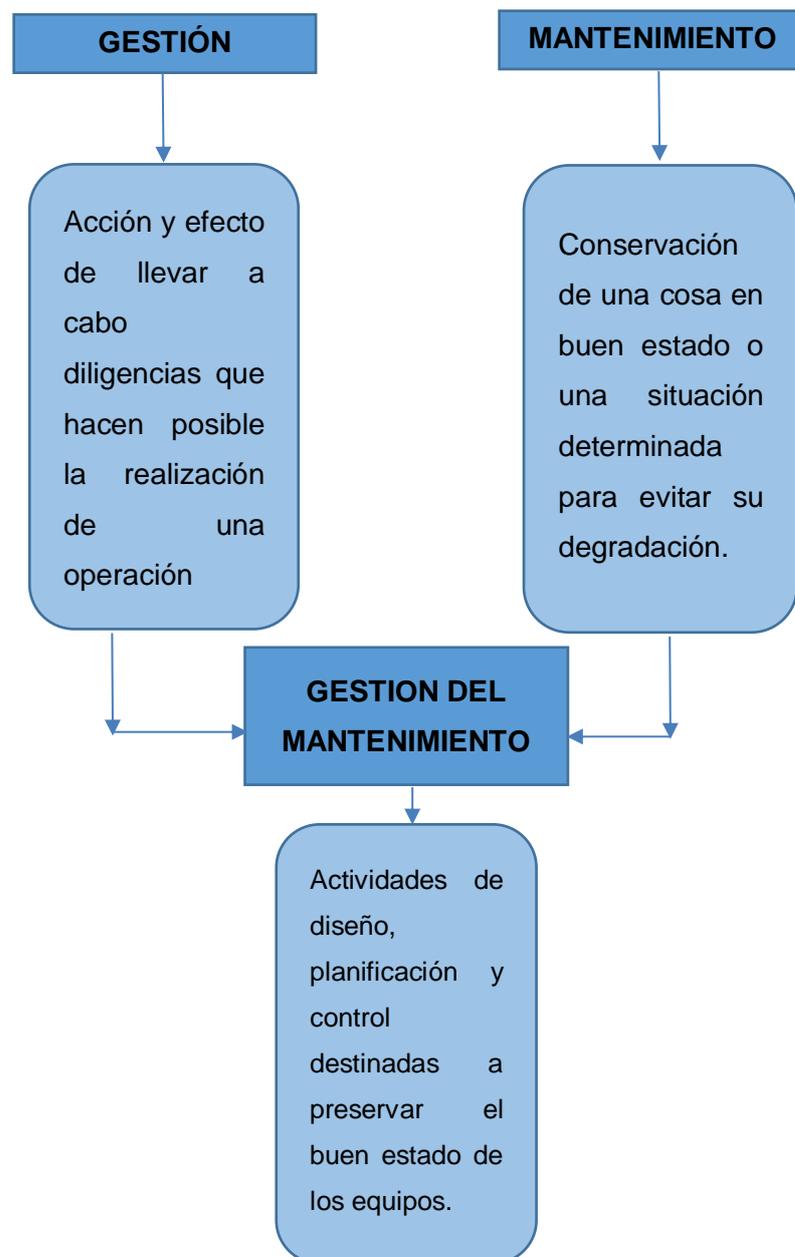


Figura 6. Definición de gestión del mantenimiento

1.1.2.5. Etapas de la gestión del mantenimiento:

El propósito de la gestión del mantenimiento es coordinar, dirigir y organizar los recursos materiales, humanos y flujos de información con el fin de prolongar al máximo la vida útil de los equipos y de lograr una optimización en la reducción de los costos por averías.

A continuación, se presenta un diagrama resumiendo cada una de ellas:

A) Planificación:

Hace referencia a la existencia de planes de mantenimiento, los cuales deben estar alineados con las necesidades de los equipos.

B) Programación:

A diferencia de la planeación, la cual nos indica qué hacer, esta es más específica al decirnos cuándo, con quién y con qué hacer determinada actividad.

C) Ejecución:

Es la parte más desarrollada en la gestión del mantenimiento. Sin embargo, en algunos casos, esta depende en su totalidad de los especialistas y de la tecnología. Es por ello que hay que sistematizarla adecuadamente.

D) Supervisión y control:

Se trata de la implementación de índices los cuales nos van a permitir analizar el desenvolvimiento del sistema aplicado. Con ello se puede medir la calidad del mantenimiento efectuado y así poder corregir deficiencias en el sistema.

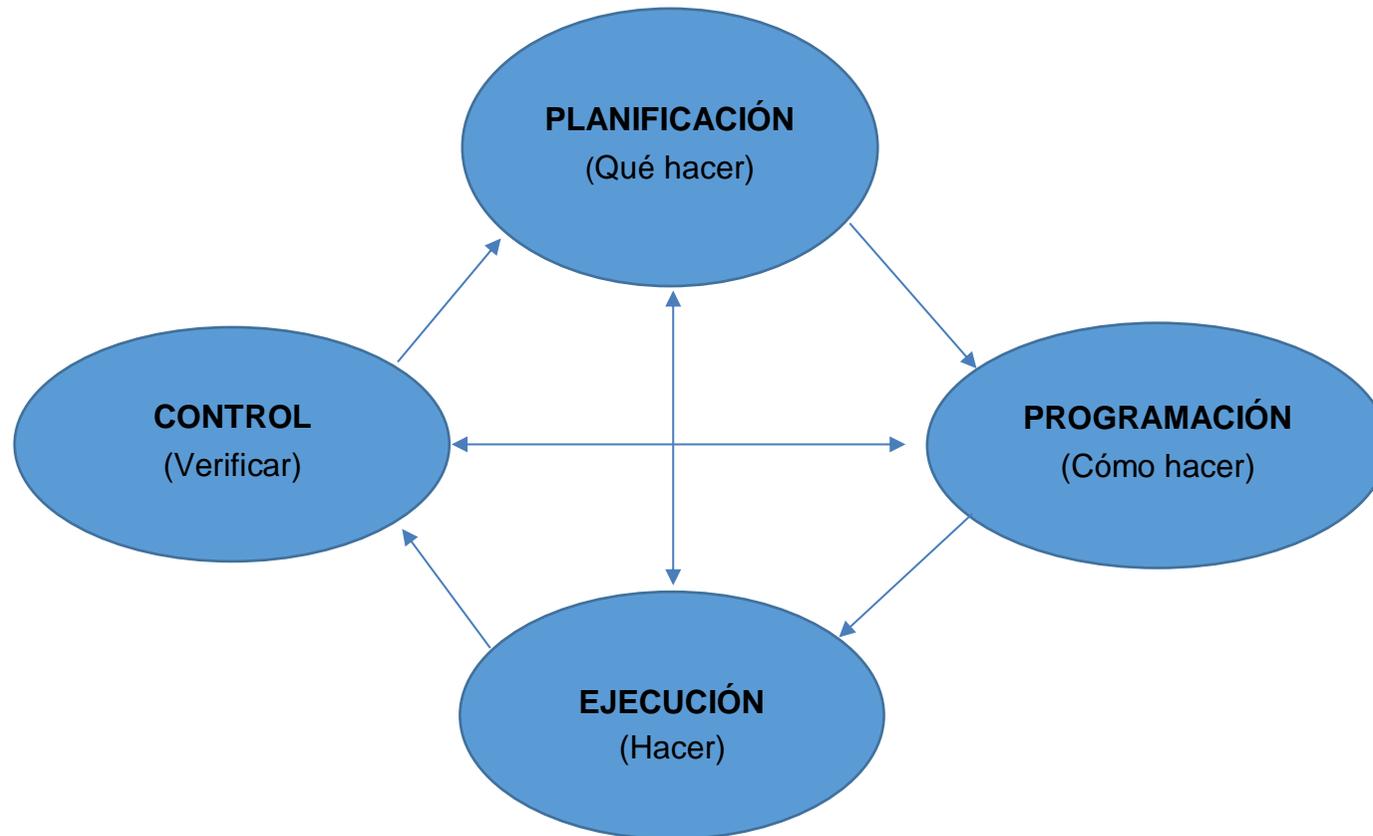


Figura 7. Relación entre las etapas de la gestión del mantenimiento

1.1.2.6. Tipos de Mantenimiento:

A) Mantenimiento correctivo:

Mantenimiento efectuado solo cuando se ha producido un fallo o una avería, restituyéndolo así a su estado teórico.

La diferencia entre un fallo y una avería se resume a continuación:

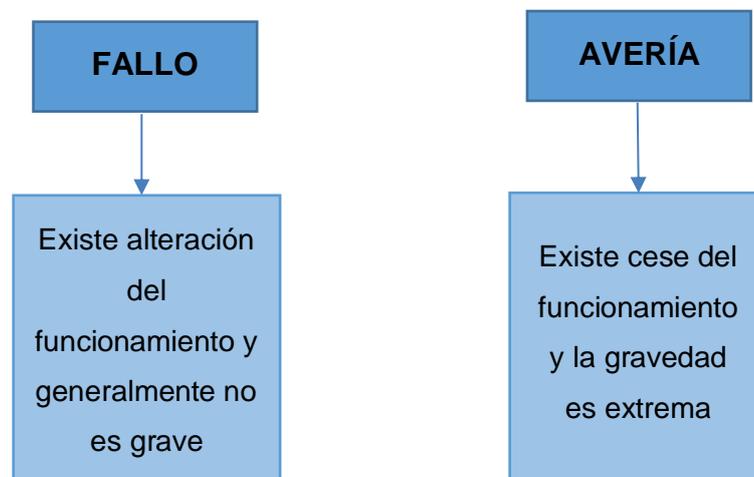


Figura 8. Diferencia entre fallo y avería

El mantenimiento correctivo es el más básico de todos y a su vez el más costoso; por lo tanto, se debe de evitar a toda costa.

B) Mantenimiento programado:

Es un tipo de mantenimiento correctivo en donde la parada del equipo no interfiere con la producción o con el servicio, no tiene carácter de urgencia. Por lo general se realiza en espacios de tiempo de parada, cambios de turno, fines de jornada o fines de semana, vacaciones del personal, etc.

C) Mantenimiento preventivo:

La norma de mantenimiento ANFOR X 60 010 afirma acerca del mantenimiento preventivo: “mantenimiento efectuado con la posibilidad de reducir la probabilidad de fallo de un bien o la degradación de un servicio prestado”

Por lo tanto, el mantenimiento preventivo se ejecuta antes de que se produzca el fallo o la avería, basándose en la prevención como el núcleo de su esencia.

Este tipo de mantenimiento se puede subdividir en 2 tipos:

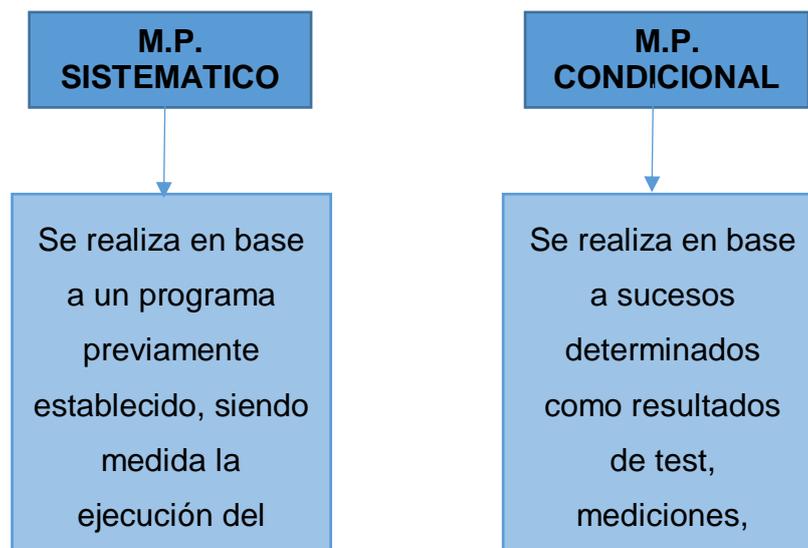


Figura 9. Tipos de mantenimiento preventivo

D) Mantenimiento predictivo:

Es el tipo de mantenimiento más técnico y avanzado que hay, requiere de conocimientos analíticos y técnicos, así como de equipos sofisticados.

Está basado en la inspección para determinar el estado y la operatividad de los equipos mediante el conocimiento de valores de variables tales como temperatura, presión vibración, etc.

Se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar consecuencias de las mismas.

1.1.2.7. Indicadores de la gestión del mantenimiento:

Con el fin de conocer la marcha del departamento de mantenimiento y saber si debemos o no realizar determinados cambios, debemos definir una serie de parámetros o indicadores, los cuales nos van a permitir evaluar los resultados que se están obteniendo en el área.

A) Disponibilidad total:

Es el indicador más importante en mantenimiento, ya que nos permite cuantificar cuánto tiempo el equipo está en condiciones de operar satisfactoriamente. Luego de optimizar este indicador obtendremos mayor rentabilidad y producción.

Su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

Una vez que tengamos la disponibilidad de cada uno de los equipos más significativos, procederemos a calcular la media aritmética para obtener la disponibilidad total de la planta. Por lo tanto, la fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Disponibilidad total} = \frac{\sum \text{Disponibilidad de equipos significativos}}{\text{N}^\circ \text{ de equipos significativos}}$$

B) Disponibilidad por averías:

A diferencia del primero este tipo de disponibilidad no considera las paradas programadas de los equipos, su fórmula es la siguiente:

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada por avería}}{\text{Horas totales}}$$

Al igual que en el caso anterior es necesario calcular la media aritmética de la disponibilidad por averías para así obtener un dato más generalizado.

C) Mean Time Between Failure (MTBF):

Nos indica el tiempo promedio entre dos fallas consecutivas, considerando el tiempo total operado y el número de fallas previstas.

Su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$MTBF = \frac{NOIT * HROP}{\Sigma NTMC}$$

- **NOIT:** Numero de equipos.
- **HROP:** Tiempo total de funcionamiento de los equipos.
- **NTMC:** Número total de fallos detectados en esos equipos.

D) Mean Time to Repair (MTTR):

Indica el tiempo promedio que toma la reparación de una falla imprevista; a su vez mide la eficiencia y la calidad en cuanto a las reparaciones.

Su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$MTTR = \frac{\Sigma HTMC}{NTMC}$$

- **HTMC:** Tiempo total de intervención correctiva de un conjunto de equipos.
- **NTMC:** Número total de fallos detectados en esos equipos.

E) Mean Time to Failure (MTTF):

Indica el tiempo medio hasta que se produce un fallo o avería.

Su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$MTTF = \frac{\Sigma HROP}{NTMC}$$

- **HROP:** Tiempo total de funcionamiento de los equipos.
- **NTMC:** Número total de fallos detectados en esos equipos.

F) Confiabilidad (Co):

Indica la probabilidad de que un equipo funcione adecuadamente bajo ciertas condiciones por un tiempo determinado. También se considera como el tiempo promedio de funcionamiento entre fallas:

Su cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$R = e^{\frac{-t}{MTBF}}$$

Asimismo, se puede calcular usando la siguiente formula:

$$Co = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

- **t:** Duración del periodo de análisis.
- **MTBF:** Tiempo medio entre fallas.
- **MTTR:** Tiempo medio de reparación.

G) Reparabilidad (R):

Indica la cantidad de esfuerzo que debemos realizar para conservar el funcionamiento normal o para restituir un equipo una vez que se ha presentado una falla.

Al igual que para la confiabilidad, también se utilizan intervalos de tiempo para su cálculo:

$$R = e^{\frac{-t}{MTTR}}$$

- t: Duración del periodo de análisis.
- MTTR: Tiempo medio para reparar.

1.1.2.8. Mantenimiento Productivo Total:

SEAS (2012) afirma: “El Mantenimiento Productivo Total (TPM), es un sistema japonés de mantenimiento industrial, el cual es desarrollado a raíz de ya conocido mantenimiento preventivo. Este sistema, nace en la década de los cincuenta en Japón, junto con otras ideas como el control de calidad, Ciclo Deming y otros conceptos surgidos en los Estados Unidos” (p.31).

El TPM se puede considerar como una estrategia ya que crea capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemáticas de las deficiencias en los sistemas operativos.

E JIPM (Instituto Japonés para el Mantenimiento de Planta) define al TPM como un sistema orientado a lograr:

- Cero defectos
- Cero averías
- Cero accidentes

El TPM asume que una maquina improductiva no puede ser aceptada puesto que produce pérdidas para la empresa; una maquina es improductiva cuando presenta las siguientes características:

- No trabaja al 100% de su capacidad.
- Se encuentra inoperativa debido a cambios que han de hacerse.
- Genera producto defectuoso.

El TPM se basa en 8 pilares los cuales se presentan en la página siguiente:

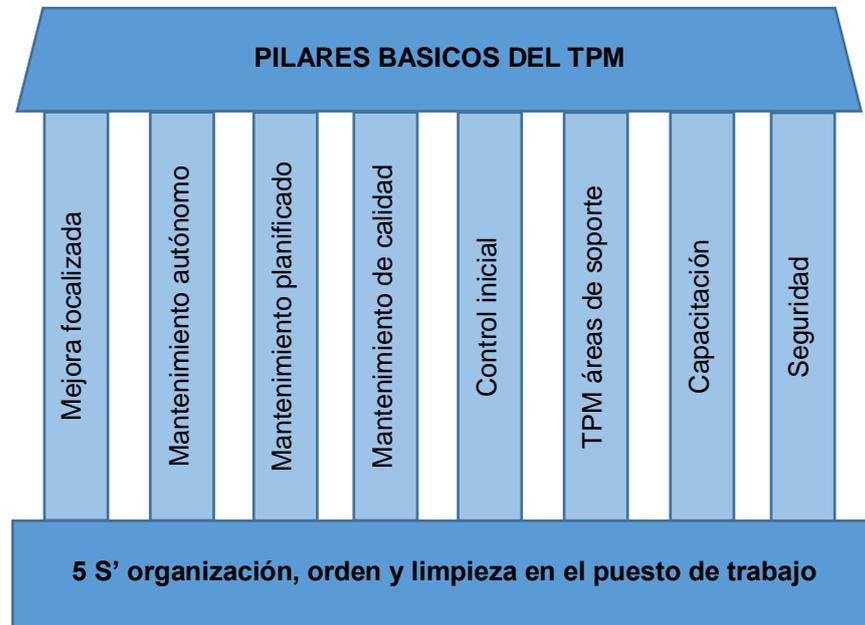


Figura 10. Pilares de Mantenimiento Productivo Total

A) Mejora focalizada:

Se trata de encontrar una oportunidad de mejora dentro de una planta, esta oportunidad puede eliminar o reducir algún desperdicio.

B) Mantenimiento autónomo:

Trata de integrar el trabajo del operador con el trabajo del operador de mantenimiento con el fin de lograr disminuir los desperdicios. El operador será capaz de realizar mantenimientos básicos, pero principalmente de reportar las fallas adecuadamente.

C) Mantenimiento planificado:

Es tener un buen mantenimiento preventivo para luego poder implementar una planificación de estos mantenimientos y posteriormente implementar un mantenimiento predictivo.

D) Mantenimiento de la calidad:

Se trata de integrar las posibles causas de los defectos en los productos, las cuales pueden ser:

- Problemas en la maquina
- Problemas en los materiales
- Problemas en los métodos
- Problemas del personal de operaciones

Con ello podemos identificar la causa raíz del defecto.

E) Control inicial:

Planear e investigar sobre nuevas máquinas que se puedan utilizar en la organización, para lo cual debemos diseñar o rediseñar procesos, verificar nuevos proyectos y ver la instalación y el arranque.

F) TPM en áreas de soporte:

Se trata de reforzar las funciones mejorando la organización y la cultura. Para ello se analiza la cadena de valor con el fin de encontrar oportunidades de mejora.

G) Capacitación:

La capacitación o formación debe de ser de acuerdo a lo que necesita la organización; por ello la planificación del plan de

capacitación debe salir de las oportunidades encontradas en el desempeño del personal.

H) Seguridad:

Se deben tener estudios de operatividad junto con estudios como análisis de riesgos laborales.

Para la implantación exitosa del TPM en una organización es necesario pasar por las fases que se muestran en la página siguiente:

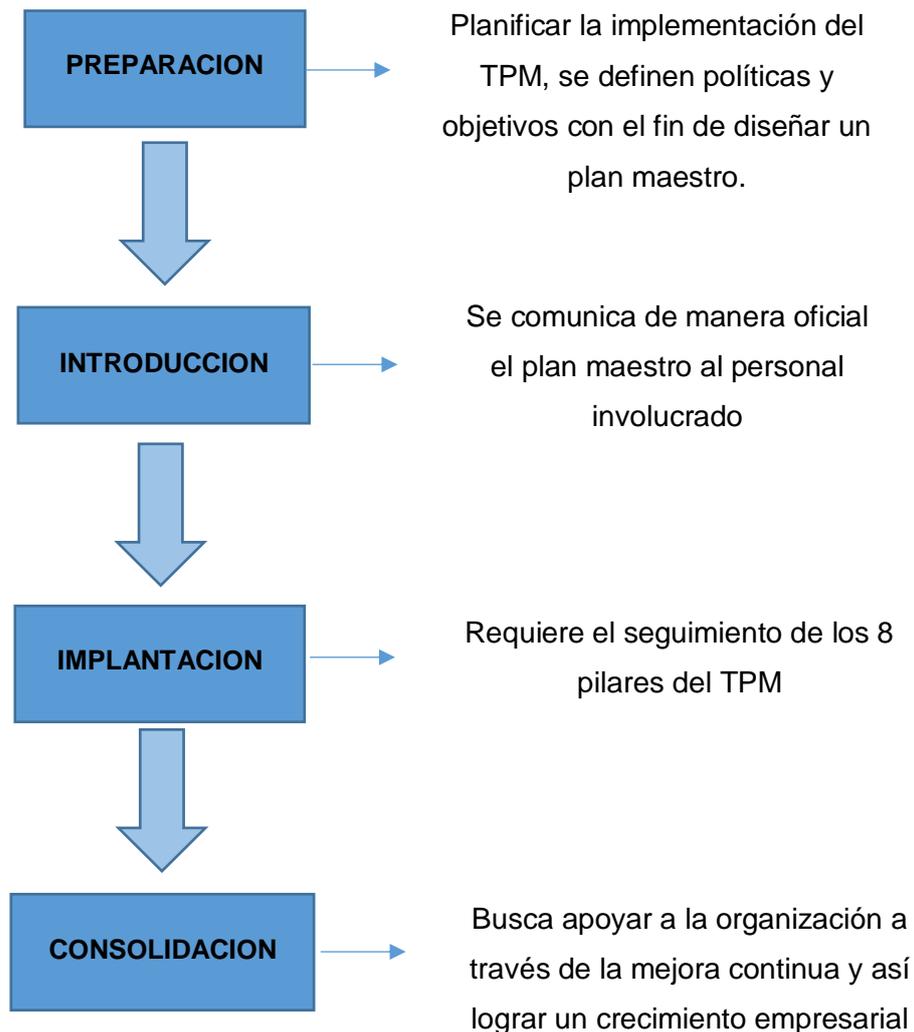


Figura 11. Fases en la implementación del TPM

1.1.2.9. Metodología 5 s:

Vargas (2006) afirma que las 5 S representan principios expresados con cinco palabras japonesas que empiezan con la letra S, las cuales componen esta metodología y que sus objetivos son los siguientes:

- Mejorar y mantener las condiciones de la organización, principalmente el orden y la limpieza.

- Mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, clima laboral, motivación del personal, eficiencia y en consecuencia la calidad, productividad y competitividad de la organización.

En el siguiente cuadro se resumen los conceptos de cada uno de los componentes de esta metodología:

Tabla 3
Etapas de las 5 S

DENOMINACION		CONCEPTO
ESPAÑOL	JAPONES	
Clasificación	Seiri	Separar innecesarios
Orden	Seiton	Situar necesarios
Limpieza	Seiso	Suprimir suciedad
Estandarizar	Seiketsu	Identificar anomalías
Disciplinar	Shitsuke	Seguir mejorando

Cruz (2010) propone el siguiente procedimiento para su implementación:

A) Clasificación:

Consiste en identificar la naturaleza de cada elemento, separar lo que realmente sirve de lo que no, identificar lo necesario y lo innecesario, ya sean herramientas, equipos, útiles o información.

En la página siguiente, se muestra un diagrama de flujo para esta etapa:

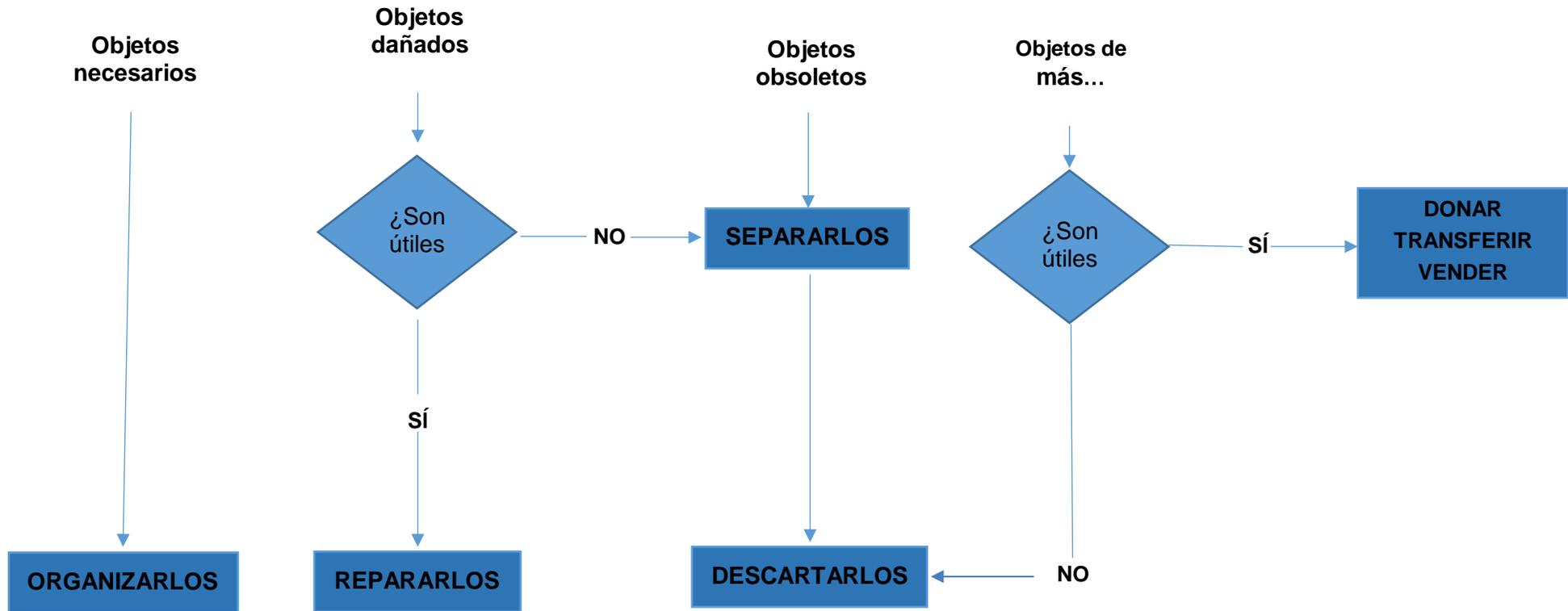


Figura 12. Procedimiento para clasificación

La herramienta más usada en esta etapa es la hoja de verificación en donde se puede plantear la naturaleza de cada elemento y si es necesario o no.

B) Orden:

Consiste principalmente en:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado necesario.
- Disponer de sitios debidamente identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Utilizar identificación visual de manera que permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición.
- Identificar el grado de utilidad de cada elemento, para realizar una disposición que disminuya movimientos innecesarios.

Las herramientas a utilizar son:

- Códigos de color
- Señalización
- Hojas de verificación

C) Limpieza:

Consiste principalmente en:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo
- Eliminar la brecha de diferencia entre un operario de proceso y de limpieza.
- Eliminar fuentes de contaminación, no solo la suciedad

Al hacer esto, se consigue:

- Aumentar la motivación de los colaboradores
- Aumentar el conocimiento sobre los equipos
- Aumentar la vida útil de los equipos
- Aumentar la calidad de los procesos

Las herramientas que se utilizan son:

- Hojas de verificación, inspección y limpieza
- ANDON (control visual)

D) Estandarización:

Consiste principalmente en:

- Mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzado con las tres fases anteriores a través de manuales, procedimientos y normas.
- Instruir a los colaboradores en el diseño de normas
- Utilizar moldes o plantillas para conservar el orden

Las herramientas a utilizar son:

- ANDON (control visual)
- Muestras patrón o plantillas
- Instrucciones y procedimientos

E) Disciplina:

Establecer una cultura en base a los estándares establecidos y logros alcanzados.

- Promover la filosofía de que todo puede hacerse mejor
- Enseñar con el ejemplo
- Hacer visibles los resultados de esta metodología

Las herramientas a utilizar son:

- Hoja de verificación 5 S
- Ronda 5 S

1.1.2.10. Proceso de capacitación:

Aquino y Arecco (1996) proponen el diagrama que se muestra en la página siguiente para la correcta ejecución de un plan de capacitación:

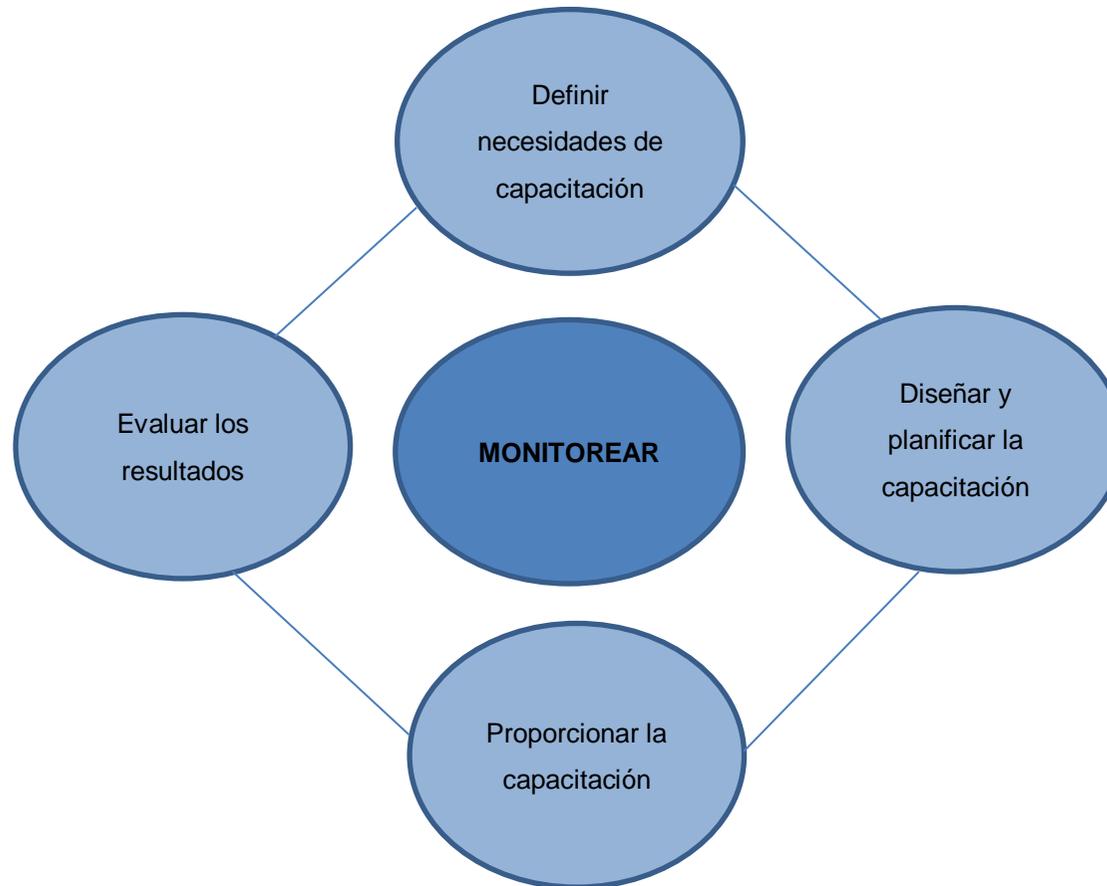


Figura 13. Fases del plan de capacitación

A) Evaluación y detección de necesidades de capacitación:

Se realiza cuando:

- Ingresan nuevos empleados
- Se pretende reducir el número de empleados
- Se cambian los procesos y métodos de trabajo
- Hay cambios en los programas de trabajo
- Hay una modernización de los equipos, maquinaria, aplicaciones, sistemas de información.

Una de las herramientas más usadas para la detección de necesidades de capacitación es el análisis de la brecha entre el perfil real (perfil de trabajador) y el perfil ideal (perfil de puesto), lo que se conoce con el nombre de brecha de desempeño.

El perfil del puesto o también llamado perfil ocupacional de puesto vacante, es un método de recopilación de requisitos y calificaciones personales exigidas para el cumplimiento satisfactorio de las tareas de un empleado dentro de una institución: nivel de estudios, experiencia, funciones del puesto, requisitos de instrucción y conocimientos, así como las aptitudes y características de personalidad requeridas.

Chiavenato (1998) propone el formato que se presenta en la página siguiente para la elaboración de un perfil de puesto:

PERFIL DE PUESTO	
1- Nombre de puesto:	
2- Funciones generales:	
3- Funciones específicas:	
4- Requerimientos académicos:	
5- Otros requerimientos:	
6- Requerimientos físicos:	

Figura 14. Formato para perfil de puesto

Este formato se debe de cotejar con el perfil del trabajador para obtener los puntos específicos en los que se debe enfatizar en las siguientes etapas del proceso.

Otros medios utilizados para el diagnóstico de las necesidades de capacitación son los siguientes:

- Observaciones
- Solicitud de gerencia
- Entrevistas
- Encuestas
- Test o exámenes
- Resultados de evaluación de desempeño
- Actualizaciones de descripción de cargo

B) Diseñar y planificar la capacitación:

Debe de enfocarse en los siguientes aspectos:

- Objetivos de la capacitación
- Deseo y motivación de la persona
- Principios del aprendizaje
- Características de los instructores

C) Proporcionar la capacitación:

Existen muchas formas de capacitar al personal; sin embargo, ninguna técnica es mejor que otra, la efectividad de la capacitación depende principalmente de:

- La efectividad respecto al costo
- El contenido del programa

- El ambiente donde de dictará la capacitación
- Las preferencias y la capacidad de los participantes
- Las preferencias y la capacidad del capacitador

Este formato se debe de cotejar con el perfil del trabajador para obtener los puntos específicos en los que se debe enfatizar en las siguientes etapas del proceso.

Otros medios utilizados para el diagnóstico de las necesidades de capacitación son los siguientes:

- Observaciones
- Solicitud de gerencia
- Entrevistas
- Encuestas
- Test o exámenes
- Resultados de evaluación de desempeño
- Actualizaciones de descripción de cargo

D) Evaluar los resultados:

Los 4 criterios básicos para evaluar una capacitación según Donald Kirkpatrick son:

- La reacción es la prueba de las sonrisas o la reacción del aprendiz, eso mide la satisfacción de los participantes en la experiencia de la capacitación.
- Lo aprendido evalúa la capacitación a través del grado del aprendizaje y si el participante adquirió o no nuevas habilidades y

conocimientos. También se toma en cuenta si sus actitudes y/o conocimientos cambiaron como resultado de la aplicación.

- El desempeño evalúa el efecto en el trabajo derivado de las nuevas habilidades aprendidas y de la adopción de nuevas actitudes las cuales modifican el comportamiento.

- El resultado trata de medir el efecto de la capacitación en los resultados de la organización. Estos pueden ser: reducir costos, aumentar utilidades, disminuir rotación de personal, etc.

1.1.2.11. Estrategia 5 Porqués:

De acuerdo a Gonzales Rodrigo; Jimeno Jorge (2012), la técnica de “los 5 por qué” (también llamada “escalera de porqués” o “los 5 porqués”) es un método de análisis basado en realizar preguntas para explorar las relaciones de causa-efecto que generan un problema en particular. El objetivo final de los 5 porqués es determinar la causa raíz de un defecto o problema para poder solucionarlo de forma eficaz.

Esta metodología se basa en un proceso de trazabilidad, donde se hacen preguntas para analizar las posibles causas del problema, caminando hacia atrás, hasta llegar a la última causa que originó el problema. Ten en cuenta que no tienen por qué ser exactamente 5 preguntas, sino que esto va a depender de la longitud y complejidad del proceso causal del problema.

De esta forma, con cada pregunta “¿por qué?” y su respectiva respuesta, iremos profundizando más en el problema y sus causas, hasta llegar a la causa origen o causa raíz.

1.1.2.12. Herramienta Brainstorming:

De acuerdo a la universidad de Champagnat (2015), el Brainstorming o tormenta de ideas Es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. La lluvia de ideas, es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado.

Se utilizará cuando haya necesidad de:

- Liberar la creatividad de los equipos
- Generar un numero extensos de ideas
- Involucrar oportunidades para mejorar

Nos permitirá lo siguiente:

- Plantear y resolver los problemas existentes
- Plantear posibles causas
- Plantear soluciones alternativas
- Desarrollar la creatividad
- Discutir conceptos nuevos
- Superar el conformismo y la monotonía

Finalmente se utiliza de la siguiente manera:

- A) Se define el tema o el problema.
- B) Se nombra a un conductor del ejercicio
- C) Antes de comenzar la “tormenta de ideas”, explicara las reglas.
- D) Se emiten ideas libremente sin extraer conclusiones en esta etapa.

- E) Se listan las ideas
- F) No se deben repetir
- G) No se critican
- H) El ejercicio termina cuando ya no existen nuevas ideas
- I) Se analizan, evalúan y organizan las mismas, para valorar su utilidad en función del objetivo que pretendía lograr con el empleo de esta técnica.

1.1.2.13. Flujo de caja:

De acuerdo a Moreno (2016). En su artículo El Flujo de Caja y su importancia en la toma de decisiones nos indica lo siguiente:

El Flujo de Caja es un informe financiero que presenta un detalle de los flujos de ingresos y egresos de dinero que tiene una empresa en un período dado. La diferencia entre los ingresos y los egresos se conoce como saldo o flujo neto, por lo tanto, constituye un importante indicador de la liquidez de la empresa. Si el saldo es positivo significa que los ingresos del período fueron mayores a los egresos (o gastos); si es negativo significa que los egresos fueron mayores a los ingresos

1.1.2.14. Valor Actual Neto (VAN):

De acuerdo a Velayos (2017) El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN).

El VAN sirve para generar dos tipos de decisiones: en primer lugar, ver si las inversiones son factibles y, en segundo lugar, ver qué inversión es mejor que otra en términos absolutos. Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

- $VAN > 0$: El valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- $VAN = 0$: El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.
- $VAN < 0$: El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

1.1.2.15. Tasa Interna de Retorno:

De acuerdo a Sevilla (2017) La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

El criterio de selección será el siguiente donde “k” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

- Si $TIR > k$, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
- Si $TIR = k$, estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.

- Si $TIR < k$, el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

1.1.3. Definición de términos:

A) Plan de mantenimiento:

El libro “Ingeniería del Mantenimiento” define al plan de mantenimiento como el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no, y que siguen algún tipo de criterio. El plan de mantenimiento incluye a una serie de equipos de la planta que habitualmente no son todos.

B) Indicador de mantenimiento:

El libro “Ingeniería del Mantenimiento” define a los indicadores de mantenimiento como valores determinados por una fórmula específica, los cuales nos permiten MEDIR la evolución de los aspectos más importantes que definen o determinan la calidad del plan de mantenimiento.

C) Degradación de un equipo:

La tesis titulada “Aplicación de nuevas técnicas de mantenimiento en un parque de maquinaria de un grupo de cimentaciones” define el concepto de degradación de un equipo como la disminución gradual de las características y cualidades de dicho equipo.

D) TPM:

Metodología que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de conceptos como: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas (ingenieriaindustrialonline, 2016).

E) Tasa de Descuento (COK):

El artículo COK costo de oportunidad de capital lo define como aquel porcentaje que los interesados en invertir en un proyecto o compañía exigen como la mínima rentabilidad para su participación. A su vez, tiene como referencia la rentabilidad y riesgo similar de otras opciones de inversión y también es conocida como tasa de descuento.

1.2. Formulación del problema:

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora a través del uso de herramientas de Ingeniería Industrial sobre los costos de la empresa ESTACION DON FERNANDO S.A.C.?

1.3. Objetivos:

1.3.1. Objetivo general:

Determinar el impacto del uso de herramientas de Ingeniería Industrial sobre los costos de la empresa ESTACION DON FERNANDO S.A.C.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Observar y realizar un diagnóstico de la problemática actual en las operaciones de la empresa ESTACION DON FERNANDO S.A.C. identificando las causas raíces que están generando costos elevados.
- Identificar las posibles herramientas de Ingeniería Industrial que se podrían usar para reducir los costos generados.
- Calcular la variación de los costos de la empresa ESTACION DON FERNANDO S.A.C. después del uso de herramientas de Ingeniería Industrial.
- Determinar la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora usando herramientas de Ingeniería Industrial.

1.4. Hipótesis:

La propuesta de mejora a través del uso de herramientas de Ingeniería Industrial reduce los costos de la empresa Estación Don Fernando S.A.C.

1.5. Variables:

1.5.1. Variable dependiente:

Costos de la empresa ESTACION DON FERNANDO S.A.C.

1.5.2. Variable independiente:

Propuesta de mejora a través del uso de herramientas de ingeniería industrial.

1.6. Operacionalización de variables:

Tabla 4
Operacionalización de las variables

VARIABLE	TIPO	DIMENSIONES	INDICADORES
La propuesta de mejora a través del uso de herramientas de Ingeniería Industrial	Variable Independiente	Medio ambiente	
		Derrame de combustible	Porcentaje de Merma
		Maquinas	
		Tiempo de parada excesivo	Mean Time to Repair (MTTR)
		Métodos	

		Manejo inadecuado de la descarga	Probabilidad de ocurrencia
		Mano de Obra	
		Desmotivación	Índice de Ausentismo (IA)
		Medición	
		Exceso de tiempo ocioso	Porcentaje de tiempo ocioso (%TO)
		Materiales	
		Grupo electrógeno obsoleto	Disponibilidad por cortes de energía eléctrica (% DCE)
Costos de la empresa ESTACION DON FERNANDO S.A.C.	Variable Dependiente	Económica	Costos anuales

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación:

2.1.1. Por la orientación:

Aplicada

2.1.2. Por el diseño de contrastación:

Diagnostica y propositiva

2.2. Materiales, instrumentos y métodos:

Para la elaboración de este trabajo de investigación, se utilizó principalmente el método de observación, el cual nos ayudó a identificar los principales problemas en el área de trabajo.

Asimismo, se realizó una breve encuesta a los trabajadores con la finalidad de seleccionar aquellos problemas más críticos y ahondar tanto en sus causas como repercusiones. A su vez se informó al gerente general sobre los temas a tratar y sobre los beneficios que la investigación traería tanto para la empresa como para los trabajadores.

Luego se realizó un diagrama de Ishikawa con el fin de hallar las causas raíces de las principales deficiencias encontradas y finalmente un diagrama de Pareto para conocer de dónde se origina el 80% de los problemas en la empresa.

2.3. Procedimiento:

2.3.1. Misión y Visión:

A) Misión:

Somos una empresa que combina el talento de la experiencia y las ganas de modernizar y prestar un mejor servicio a los consumidores finales.

B) Visión:

Convertirnos en un grupo consolidado con redes de estación de servicio.

2.3.2. Organigrama:

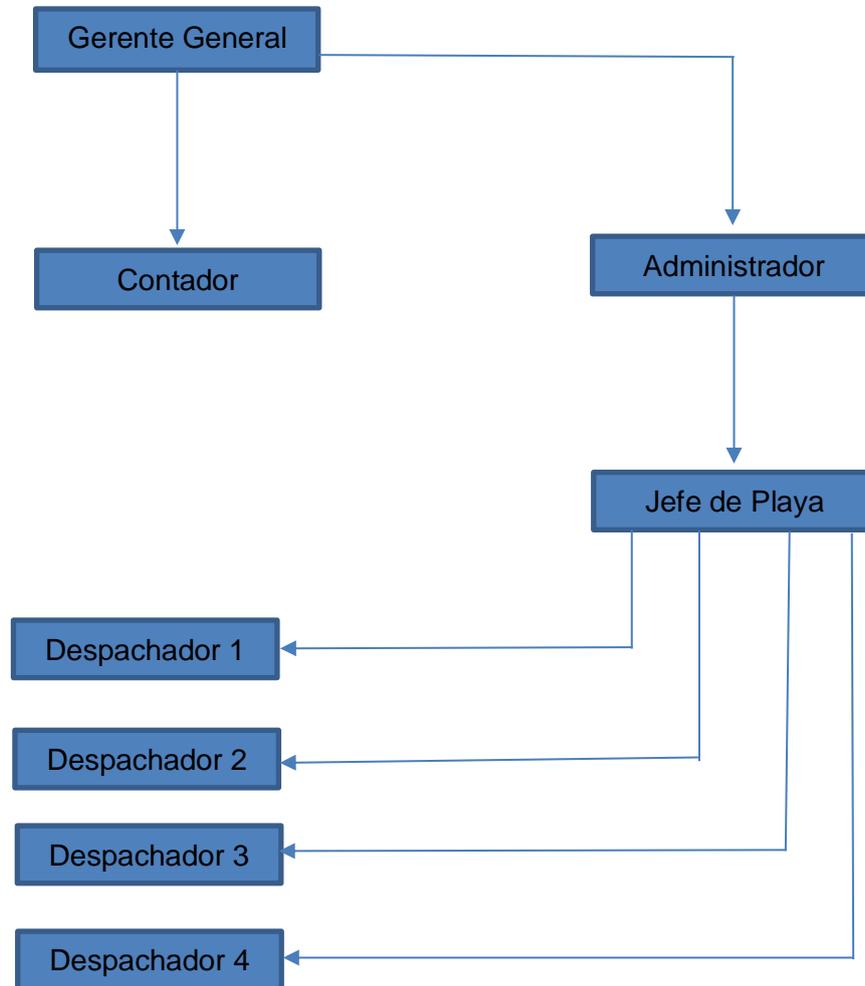


Figura 15. Organigrama

2.3.3. Distribución de la empresa:

2.3.3.1. Clientes:

- TRANSPORTES DE AGREGADOS ROMERO S.R.L.
- CORPORACION MARQUINA S.A.C.
- ARMAS GERVASIO
- PAREDES CHUMACERO

- AGROPECUARIA LAS PAMPAS E.I.R.L
- COMPANIA CONSTRUCTORA COMERCIALIZADORA Y SERVICIOS LEKERSA S.A.
- COSTA GAS TRUJILLO S.A.C.
- EMPRESA DE TRANSPORTE DON FERNANDO S.A.C.

2.3.3.2. Proveedores:

- COSTA GAS TRUJILLO S.A.C. (GLP)
- PETROLEOS DEL PERU – PETROPERU S.A.
- GRUPO REPSOL DEL PERU S.A.C.

2.3.4. Principales productos y/o servicios:

A) Gasolina:

Uno de los principales productos es la gasolina, cuya diferenciación depende del octanaje. El octanaje es una medida de la calidad y capacidad antidetonante de las gasolinas para evitar las detonaciones y explosiones en las máquinas de combustión interna.

- Gasolina 84 octanos
- Gasolina 90 octanos
- Gasolina 95 octanos

B) Gas Licuado de Petróleo (GLP):

Es la mezcla de gases licuados presentes en el gas natural o disuelto en el petróleo. Los componentes del GLP, aunque a temperatura y presión ambientales son gases, son fáciles de licuar, de ahí su nombre. En la práctica, se puede decir que los GLP son una mezcla de propano y butano.

C) Combustible Diesel:

También denominado gasoil, es un hidrocarburo líquido de densidad sobre 832 kg/m^3 ($0,832 \text{ g/cm}^3$), compuesto fundamentalmente por parafinas y utilizado principalmente como combustible en calefacción y en motores diésel.

2.3.5. Diagrama de proceso productivo:

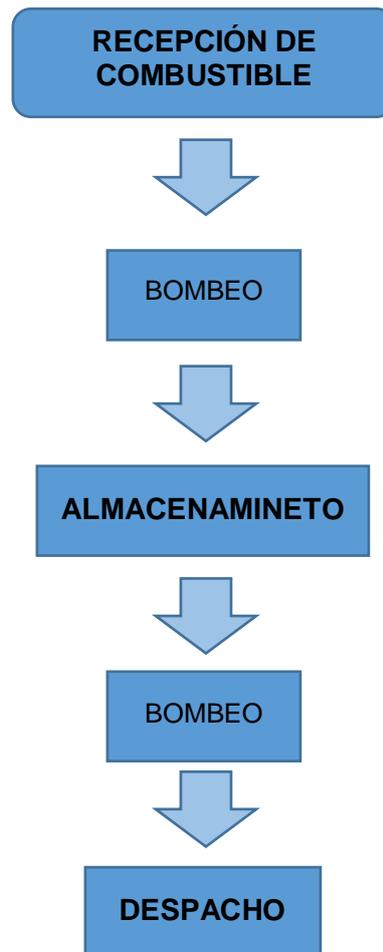


Figura 16. Diagrama de flujo de las operaciones

2.4. Diagnóstico de problemáticas principales

2.4.1. Diagrama de Ishikawa:

Para comenzar se pudo observar que al momento de la recepción de combustible ocurren derrames los cuales generan mermas cuyo promedio es de 0.88 galones por cada abastecimiento. Esto se debe a que los acoples

en las mangueras son muy antiguos y ya se encuentran obsoletos. Si se toma en cuenta el volumen total de merma generada de manera trimestral de cada tipo de combustible y se le multiplica por el precio de compra de estos mismos, se obtiene que la empresa genera un sobre costo de S/. 883.43 cada tres meses por este problema.

El mantenimiento preventivo de las maquinas surtidoras es realizado únicamente por el jefe de playa quien no conoce en lo absoluto ni el funcionamiento ni mucho menos los modos de falla de estos. A su vez cuando ocurre una avería menor, el personal tampoco se encuentra capacitado para poder dar una solución. Por lo que se recurre constantemente a servicios externos de mantenimiento correctivo. Tomando en cuenta la cantidad de averías trimestrales, el costo de la mano de obra externa y el costo de los insumos que se requieren para realizar el trabajo, se obtiene que la empresa incurre en un costo de S/. 4,000.00 trimestrales por este problema.

También se puede observar la inexistencia de procedimientos específicos para llevar a cabo la operación de descarga y almacenamiento de combustible. Esto se traduce en errores al momento de la recepción, abasteciéndose en los tanques equivocados y obligando a la empresa a hacer la limpieza total de estos. Teniendo en cuenta el volumen de combustible perdido, multiplicándolo por su precio unitario y por la cantidad de veces que se presentó este incidente, se obtiene que la empresa tuvo un sobre costo de S/ 53,525.00 en los últimos 3 meses a causa de este incidente.

Debido a que el área de trabajo se encuentra muy desordenada y con falta de limpieza, se genera un entorno poco agradable para trabajar. Según la pequeña encuesta realizada a los trabajadores, nos indicaron que eso influye de una u otra manera en su nivel de motivación, lo cual conduce a que se ausenten regularmente del trabajo. Eso mismo genera un costo de operativo innecesario de S/.415.38 trimestrales para la empresa ya que muchas veces los trabajadores presentan descansos médicos por lo que la empresa se ve obligada a pagar la jornada por más que no se encuentren allí

Otro gran inconveniente que se pudo observar es el exceso de tiempo muerto dentro de la jornada laboral de los despachadores de combustible; este tiempo representa en promedio en 44% del total de la jornada laboral. Si tomamos en cuenta el costo de contratación para la realización de otras actividades que los despachadores también estarían en capacidad de poder hacer, tales como: Limpieza y mantenimiento de los jardines y algunas tareas relacionadas a la parte de infraestructura y el costo salarial por hora de estos, llegamos a la conclusión que la empresa incurre en un costo de S/ 7.170.77 cada 3 meses por este motivo.

Finalmente, pudimos observar que la empresa solía contar con un equipo llamado grupo electrógeno, el cual se encargaba de suministrar energía eléctrica a la estación cuando ocurría algún corte. Sin embargo, debido al uso y a la falta de mantenimiento, este equipo quedo obsoleto, quedando la estación vulnerable ante cualquier corte de energía eléctrica. Tomando en cuenta el costo de oportunidad que genera un corte de energía, el cual dura en promedio 6 horas y la frecuencia con los que estos ocurrieron en los

últimos 3 meses, se llega a la conclusión de que la empresa incurre en un costo de S/. 10,400.00 trimestrales por este inconveniente.

En la página siguiente se presenta el diagrama de Ishikawa de la empresa, donde se identifican las principales causas de la inadecuada gestión.

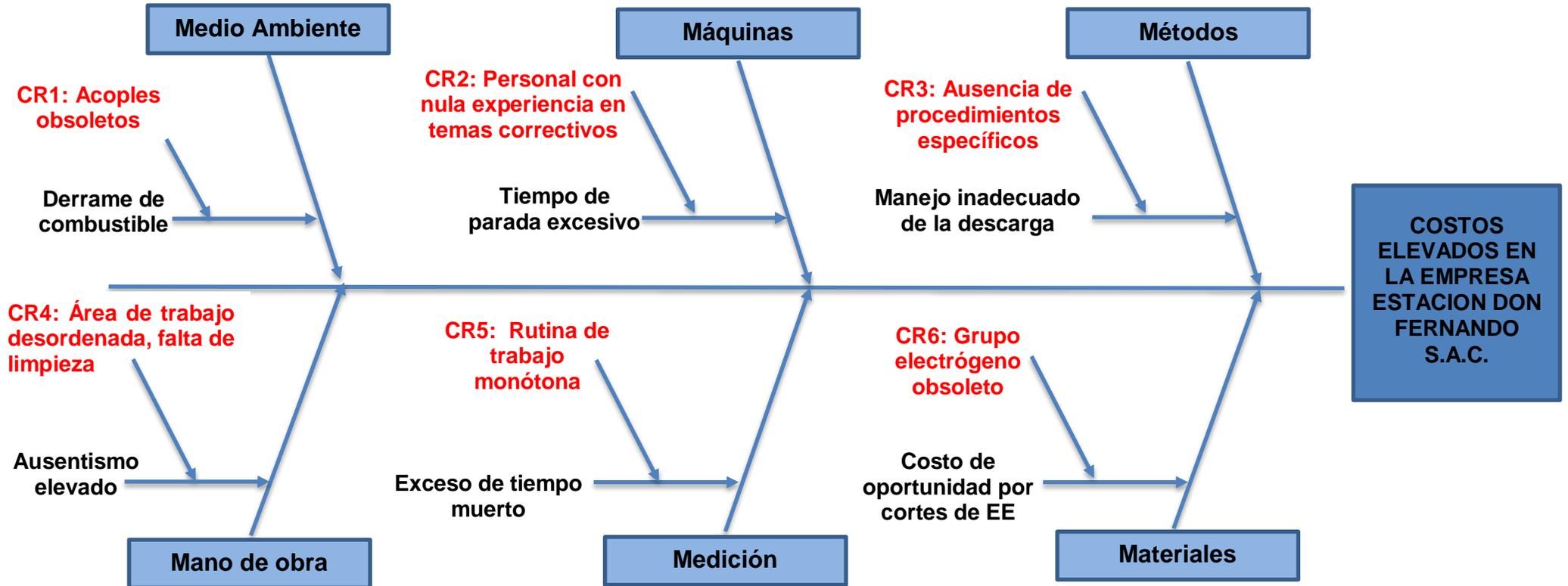


Figura 17. Diagrama de Ishikawa

2.4.2. Matriz de Priorización:

Tabla 5

Matriz de priorización

CAUSAS Resultados Encuestas	Mangueras de descarga obsoletas	Nula experiencia en temas correctivos por parte del personal	Ausencia de procedimientos específicos	Desorden y falta de limpieza	Rutina de trabajo monótona	Grupo electrógeno obsoleto
	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6
Despachador 1	2	2	3	3	2	3
Despachador 2	1	2	3	2	2	3
Despachador 3	1	2	3	3	2	3
Despachador 4	1	3	3	2	1	3
Despachador 5	2	3	2	3	2	2
Despachador 6	1	3	3	3	1	3
Jefe de playa	1	2	3	2	1	3
Administrador	2	2	3	2	2	3
	11	19	23	20	13	23

2.4.3. Diagrama de Pareto:

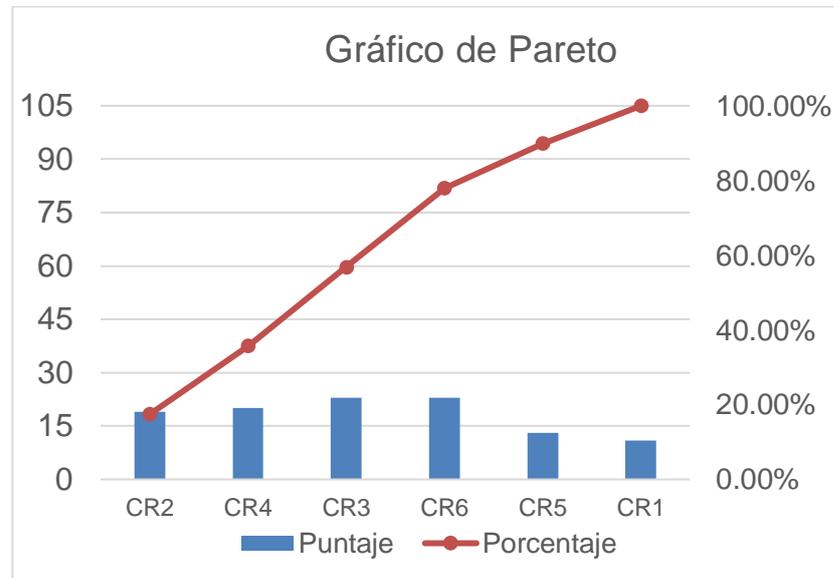


Figura 18. Grafico de Pareto

Se puede observar que tanto las causas raíz 2, 3, 4 y 6 son las que están generando el 80% de todos los problemas encontrados en la empresa Estación Don Fernando S.A.C. Por lo tanto, allí es donde debemos de poner el mayor énfasis. En la página siguiente se muestra el cuadro previo al diagrama de Pareto.

Tabla 6
Cuadro de Pareto

Cri	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
CR2	Personal con nula experiencia en temas correctivos	19	17.43%	19	17.43%
CR4	Desorden y falta de limpieza en área de trabajo	20	18.35%	39	35.78%
CR3	Ausencia de procedimientos específicos	23	21.10%	62	56.88%
CR6	Grupo electrógeno obsoleto	23	21.10%	85	77.98%
CR5	Rutina de trabajo monótona	13	11.93%	98	89.91%
CR1	Mangueras de descarga obsoletas	11	10.09%	109	100.00%
	TOTAL	109			

2.4.4. Matriz de indicadores:

Tabla 7

Matriz de indicadores

Cri	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN	VALOR ACTUAL	PÉRDIDA ANUAL	PÉRDIDA ANUAL META	BENEFICIOS ANUALES	HERRAMIENTA
CR2	Personal con nula experiencia en temas correctivos	Mean Time to Repair (MTTR)	$\frac{\text{Tiempo total de intervención correctiva}}{\# \text{ total de reparaciones}}$	Determina el tiempo promedio que demora la reparación de una avería	4.8	S/ 16,000.00	S/ 4,000.00	S/ 12,000.00	Plan de capacitación y mantenimiento autónomo
CR3	Ausencia de procedimientos específicos	Probabilidad de ocurrencia	$\frac{\# \text{ incidentes}}{\# \text{ total de abastecimientos}}$	Indica qué tan probable es que se almacene el producto en el tanque incorrecto.	8.33%	S/ 214,100.00	S/ 0.00	S/ 214,100.00	Mejoras Enfocadas, 5 Porqués, Hoja de Verificación
CR4	Desorden y falta de limpieza en área de trabajo	Índice de Ausentismo	$\frac{\text{Horas de ausentismo}}{\text{Horas trabajadas}}$	Indica de manera cuantitativa las ausencias del personal a su puesto de trabajo en un tiempo determinado	5.8%	S/ 1,661.54	S/ 553.85	S/ 1,107.69	Filosofía 5s, Hoja de Verificación
CR6	Grupo electrógeno obsoleto	% de disponibilidad de la estación por cortes de EE	$\frac{(H \text{ totales} - H \text{ de parada})}{H \text{ totales}}$	Cuantifica el tiempo que la estación está operativa tomando en cuenta los cortes de EE	99.4%	S/ 41,600.00	S/ 0.00	S/ 41,600.00	Brainstorming
TOTAL						S/ 273,361.54	S/ 4,553.85	S/ 268,807.69	

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Causa raíz 2:

3.1.1. Explicación para la causa raíz 2:

Esta causa raíz se va a enfocar en los principales equipos de la estación, siendo estas las máquinas despachadoras de combustible. Si una de estas máquinas falla, se genera un costo de oportunidad para la empresa ya que se está dejando de vender. Igualmente genera tiempo muerto ya que el encargado de la máquina (el despachador) se encuentra desocupado mientras se genera el mantenimiento correctivo de esta y ni hablar de los costos incurridos por mantenimiento correctivo.

A continuación, se muestra un cuadro con los costos en los que la empresa incurre trimestralmente a causa de las averías en las máquinas surtidoras.

Tabla 8
Costo de MC

COSTOS DE MANTENIMIENTO POR AVERÍA	
Mano de Obra Externa	S/. 300.00
Insumos	S/. 100.00

Tabla 9
Sobrecosto por averías

CÁLCULO DEL COSTO TRIMESTRAL DE MANTENIMIENTO (SIN IMPLEMENTACIÓN)				
SURTIDOR	# AVERÍAS EN LOS ÚLTIMOS 3 MESES	MANO DE OBRA	INSUMOS	COSTO TOTAL
1 (líquidos)	2	S/. 600.00	S/. 200.00	S/. 800.00
2 (líquidos)	2	S/. 600.00	S/. 200.00	S/. 800.00
3 (Petróleo)	3	S/. 900.00	S/. 300.00	S/. 1,200.00
4 (GLP)	2	S/. 600.00	S/. 200.00	S/. 800.00
5 (GLP)	1	S/. 300.00	S/. 100.00	S/. 400.00
				S/. 4,000.00

Como podemos observar la empresa tiene un costo de mantenimiento de S/. 4,000 cada trimestre por no contar con un personal capacitado por lo menos en cuestiones básicas de mantenimiento correctivo. Esto implica que al año la empresa incurra en un costo por mantenimiento correctivo de S/. 16, 000.00

A continuación, vamos a calcular en indicador “Mean Time To Repair” el cual no indica el tiempo promedio de reparación de una avería y mide qué tan eficiente es la gestión del mantenimiento.

En la página siguiente, se muestra un cuadro con la recopilación de las averías que se presentaron en el último trimestre en la empresa Estación Don Fernando S.A.C.

Tabla 10
Averías sin implementación

REGISTRO DE LAS AVERÍAS DEL ÚLTIMO TRIMESTRE (SIN IMPLEMENTACIÓN)				
Fecha	Surtidor	Tiempo logístico (horas)	Intervención correctiva (horas)	Tiempo Total (horas)
8-May	5 (GLP)	4	0.5	4.5
12-May	1 (LÍQUIDOS)	5	0.5	5.5
19-May	2 (LÍQUIDOS)	5	0.5	5.5
23-May	3 (PETRÓLEO)	5	0.5	5.5
15-Jun	4 (GLP)	4	0.5	4.5
18-Jun	3 (PETRÓLEO)	5	0.5	5.5
29-Jun	1 (LÍQUIDOS)	4	0.5	4.5
30-Jun	3 (PETRÓLEO)	4	0.5	4.5
2-Jul	2 (LIQUIDOS)	3	0.5	3.5
6-Jul	4 (GLP)	4	0.5	4.5
			TOTAL	48

Tabla 11
MTTR sin implementación

CÁLCULO DEL INDICADOR MTTR	
TIEMPO TOTAL DE INTERVENCIÓN CORRECTIVA (HORAS)	48
# DE REPARACIONES EN EL ÚLTIMO TRIMESTRE	10
MEAN TIME TO REPAIR (MTTR)	4.8

Como podemos observar, en promedio se tarda más de 4 horas en arreglar una avería; lo cual implica la mitad de una jornada laboral.

3.1.2. Solución propuesta:

Después de lo que ya hemos analizado en el punto anterior, se ha creído conveniente implementar un pilar de la metodología Mantenimiento Productivo Total denominado “Mantenimiento Autónomo”.

A su vez también se ha decidido incluir dentro de la implementación una capacitación a los despachadores enfocada en la temática de mantenimiento correctivo y preventivo de máquinas dispensadoras de combustible modelo Tokheim Premier B.

El procedimiento propuesto por SEAS (2012) en su libro titulado “Gestión del mantenimiento I” propone 2 pasos para la implementación de este pilar.

A) Realizar limpieza inicial:

Indica que lo primero es realizar una limpieza exhaustiva de los equipos. Es por ello que es necesario mostrar a los despachadores, los beneficios que esta generaría.

Para la ejecución de esta etapa se proporcionó los siguientes materiales para los despachadores

- Brochas
- Paños de limpieza
- Cepillos domésticos
- Fibra esponjas
- Spray limpiador de aire a presión

Dichos materiales están controlados por el departamento comercial y están presupuestados para que sean consumidos mensualmente.

A su vez se tomarán medidas las cuales harán que las actividades de verificación de las condiciones de los surtidores sean más fáciles y seguras. Estas actividades son:

- Minimizar la dispersión de óxido y polvo en los surtidores de combustible
- Ajustar las partes sueltas de los equipos
- Cambiar las mangueras que se encuentren rotas o deterioradas
- Completar tornillería

B) Inspección general de los equipos:

Los operarios de los equipos, en este caso los despachadores deben de ser instruidos en los aspectos técnicos de las maquinas surtidoras con el fin de que puedan encargarse del mantenimiento ellos mismos. De esta manera de da sentido al pilar de mantenimiento autónomo del TPM.

Esto se logra mediante la implementación de un plan de capacitación:

Para la correcta implementación del plan de capacitación se tomará en cuenta el procedimiento propuesto por Aquino y Arecco (1996) en su libro titulado: Recursos humanos. Dicho procedimiento consta de 4 etapas.

B.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación:

Para esta etapa se analizará el perfil real (perfil del trabajador) y el perfil ideal (perfil del puesto), cuyas diferencias serán los puntos en donde hay que realizar la capacitación.

En la siguiente página se muestra el perfil real e ideal de puesto

PERFIL REAL DE PUESTO
1- Nombre de puesto:
Despachador de combustible
2- Funciones generales:
<p>Suministrar combustibles líquidos y GLP a los vehículos que acuden a la estación utilizando los vehículos y materiales requeridos para brindar con eficiencia los servicios solicitados por los clientes.</p>
3- Funciones específicas:
<p>Llenar los tanques de combustible de vehículos medianos y pesados.</p> <p>Llevar un control del volumen de combustible suministrado</p> <p>Llenar reportes periódicos de las tareas asignadas</p> <p>Mantener limpios y en orden los equipos y el sitio de trabajo</p>
4- Requerimientos académicos:
5- Otros requerimientos:
Secundaria completa
6- Requerimientos físicos:
<p>El trabajo amerita un esfuerzo físico de estar parado constantemente y trabajar en posición difícil esporádicamente</p>

Figura 19. Perfil real de puesto

PERFIL IDEAL DE PUESTO
1- Nombre de puesto:
Despachador de combustible
2- Funciones generales:
Suministrar combustibles líquidos y GLP a los vehículos que acuden a la estación utilizando los vehículos y materiales requeridos para brindar con eficiencia los servicios solicitados por los clientes.
3- Funciones específicas:
<p>Llenar los tanques de combustible de vehículos medianos y pesados.</p> <p>Llevar un control del volumen de combustible suministrado</p> <p>Llenar reportes periódicos de las tareas asignadas</p> <p>Mantener limpios y en orden los equipos y el sitio de trabajo</p> <p>Realizar mantenimiento correctivo y preventivo básico a los equipos.</p>
4- Requerimientos académicos:
Secundaria completa
5- Otros requerimientos:
6- Requerimientos físicos:
El trabajo amerita un esfuerzo físico de estar parado constantemente y trabajar en posición difícil esporádicamente.

Figura 20. Perfil ideal de puesto

Los despachadores de combustible que laboran en la estación cumplen con todos los requerimientos para el puesto, excepto con la función específica de brindar un mantenimiento correctivo y preventivo básico a las máquinas surtidoras, lo cual ocasiona numerosas contrataciones externas para realizar dicho mantenimiento, así como paradas prolongadas en el servicio.

En base a esta necesidad, se tomó la decisión de enfocar el plan de capacitación en lecciones puntuales acerca del mantenimiento correctivo y preventivo de las máquinas surtidoras para así evitar la constante recurrencia a la contratación de servicios externos a la empresa.

B.2. Objetivos de la capacitación:

- a) Preparar al personal para la ejecución inmediata y eficiente de todas las tareas propias del cargo.
- b) Proporcionar conocimientos al personal para el continuo desarrollo en sus cargos actuales.
- c) Mejorar el clima laboral de la estación a través de la mejora en la actitud y la motivación del personal.
- d) Mejorar los sistemas, procedimientos y métodos de trabajo.
- e) Reducir la ausencia y la rotación del personal por falta de conocimientos.
- f) Reducir costos por mantenimiento correctivo de las máquinas surtidoras.

g) Reducir la pérdida de horas hombre.

B.3. Cronograma y duración:

El cuadro con los detalles del plan de capacitación se muestra a continuación:

Tabla 12
Cronograma de capacitación

Acción	
Entrenamiento en mantenimiento correctivo de máquinas surtidoras de combustible modelo Tokheim Premier B	
Objetivo	Duración
Al culminar el entrenamiento los trabajadores tendrán la capacidad de realizar un mantenimiento correctivo básico a las máquinas surtidoras con el fin de reducir los costos por mantenimiento y el MTTR	4 días
	De interés para
	Despachador y jefe de playa
Preparación necesaria	Composición del grupo
Secundaria completa	1 solo grupo con todos los participantes
Programa	
Día 1: Introducción y funcionamiento de los surtidores Tokheim Premier B	
Día 2: Mantenimiento correctivo básico de surtidores Tokheim Premier B	
Día 3: Reemplazo de partes accesorias de surtidores Tokheim Premier B	
Día 4: Mantenimiento preventivo básico de surtidores Tokheim Premier B	
Prácticas	
Se evaluará la capacitación mediante el planteamiento de casos específicos los cuales pondrán a prueba los conocimientos adquiridos durante el entrenamiento	
Metodologías	
Exposición por parte del capacitador mediante el uso de un proyector multimedia y demostraciones en planta	

B.4. Resultados antes y después:

Mediremos el impacto del uso de estas herramientas de ingeniería industrial sobre los costos de mantenimiento correctivo de la empresa a través del cálculo del nuevo valor después de que lo mencionado anteriormente haya sido implementado.

Asimismo, el indicador que nos dará a conocer el impacto de la capacitación sobre la gestión del mantenimiento será el Mean Time To Repair (MTTR), el cual mide la eficiencia y la calidad en cuanto a las reparaciones.

Se pudo observar que el tiempo promedio para la reparación de cualquier avería era de 4.8 horas tomando en cuenta la disponibilidad del servidor externo y los tiempos logísticos y administrativos.

Luego de ser aplicado el programa de capacitación se supone que se anularán los tiempos logísticos y administrativos ya que serán los mismos operarios quienes se encargarán del mantenimiento correctivo básico de las maquinas surtidoras. Por lo tanto, si se toman en cuenta la misma frecuencia con la que ocurren las averías menores, el nuevo registro y el nuevo valor del MTTR después de la implementación de la capacitación quedaría como el que se muestra en la página siguiente:

Tabla 13
Averías con implementación

REGISTRO DE LAS AVERÍAS DEL ÚLTIMO TRIMESTRE (CON IMPLEMENTACIÓN)				
Fecha	Surtidor	Tiempo logístico (horas)	Intervención correctiva (horas)	Tiempo Total (horas)
8-May	5 (GLP)	0	0.5	0.5
12-May	1 (LÍQUIDOS)	0	0.5	0.5
19-May	2 (LÍQUIDOS)	0	0.5	0.5
23-May	3 (PETRÓLEO)	0	0.5	0.5
15-Jun	4 (GLP)	0	0.5	0.5
18-Jun	3 (PETRÓLEO)	0	0.5	0.5
29-Jun	1 (LÍQUIDOS)	0	0.5	0.5
30-Jun	3 (PETRÓLEO)	0	0.5	0.5
2-Jul	2 (LIQUIDOS)	0	0.5	0.5
13-Jul	4 (GLP)	0	0.5	0.5
			TOTAL	5

Tabla 14
MTTR con implementación

CÁLCULO DEL INDICADOR MTTR	
TIEMPO TOTAL DE INTERVENCIÓN CORRECTIVA (HORAS)	5
# DE REPARACIONES EN EL ÚLTIMO TRIMESTRE	10
MEAN TIME TO REPAIR (MTTR)	0.5

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar, el valor del indicador MTTR se ha reducido en 89.5% y eso indica una importante mejora en la gestión del mantenimiento de las máquinas surtidoras de combustible.

Asimismo, presentaremos el cuadro en donde se podrá observar que después de la implementación, el costo por mantenimiento en el que la empresa incurriría sería solo de S/. 1,000.00 trimestrales o S/. 4,000.00 anuales; lo cual indica una reducción significativa de S/. 3,000.00.

Tabla 15
Sobrecosto por averías con implementación

CÁLCULO DEL COSTO TRIMESTRAL POR AVERÍAS (CON IMPLEMENTACIÓN)				
SURTIDOR	# AVERÍAS EN LOS ÚLTIMOS 3 MESES	MANO DE OBRA	INSUMOS	COSTO TOTAL
1 (líquidos)	2	S/. 0.00	S/. 200.00	S/. 200.00
2 (líquidos)	2	S/. 0.00	S/. 200.00	S/. 200.00
3 (Petróleo)	3	S/. 0.00	S/. 300.00	S/. 300.00
4 (GLP)	2	S/. 0.00	S/. 200.00	S/. 200.00
5 (GLP)	1	S/. 0.00	S/. 100.00	S/. 100.00
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
				S/. 1,000.00

3.2. Causa raíz 4:

3.2.1. Explicación de la causa raíz 4:

Se pudo observar también que en la empresa se observa un alto índice de ausentismo; es por ello que se hizo una pequeña encuesta a cada despachador de combustible con el fin de averiguar el por qué.

La mayoría respondió de que tenía muy poca motivación para ir a trabajar o veían la jornada muy aburrida y que el entorno no era el más atractivo. También cabe mencionar que la mayor parte de ellos tiene un contrato indefinido con la empresa y es por ello que es complicado hacer un reemplazo con el personal.

Volviendo al punto anterior, procederemos a calcular el índice de ausentismo en la empresa antes de proponer una solución.

Para ello usaremos los datos que nos proporcionó la gerencia sobre las horas trabajadas en el último trimestre y la cantidad de faltas de los despachadores.

Tabla 16
Índice de ausentismo sin implementación

ÍNDICE DE AUSENTISMO TRIMESTRAL (SIN IMPLEMENTACIÓN)				
Despachador	Jornada mensual (horas)	Faltas trimestrales (días)	Ausentismo trimestral (horas)	Índice de ausentismo
Despachador 1	208	2	16	7.7%
Despachador 2	208	1	8	3.8%
Despachador 3	208	1	8	3.8%
Despachador 4	208	2	16	7.7%
Despachador 5	208	1	8	3.8%
Despachador 6	208	2	16	7.7%
				5.8%

Como se observa el índice es relativamente alto; y el problema se agrava más si consideramos que cada vez que hay una falta la empresa tiene que pagarles como si realmente hubiesen ido a trabajar ya que la mayor parte de las faltas están justificadas con descansos médicos.

Si consideramos esto, tenemos los siguientes resultados:

Tabla 17
Costo de oportunidad por ausentismo

COSTO POR AUSENTISMO (SIN IMPLEMENTACIÓN)			
Despachador	Ausentismo trimestral (horas)	Costo de MO por hora	Costo de oportunidad trimestral
Despachador 1	16	S/ 5.77	S/ 92.31
Despachador 2	8	S/ 5.77	S/ 46.15
Despachador 3	8	S/ 5.77	S/ 46.15
Despachador 4	16	S/ 5.77	S/ 92.31
Despachador 5	8	S/ 5.77	S/ 46.15
Despachador 6	16	S/ 5.77	S/ 92.31
			S/ 415.38

Se puede observar que la empresa incurre en un costo operativo innecesario de S/. 415.38 trimestrales por ausentismo o S/. 1661.54 al año.

3.2.2. Solución propuesta:

Después de lo que hemos analizado, se ha creído conveniente implementar la metodología de las 5S para dar solución a este problema, mejorar entorno laboral, aumentar la motivación en los trabajadores y disminuir el índice de ausentismo.

En esta sección se describe la planificación preliminar y la ejecución en sí del programa. Se tomará como guía el procedimiento propuesto por

Cruz (2010) en su libro titulado “Manual para la implementación sostenible de las 5 S”

Antes de su ejecución se realizó una charla con todos los trabajadores del área de manera que puedan tener una idea del procedimiento que se ejecutará y de los beneficios que este traerá para ellos y para la empresa. Sin embargo, antes de realizar la metodología propuesta, se realizó una fase preliminar la cual se muestra a continuación.

A) Planificación preliminar:

A.1) Compromiso de la alta dirección:

Tomando en cuenta el organigrama de la empresa podemos considerar como parte de la alta dirección al gerente general de la empresa. El objetivo de esta etapa es que el gerente comprenda sobre los beneficios y la importancia de la implementación del programa 5s y de esta manera se pueda comprometer con proveer los recursos financieros necesarios para la implementación.

A.2) Comité 5s

Se conforma un comité encargado de gestionar la implementación y ejecución del programa 5s. Estará conformado por el gerente general, administrador y jefe de playa.

Este comité será el encargado de realizar las tareas mostradas a continuación:

Tabla 18
Actividades del comité 5s

FASE	TAREAS
Planificar	Planificar actividades de trabajo
	Gestionar recursos necesarios
	Controlar y gestionar costos
	Comunicar a las partes involucradas las actividades planificadas
Hacer	Dirigir reuniones del comité 5s
	Planificar los programas de capacitación
	Incentivar el trabajo en equipo
	Realizar y dirigir las actividades de ejecución del programa
Verificar	Dar seguimiento a las actividades de trabajo
	Analizar los resultados obtenidos por parte de los indicadores
	Realizar inspecciones y auditorías internas
Actuar	Tomar acciones correctivas de ser necesario
	identificar nuevas oportunidades de mejora

Fuente: Elaboración propia

A.3) Difusión De las 5s:

Parte del compromiso de la alta dirección consiste en realizar la difusión de los objetivos propuestos y de las decisiones tomadas a todo el personal. Luego el comité debe de elaborar el cronograma y el detalle de las actividades a realizar.

A.4) Planificación de las actividades:

Consiste en realizar un cronograma de las actividades a realizar durante la fase de ejecución para llevarlas a cabo de manera efectiva.

En otras palabras, se debe de realizar un plan de trabajo definido tal y como se muestra en la página siguiente:

Tabla 19
Diagrama de Gantt 5s

ACTIVIDAD	INICIO	FINAL	25-Jul	26-Jul	27-Jul	28-Jul	29-Jul	30-Jul	31-Jul	1-Ago	2-Ago	3-Ago	4-Ago	5-Ago	6-Ago	7-Ago	8-Ago	9-Ago	10-Ago	11-Ago	12-Ago	13-Ago	14-Ago	15-Ago	16-Ago	17-Ago	18-Ago	19-Ago	20-Ago	21-Ago	22-Ago		
			Identificación de elementos innecesarios	1-Ago	2-Ago																												
Ejecución de acciones correctivas	3-Ago	7-Ago																															
Estandarización del orden	8-Ago	11-Ago																															
Implementación del control visual	12-Ago	14-Ago																															
Limpeza inicial	15-Ago	21-Ago																															
Elaboración de manuales de limpieza	22-Ago	22-Ago																															
Elaboración de checklist para orden y limpieza	23-Ago	24-Ago																															
Establecimiento de políticas de orden y limpieza	25-Ago	27-Ago																															
Elaboración de formato de inspección final	28-Ago	29-Ago																															

A.5) Capacitación:

Se realiza un plan de capacitación interna con el fin de transmitir los conocimientos y las bases sobre las 5s a todos los trabajadores. A continuación, se presenta el formato de plan de capacitación:

Tabla 20
Plan de capacitación 5s

PLAN DE CAPACITACIÓN 5S			
Sesión	Agenda	Objetivo	Responsable
1	Introducción a las 5s	Transmitir las bases teóricas sobre las 5s a los despachadores de combustible.	Jefe de playa
2	Importancia de las 5s	Dar a conocer de qué manera la implementación de las 5s va a impactar en la empresa y en el clima laboral.	Jefe de playa
3	Seiri	Dar a conocer cómo será la implementación de la primera S en la empresa.	Jefe de playa
4	Seiton	Dar a conocer cómo será la implementación de la segunda S en la empresa.	Jefe de playa
5	Seiso	Dar a conocer cómo será la implementación de la tercera S en la empresa.	Jefe de playa
6	Seiketsu & Shitsuke	Dar a conocer cómo será la implementación de la cuarta y quinta S en la empresa.	Jefe de playa
APROBADO POR			
FIRMA GERENTE GENERAL		FIRMA ADMINISTRADOR	FIRMA JEFE DE PLAYA

A continuación, se presenta el cronograma de todas las actividades a realizar durante la fase de planificación preliminar:

Tabla 21
Diagrama de Gantt preliminar

ACTIVIDAD	INICIO	FINAL	15-Jul	16-Jul	17-Jul	18-Jul	19-Jul	20-Jul	21-Jul	22-Jul	23-Jul	24-Jul
Reunión con la alta dirección	15-Jul	15-Jul										
Revisión de los resultados obtenidos	15-Jul	15-Jul										
Establecer objetivos	15-Jul	15-Jul										
Presentación de las fases y etapas de las 5s	16-Jul	16-Jul										
Conformar comité	17-Jul	17-Jul										
Difusión de 5s	17-Jul	17-Jul										
Planificación de actividades	18-Jul	18-Jul										
Sesión 1	19-Jul	19-Jul										
Sesión 2	20-Jul	20-Jul										
Sesión 3	21-Jul	21-Jul										
Sesión 4	22-Jul	22-Jul										
Sesión 5	23-Jul	23-Jul										
Sesión 6	24-Jul	24-Jul										

B) Ejecución:

b.1. Desarrollo de la primera S:

El objetivo de esta etapa es el de retirar todos los elementos innecesarios del lugar de trabajo con el fin de generar un entorno con más espacio del que se disponía anteriormente. Se fijó el plazo de 1 semana para su ejecución.

Su desarrollo se llevó a cabo en tres pasos:

b.1.1. Identificación de elementos innecesarios:

Para su realización, se elabora un listado con todos los elementos encontrados en el área junto con su respectiva ubicación y de acuerdo a si son necesarios o no se procede a establecer las acciones correctivas correspondientes, las cuales pueden ser:

- Conservar
- Reubicar
- Organizar
- Desechar

b.1.2. Ejecución de acciones correctivas:

Del listado obtenido en el paso anterior, el cual se muestra a continuación, se ejecutaron las siguientes acciones correctivas:

Tabla 22
Acciones correctivas para clasificación

ELEMENTOS	UBICACION	ACCIONES CORRECTIVAS
Baldes	Playa	Organizar
Llaves de tubo		Organizar
Palanas		Organizar
Envases		Desechar
Pistolas		Desechar
Válvulas		Desechar
Balones de gas		Organizar
Bicicleta		Desechar
Faros		Desechar
Carreta		Conservar
Boquillas		Desechar
Sillas		Organizar
Ejes		Desechar
Llantas	Cochera	Conservar
Camioneta		Conservar
Calaminas		Organizar
Escaleras		Organizar
Cables		Desechar
Desmante		Desechar
Baterías		Organizar
Volquete		Reubicar
Motores		Organizar
Mangueras		Desechar

Picos		Organizar
Tablas		Desechar
Papelería	Oficina	Desechar
CPU's		Organizar
Maceteros		Reubicar
Frio bar		Reubicar
Ventilador		Conservar
Teclados		Desechar
Monitores		Organizar
Bidones vacíos		Desechar
Extintores		Conservar
Sillas		Organizar

b.1.3. Evaluación:

Se puede observar que el 86% de los elementos en la lista fueron organizados, reubicados o desechados.

En cuanto a la realización de la actividad, se mostró un gran interés por parte del personal con lo cual se culminó la tarea en el tiempo establecido de una semana y se cumplieron con los objetivos de la misma.

b.2. Desarrollo de la segunda S:

El objetivo de esta etapa es permitir que todos los elementos dentro del área sean fáciles de encontrar, ubicar y utilizar.

Esta etapa se llevará a cabo en tres pasos y se fijará un plazo de una semana para su ejecución.

b.2.1. Estandarización del orden:

Se utilizó un formato de implementación de orden, el cual se facilita a todos los trabajadores con el fin de que tengan presente la ubicación correcta de los elementos necesarios y la cantidad que se necesita en cada área de trabajo. Tal formato se presenta en la página siguiente y será colocado en las paredes de todas las áreas de la empresa.

Tabla 23
Formato de orden

IMPLEMENTACIÓN DE ORDEN ESTACIÓN DON FERNANDO S.A.C.		
AREA		
ELEMENTO	UBICACIÓN	CANTIDAD

b.2.2. Implementación de control visual:

Una vez ordenados los elementos de trabajo se procedió a establecer control visual para que los trabajadores puedan identificar fácilmente los lugares donde los elementos deben de ubicarse.

En oficina se adquirió pequeñas cestas con su respectiva etiqueta con el fin de ubicar de manera más rápida los elementos de mayor uso y de igual manera evitar que se pierdan ya que la mayoría de estos elementos son pequeños.

En almacén y en exteriores se adquirieron contenedores con el fin de ubicar las herramientas de mayor uso y de igual manera etiquetar cada uno de ellos. A su vez se aprovechó esta implementación para asignar un color a cada tanque contenedor de combustible con el fin de que la cisterna pueda hacer un despacho más rápido y más eficiente.

b.2.3. Evaluación:

Se ejecutó esta etapa en el plazo establecido de una semana ya que se observó que todos los trabajadores estaban comprometidos.

La imagen interna de la empresa mejoró considerablemente.

b.3. Desarrollo de la tercera S:

Se debe de tener en cuenta que la ejecución de esta etapa va más allá de la remoción de polvo. Esta etapa va asociada a la inspección ya que se trata de revisar cómo se encuentra toda el área (cochera, playa, almacén y oficina), para así evitar daños en los equipos electrónicos y mejorar el bienestar mental y físico de los trabajadores. Se fijó un plazo de 1 semana para culminar el primer paso y par de días más para culminar los otros dos.

Los pasos para su ejecución son los siguientes:

b.3.1. Ejecución de la limpieza del área:

La realizó por un equipo conformado por el jefe de playa y los despachadores quienes durante 2 horas diarias se dedicaron a identificar las principales fuentes de suciedad en el área y en los equipos electrónicos para luego ejecutar la limpieza en sí.

b.3.2. Elaboración de manuales de limpieza:

A la par que se realiza la ejecución de la limpieza, se elaboran los manuales de limpieza con las acciones que se deberán de realizar todos los días para mantener la limpieza en el área de trabajo. Estos manuales serán colocados en las paredes de toda la estación. Se elaboraron 3 formatos:

Dos formatos separados para interiores (oficina y almacén), los cuales fueron elaborados por el administrador de la estación ya que es quien pasa la mayor parte de su jornada en estos lugares.

Un formato para exteriores (cochera y playa), el cual fue elaborado por el jefe de playa.

En la página siguiente se muestran los manuales que se elaboraron

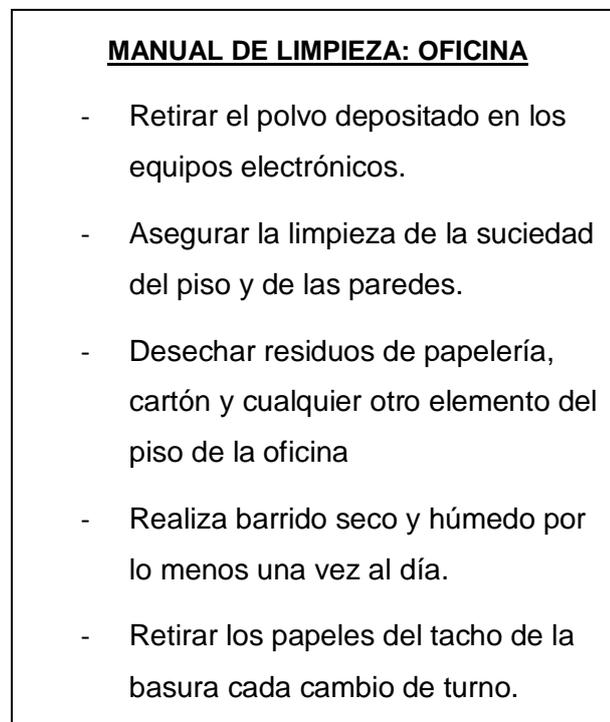


Figura 21. Manual de limpieza para oficina

MANUAL DE LIMPIEZA EXTERIORES

(PLAYA Y COCHERA)

- Retirar polvo, aceite, grasa depositada en los surtidores.
- Asegurar la limpieza de la suciedad en los cajones, surtidores, mesas, pisos y vidrios.
- Remover materias extrañas a lo largo de toda la superficie.
- Remover residuos de combustible, polvo o cualquier otra suciedad presente en el área a limpiar.

Figura 22. Manual de limpieza para exteriores

**MANUAL DE LIMPIEZA PARA
ALMACEN**

- Retirar el exceso de polvo mediante un barrido seco
- Realizar un barrido húmedo por lo menos una vez al día
- Asegurar la limpieza de la suciedad en los elementos que allí se encuentran
- Remover materias extrañas a lo largo de toda la superficie.

Figura 23. Manual de limpieza para almacén

b.3.3. Evaluación:

La etapa de limpieza en el área se realizó con sin mayor inconveniente ya que es una de las tareas más sencillas y no necesita ninguna capacidad técnica especializada. Se observó una colaboración por parte de todos los trabajadores y se culminó esta etapa en el plazo establecido.

Para concluir con esta etapa, se elaboró una lista de verificación cuyo formato será llenada por el administrador y jefe de playa en cada cambio de turno y luego entregadas a la gerencia. Esto es para mantener un control y realizar una correcta inspección sobre todos los elementos que se deben limpiar

Tabla 24
Checklist para limpieza

HOJA DE VERIFICACION - EVALUACION ORDEN Y LIMPIEZA		
Empresa:	Sección:	Fecha de Revisión:
Realizada por:		
OFICINA	SI	NO
¿Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni materiales innecesarios?		
¿Las características de los suelos, paredes y techos son tales que		

permiten su limpieza y mantenimiento?		
¿El pasillo y el interior de la oficina están libres de obstáculos?		
¿Están los elementos necesarios en su lugar?		
PLAYA Y COCHERA	SI	NO
¿Se encuentran limpios los surtidores de todo material innecesario?		
¿La superficie del área se encuentra libre de desperdicios?		
¿Las zonas de tránsito están libres de obstáculos?		
¿Se encuentra el área debidamente señalizada?		
ALMACEN	SI	NO
¿Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni materiales innecesarios?		
¿El interior del almacén se encuentra libre de obstáculos?		
¿El área se encuentra debidamente señalizada y ordenada?		

b.4. Desarrollo de la cuarta y quinta S:

De todas las etapas estas son las más importantes ya que son las que permitirán que la filosofía implantada perdure en el tiempo y forme parte

del diario vivir en la empresa. Se fijó el plazo de una semana para la implementación.

b.4.1. Establecimiento de políticas de orden y limpieza:

El objetivo de este paso es concientizar a los trabajadores de que existe una mejor forma de hacer sus tareas dentro de un ambiente limpio, ordenado y seguro. Las políticas fueron colocadas a lo largo de la empresa para el conocimiento de todos.

Las políticas se presentan a continuación:

- 1) Es OBLIGACION de TODOS conocer y aplicar las normas relacionadas al programa de mejoramiento 5 S.
- 2) Es TAREA de TODOS mantener el ambiente de trabajo LIMPIO y ORDENADO de acuerdo a la metodología 5 S. Dichas tareas son parte de las actividades regulares y no de actividades extraordinarias.
- 3) El jefe de área es responsable que TODOS LOS TRABAJADORES conozcan sobre la metodología 5 S, para lo cual debe vigilar permanentemente a su personal con el fin de garantizar el éxito en el proceso.
- 4) Se debe de entrenar al nuevo personal en la metodología 5 S a través de charlas de inducción. En caso del personal temporal, estos también deben de cumplir con cada una de las políticas establecidas.
- 5) Es OBLIGACION de cada trabajador, dejar y entregar su lugar de trabajo LIMPIO y ORDENADO al finalizar su turno.
- 6) Los trabajadores deberán de mantener en su puesto de trabajo solo lo necesario. De igual manera mantendrán los elementos de su puesto

de trabajo en excelente estado de conservación y notificarán en caso necesiten la reposición de alguno de ellos.

7) Las herramientas de trabajo, útiles, mesas, estantes, casilleros, cabinas, paredes, techos, lámparas deben de mantenerse correctamente limpias y/o pintadas.

8) Se deben de mantener en perfecto estado las señalizaciones del almacén.

D.2. Integrar las acciones de clasificar, ordenar y limpiar:

Para un óptimo seguimiento y control de las actividades programadas se utilizarán constantemente las listas de verificación mostradas en los puntos anteriores y se modificarás las mismas si es necesario.

b.4.2. Seguimiento y control:

Convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados es primordial para que los beneficios de esta filosofía perduren en el tiempo.

Para ello se hará uso de una hoja de inspección en donde se evalúa cada etapa de la implementación, es necesario que este paso sea realizado por el gerente de la estación y como mínimo una vez al mes.

El formato se presenta a continuación:

Tabla 25
Inspección final 5 S

INSPECCION FINAL 5 S				
Fecha:		Puntaje:	Evaluador:	Puntaje
5 S	#	Artículo chequeado	Descripción	
CLASIFICACION	1	Materiales o repuestos	¿Materiales o repuestos en almacén, playa o cochera	
	2	Maquinas u otros equipos electrónicos	Existencia innecesaria alrededor	
	3	Otras herramientas	Existencia innecesaria alrededor	
	4	Estándares	¿Existen estándares de limpieza?	
Subtotal:				
ORDEN	5	Indicadores de lugar	¿Existen áreas del almacén marcadas?	
	6	Indicadores de artículos	¿Indicaciones para elementos y sus lugares?	
	7	Indicadores de cantidad	¿Indicaciones para cantidades? (máximos y mínimos)	
	8	Herramientas	¿Poseen lugares claramente identificados?	
Subtotal:				
LIMPIEZ	9	Pisos	¿Pisos libres de desperdicios u otro tipo de material?	

	10	Equipos electrónicos y máquinas	¿Están los equipos libres de objetos y/o suciedad?	
	11	Limpieza e inspección	¿Se realiza inspección y mantenimiento de los equipos?	
	12	Hábito de limpieza	¿Los trabajadores limpian los pisos y máquinas regularmente?	
Subtotal:				
ESTANDARIZACION	13	Notas de mejoramiento	¿Se generan regularmente?	
	14	Ideas de mejoramiento	¿Se han implementado ideas de mejora?	
	15	Procedimientos clave	¿Usan procedimientos escritos, claros y actuales?	
	16	Plan de acción	¿Existe un plan futuro de mejoramiento para el área?	
	17	Primeras 3 S	¿Se mantiene el cumplimiento de las primeras 3 S?	
Subtotal:				
DISCIPLINA	18	Entrenamiento	¿Se conocen los procedimientos estándares?	
	19	Elementos de almacén	¿Se almacenan correctamente?	
	20	Control de inventario	¿Existe un control del inventario?	
	21	Procedimiento de inventario	¿Se revisa el inventario de manera regular?	

22	Descripción del cargo	¿Está al día y es revisado de manera regular?	
	Subtotal:		
	TOTAL		

Según estos autores, para llenar esta hoja de inspección se usará 4 criterios:

- 0= Muy mal
- 1= Mal
- 2= Promedio
- 3= Bueno
- 4= Muy bueno

C. Seguimiento y mejora continua:

La estrategia para que esta filosofía de trabajo perdure en el tiempo consta de 4 etapas. A continuación, se detalla cada una de ellas:

c.1. Plan de seguimiento:

Consiste en elaborar actividades destinadas a verificar y medir los resultados obtenidos, así como el grado de cumplimiento de las labores que corresponden al personal. Dicho plan será realizado por el comité 5s y el gerente general.

c.2. Evaluaciones:

Será realizado por el comité 5s y el gerente general mediante:

Observaciones y/o inspecciones las cuales se realizarán de manera aleatoria en las áreas en cuestión.

Auditorías internas aleatorias para evaluar en cumplimiento de cada s
mediante un formato pre establecido, el cual se presenta a
continuación:

Tabla 26
Formato de auditoría interna 5s

FORMATO DE AUDITORÍA INTERNA 5S								
EMPRESA:								
AREA:								
RESPONSABLE:								
FECHA:								
1S	#	Ítem	Descripción	Puntaje				
				0	1	2	3	4
CLASIFICAR	1	Materiales o partes	¿Existen materiales innecesarios en el almacén?					
	2	Máquinas o equipos	¿Existe maquinaria o equipos innecesarios alrededor?					
	3	Herramientas	¿Se encuentran herramientas innecesarias alrededor del área de trabajo?					
	4	Control visual	¿Se han marcado los ítems innecesarios?					
	5	Estándares	¿Establecer las 5s ha dejado atrás cualquier otra medida inefectiva?					
			Sub total					
2S	#	Ítem	Descripción	Puntaje				
				0	1	2	3	4

Ordenar	6	Indicadores de ubicación	¿Están los contenedores y estanterías con su respectiva etiqueta?					
	7	Indicadores por elemento	¿Estás los contenedores y estanterías con las indicaciones de qué va allí?					
	8	Indicadores de cantidad	¿Estás presentas las indicaciones de máximos y mínimos?					
	9	Señalización en playa	¿Están las rutas y los tanques correctamente señalizados?					
	10	Herramientas	¿Estás las herramientas necesarias al alcance?					
			Subtotal					
3S	#	Ítem	Descripción	Puntaje				
				0	1	2	3	4
Limpieza	11	Pisos	¿Están los pisos limpios, libres de desperdicios, de agua y/o aceite?					
	12	Máquinas	¿Están las máquinas limpias y libres de ítems innecesarios?					
	13	Limpieza y verificación	¿Se encuentra la inspección de equipos combinada con su mantenimiento?					
	14	Responsabilidades de limpieza	¿Existe un responsable de las operaciones de limpieza?					
	15	Hábitos de limpieza	¿Los trabajadores limpian el área					

			de trabajo y los equipos sin que se lo digan?					
			Subtotal					
0= Muy malo 1= Malo 2=Regular 3= Bueno 4=Muy bueno								

Auditorías externas aleatorias, para lo cual se deberá de contar con la asesoría de alguna entidad externa que evalué las actividades 5 s realizadas.

c.3. Revisión de evaluaciones y resultados:

Consiste en analizar si los resultados obtenidos has sido efectivos. Asimismo, se utilizarán los resultados obtenidos en las evaluaciones para que luego mediante reuniones, la información sea desplegada a todo el personal para que puedan saber el estado actual de la empresa.

c.4. Plan de mejoras:

Consiste en establecer planes con el objetivo de mejorar los resultados ya obtenidos. Se analiza nuevamente la situación y se busca oportunidades de mejora continua.

D. Diagnóstico del área de trabajo antes y después:

Después de la implementación de la metodología 5 S la cual se realizó con éxito en 3 semanas, se procedió a ejecutar el primer formato de inspección final de 5 S y compararlo con el mismo formato, pero conteniendo datos antes de la implementación:

Tabla 27
Inspección 5 S sin implementación

INSPECCION FINAL 5 S				
Fecha:		Puntaje:	Evaluador:	Puntaje
5 S	#	Artículo chequeado	Descripción	
CLASIFICACION	1	Materiales o repuestos	¿Materiales o repuestos en almacén, playa o cochera	2
	2	Maquinas u otros equipos electrónicos	Existencia innecesaria alrededor	2
	3	Otras herramientas	Existencia innecesaria alrededor	1
	4	Estándares	¿Existen estándares de limpieza?	0
Subtotal:				5
ORDEN	5	Indicadores de lugar	¿Existen áreas del almacén marcadas?	0
	6	Indicadores de artículos	¿Indicaciones para elementos y sus lugares?	0
	7	Indicadores de cantidad	¿Indicaciones para cantidades? (máximos y mínimos)	0
	8	Herramientas	¿Poseen lugares claramente identificados?	1
Subtotal:				1
LIMPIEZA	9	Pisos	¿Pisos libres de desperdicios u otro tipo de material?	2
	10	Equipos electrónicos y máquinas	¿Están los equipos libres de objetos y/o suciedad?	1

	11	Limpieza e inspección	¿Se realiza inspección y mantenimiento de los equipos?	2
	12	Hábito de limpieza	¿Los trabajadores limpian los pisos y máquinas regularmente?	1
Subtotal:				6
ESTANDARIZACION	13	Notas de mejoramiento	¿Se generan regularmente?	0
	14	Ideas de mejoramiento	¿Se han implementado ideas de mejora?	0
	15	Procedimientos clave	¿Usan procedimientos escritos, claros y actuales?	0
	16	Plan de acción	¿Existe un plan futuro de mejoramiento para el área?	1
	17	Primeras 3 S	¿Se mantiene el cumplimiento de las primeras 3 S?	0
Subtotal:				1
DISCIPLINA	18	Entrenamiento	¿Se conocen los procedimientos estándares?	0
	19	Elementos de almacén	¿Se almacenan correctamente?	1
	20	Control de inventario	¿Existe un control del inventario?	1
	21	Procedimiento de inventario	¿Se revisa el inventario de manera regular?	2
	22	Descripción del cargo	¿Está al día y es revisado de manera regular?	2
Subtotal:				6
TOTAL				19

Fuente: Benavides & Castro (2010)

Tabla 28
Porcentaje de cumplimiento 5 S sin implementación

Pilar	Calificación	Máximo	%
Clasificación	5	16	31%
Orden	1	16	6%
Limpieza	6	16	38%
Estandarización	1	20	5%
Disciplina	6	20	30%
Total	19	88	22%

Se observa que la empresa tenía serios problemas en cuanto al orden y la estandarización. Sin embargo, los valores de las otras S siguen siendo relativamente bajos.

De acuerdo a Benavides y Castro (2010), la hoja de inspección final luego de la implementación de la metodología 5 S, queda de la siguiente manera:

Tabla 29
Inspección 5 S con implementación

INSPECCION FINAL 5 S				
Fecha:		Puntaje:	Evaluador:	Puntaje
5 S	#	Artículo chequeado	Descripción	
CLASIFICACION	1	Materiales o repuestos	¿Materiales o repuestos en almacén, playa o cochera	3
	2	Maquinas u otros equipos electrónicos	Existencia innecesaria alrededor	4
	3	Otras herramientas	Existencia innecesaria alrededor	3
	4	Estándares	¿Existen estándares de limpieza?	4
			Subtotal:	14
ORDEN	5	Indicadores de lugar	¿Existen áreas del almacén marcadas?	3
	6	Indicadores de artículos	¿Indicaciones para elementos y sus lugares?	3
	7	Indicadores de cantidad	¿Indicaciones para cantidades? (máximos y mínimos)	2
	8	Herramientas	¿Poseen lugares claramente identificados?	3
			Subtotal:	11
LIMPIEZ	9	Pisos	¿Pisos libres de desperdicios u otro tipo de material?	3

	10	Equipos electrónicos y máquinas	¿Están los equipos libres de objetos y/o suciedad?	4
	11	Limpieza e inspección	¿Se realiza inspección y mantenimiento de los equipos?	3
	12	Hábito de limpieza	¿Los trabajadores limpian los pisos y máquinas regularmente?	3
	Subtotal:			13
ESTANDARIZACION	13	Notas de mejoramiento	¿Se generan regularmente?	2
	14	Ideas de mejoramiento	¿Se han implementado ideas de mejora?	2
	15	Procedimientos clave	¿Usan procedimientos escritos, claros y actuales?	4
	16	Plan de acción	¿Existe un plan futuro de mejoramiento para el área?	2
	17	Primeras 3 S	¿Se mantiene el cumplimiento de las primeras 3 S?	4
	Subtotal:			14
DISCIPLINA	18	Entrenamiento	¿Se conocen los procedimientos estándares?	4
	19	Elementos de almacén	¿Se almacenan correctamente?	3
	20	Control de inventario	¿Existe un control del inventario?	2
	21	Procedimiento de inventario	¿Se revisa el inventario de manera regular?	2

	22	Descripción del cargo	¿Está al día y es revisado de manera regular?	2
		Subtotal:		13
		TOTAL		65

Tomando los datos anteriores como referencia, se obtienen los siguientes porcentajes de cumplimiento:

Tabla 30
Porcentaje de cumplimiento 5S con implementación

Pilar	Calificación	Máximo	%
Clasificación	14	16	88%
Orden	11	16	69%
Limpieza	13	16	81%
Estandarización	14	20	70%
Disciplina	13	20	65%
Total	65	88	74%

Las variaciones fueron las siguientes:

- Clasificación: 56%
- Orden: 63%
- Limpieza: 44%
- Estandarización: 65%
- Disciplina: 35%

Se puede observar que el porcentaje de cumplimiento de todas las S tuvo un incremento positivo, lo cual es un indicador de que la implementación fue un éxito. Sin embargo, eso no debe de quedar allí;

se debe de fomentar la mejora continua a través del énfasis en la generación de nuevas ideas de mejora por parte de todos los empleados de la empresa, desde el más bajo nivel hasta el más alto.

E. Impacto en la motivación y el ausentismo del personal:

Uno de los beneficios de la implantación de la metodología 5 S es que aumenta la motivación del personal debido a que se genera un ambiente laboral más propicio y se fomenta el trabajo en equipo. A continuación, se muestra cómo se modificó el índice de ausentismo luego de la implementación de la metodología de 5S tomando en consideración la misma variación que tuvo el indicador de cumplimiento de 5s según el autor antes mencionado.

Tabla 31
Índice de ausentismo con implementación

ÍNDICE DE AUSENTISMO TRIMESTRAL (CON IMPLEMENTACIÓN)				
Despachador	Jornada mensual (horas)	Faltas trimestrales (días)	Ausentismo trimestral (horas)	Índice de ausentismo
Despachador 1	208	1	8	3.8%
Despachador 2	208	0	0	0.0%
Despachador 3	208	0	0	0.0%
Despachador 4	208	1	8	3.8%
Despachador 5	208	0	0	0.0%
Despachador 6	208	1	8	3.8%
				1.9%

Como se puede observar, el índice de ausentismo es ahora solo de 1.9%; eso quiere decir que hubo una disminución de 66.6% en cuanto a inasistencias. Concluimos que la implementación de la metodología 5S aumento en más de la mitad la motivación del personal.

Ahora vamos a ver el impacto que tuvo esta implementación a nivel económico en la empresa. A continuación, se muestran los nuevos resultados:

Tabla 32
Costo por ausentismo con implementación

COSTO DE OPORTUNIDAD POR AUSENTISMO (CON IMPLMENTACIÓN)			
Despachador	Ausentismo trimestral (horas)	Costo de oportunidad por hora	Costo de oportunidad trimestral
Despachador 1	8	S/ 5.77	S/ 46.15
Despachador 2	0	S/ 5.77	S/ 0.00
Despachador 3	0	S/ 5.77	S/ 0.00
Despachador 4	8	S/ 5.77	S/ 46.15
Despachador 5	0	S/ 5.77	S/ 0.00
Despachador 6	8	S/ 5.77	S/ 46.15
			S/ 138.46

Como se puede observar, la implementación de la metodología 5S también hubo un impacto positivo a nivel económico. En este caso, la empresa incurre en un costo trimestral de S/.138.46 o lo mismo que S/. 553.85 anuales. Si tomamos en consideración los resultados antes de la implementación, vemos que ha habido una reducción de S/. 1,107.69

3.3. Causa raíz 3:

3.3.1. Explicación de la causa raíz 3:

Se pudo observar que la operación de descarga y almacenamiento de combustible no se lleva a cabo de la mejor manera, es decir que no existe ningún tipo de procedimiento que se encargue de controlar dicha operación. Esto a su vez provoca errores al momento de descargar el combustible, haciéndolo en el tanque incorrecto y produciéndose así una mezcla de combustibles.

Cuando ocurre este tipo de errores se está perjudicando económicamente a la empresa ya que usualmente se tiene que desechar todo el combustible lo cual también perjudica el medio ambiente. A su vez el consumidor final también podría ser afectado ya que si no se detecta el error a tiempo se le puede despachar el producto equivocado causando posibles daños a su vehículo.

Para tener una idea de cuánto sería la pérdida económica, vamos a tomar como referencia las veces que la empresa tuvo que hacer una limpieza total de un tanque dentro del último trimestre, multiplicarlo por el volumen del mismo y por el precio de venta del combustible perdido.

A continuación, se muestra el cuadro:

Tabla 33

Costo de oportunidad por error en almacenamiento

Combustible	Volumen de tanque (galones)	# de incidentes en los últimos 3 meses	Precio de unitario por galón	Sobrecosto Trimestral
Combustible Diesel	5300	1	S/ 5.00	S/. 26,500.00
Gasolina 90 octanos	2300	1	S/ 11.75	S/. 27,025.00
				S/. 53,525.00

Como podemos observar, se generó una pérdida considerable en el último trimestre a causa de estos incidentes y si lo vemos desde una dimensión anual, veremos que sería de S/. 214,100.00 al año. Ahora vamos a calcular la probabilidad de ocurrencia de dichos incidentes tomando en consideración la frecuencia con la que estos ocurrieron.

Tabla 34

Probabilidad de ocurrencia sin implementación

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (SIN IMPLEMENTACIÓN)	
Abastecimientos trimestrales	24
Incidentes trimestrales	2
Probabilidad de ocurrencia	8.3%

Se puede observar que la probabilidad no es demasiado alta sin embargo el impacto negativo que genera la consecuencia de esta causa raíz sí lo es y es por ello que nos vemos obligados a reducir a 0% la probabilidad.

3.3.2. Solución propuesta:

Después de lo analizado, hemos creído conveniente hacer uso de uno de los pilares en los que se apoya la filosofía de Mantenimiento Productivo Total (TPM) denominado “Mejoras Enfocadas” el cual hace referencia a que se debe promover el trabajo individual o en equipo con el fin de maximizar la efectividad en los equipos y disminuir las pérdidas.

Antes de su ejecución se realizó una charla con todos los trabajadores del área de manera que puedan tener una idea del procedimiento que se ejecutará y de los beneficios que este traerá para ellos y para la empresa.

En esta sección se describe el procedimiento para la implementación del primer pilar de Mantenimiento Productivo Total (TPM), propuesto por SEAS (2012) en su libro titulado “Gestión del mantenimiento I”.

A) Selección del tema de estudio:

Se ha seleccionado el tema de optimizar la operación de descarga y almacenamiento de combustible en de la empresa Estación Don Fernando S.A.C. para reducir las pérdidas materiales y económicas; y a su vez la probabilidad de ocurrencia de un error en la descarga.

De todas las operaciones de la empresa, la más crítica es la que acabamos de mencionar en el párrafo anterior porque una interrupción en dicha operación afectaría el flujo de todas las que la prosiguen y de esta manera la calidad del servicio.

La ejecución de esta operación comienza con la llegada del camión cisterna a la estación en donde el chofer repartidor y cobrador se

encargan de conectar la manguera y los acoples al respectivo tanque de almacenamiento, iniciando así la descarga del producto.

B) Creación de la estructura para la implementación:

Para la implementación de este pilar se formó un equipo de trabajo, el cual está conformado por:

- Jefe de playa
- Administrador de la estación
- Chofer repartidor
- Ayudante

C) Identificación de la situación actual y objetivos de mejora:

Como se mencionó anteriormente, acá nos enfocaremos en optimizar la operación de descarga y almacenamiento de combustible ya que se ha observado que no existe ningún procedimiento específico para llevarla a cabo y eso conlleva a que se produzcan sucesos no deseados como lo que ya hemos mencionado. Por lo tanto, se trata de reducir a cero la probabilidad de ocurrencia de estos sucesos.

D) Diagnóstico del problema de estudio:

Para el análisis de los eventos que pueden afectar la operación de descarga y almacenamiento de combustible en la empresa, se usó la herramienta de “5 Why’s” cuyo desarrollo se presenta en la página siguiente:

Tabla 35
Matriz 5 Porqués

	Nivel de problema	Nivel correspondiente de solución
¿Por qué?	Producto incorrecto	Analizar la situación
¿Por qué?	Almacenamiento incorrecto	Limpieza de tanques o solicitar destilación
¿Por qué?	Inadecuada gestión de la operación de descarga	Evaluar la situación actual y proponer soluciones
¿Por qué?	Ausencia de procedimientos específicos y control visual	Implementar protocolos
	Falta de supervisión y formación	Implementar estándar de supervisión y formación

Como se puede observar, al implementar un estricto protocolo de supervisión para esta operación y a su vez una charla formativa sobre descarga segura de combustible, estaríamos dando solución a toda la problemática y a su vez estandarizando la operación para reducir a cero las pérdidas de producto y de dinero.

E) Formulación del plan de acción:

Para eliminar la problemática de raíz, se propuso el plan de acción que se presenta a continuación:

Tabla 36
Formulación del plan de acción

Operación afectada	Causa raíz	Acción correctiva propuesta	Responsable de implementación	Duración
Descarga y almacenamiento	Falta de protocolo de supervisión y formación	Implementación de un protocolo de supervisión y formación	Jefe de playa, chofer repartidor y ayudante	2 semanas

F) Implementación del plan de mejoras:

Durante la primera semana se elaboraron una serie de medidas para una óptima descarga de combustible, cuyo objetivo sea de concientizar a los encargados de esta operación que es posible realizar esta tarea de una manera más óptima de modo que no se vea afectado el medio ambiente ni ellos mismos. El formato se presenta a continuación:

Tabla 37
Medidas preventivas

MEDIDAS PREVENTIVAS	
1	El chofer repartidor, el ayudante y el jefe de playa deben de usar la vestimenta adecuada, esto es: Ropa de algodón ajustada en cuello, puños y cintura; calzado industrial; guantes y lentes de seguridad.
2	Debe haber mínimo 2 extintores de 9 kg con capacidad de polvo químico seco (PQS) cerca del área de descarga.
3	Se debe de contar con un recipiente metálico para la toma de muestras.
4	El chofer repartidor y su ayudante deben de portar siempre su identificación.
5	El chofer repartidor y su ayudante deben cumplir con los límites de velocidad y medidas de seguridad establecidas en el interior de la estación de servicio.
6	Está prohibido fumar o utilizar teléfonos celulares al momento de la descarga.
7	Al momento de la descarga, el chofer repartidor y su ayudante deben permanecer fuera de la cabina del auto tanque y verificar la conexión de la manguera con el tanque de almacenamiento, que no existan fugas y que los extintores estén cerca del área de descarga.
8	El jefe de playa debe de señalar con colores y letreros los tanques de almacenamiento correspondientes a cada producto.
9	El jefe de playa debe de mantenerse a una distancia no menor de 2 metros de la bocatoma del tanque de almacenamiento.

10

En caso de presentarse algún evento no deseado durante la descarga, tal como: Cortes de energía eléctrica, activaciones de la válvula de sobrellenado, etc; tanto el chofer repartidor, su ayudante y el jefe de playa deberán de informar al área comercial para recibir instrucciones de forma coordinada.

A su vez también se programó una charla formativa para el jefe de playa y despachadores con la finalidad de que puedan conocer todos los lineamientos referentes a una óptima descarga de combustible.

Durante la segunda semana, se procedió a elaborar una cedula y una lista de verificación cuyo objetivo es el de comprobar que la operación de descarga y almacenamiento de combustible sea ejecutada de manera correcta para así evitar afectar a los trabajadores, a los clientes y al medio ambiente. El formato se presenta a continuación:

Tabla 38
Cedula para inspección de producto

DATOS GENERALES	
Fecha:	
Hora de entrega:	
Estación de servicio:	
DATOS DEL AUTOTANQUE	
Número del auto tanque:	
Producto que contiene el auto tanque:	
Numero de guía de remisión:	
DATOS DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
Numero de tanque:	
Color respectivo que indica el producto a almacenar:	
INCONVENIENTES AL MOMENTO DE LA DESCARGA	
Corte en el suministro de energía eléctrica en la bomba sumergible del tanque de almacenamiento en el cual se ejecutará la descarga:	
Se suspendió el despacho al público en las islas adyacentes a la descarga:	
Nombre y firma del jefe de playa	

Tabla 39
Checklist para inspección de producto

EVALUACION DEL PROCEDIMIENTO PARA LA RECEPCION Y DESCARGA DE COMBUSTIBLES		
Fecha:		
Hora:		
Estación de servicio:		
Actividades	Evaluación	
	SÍ	NO
El chofer repartidor, su ayudante y el jefe de playa usan la vestimenta señalada en las medidas preventivas		
Existen como mínimo 2 extintores de 9 kg con polvo químico seco tipo ABC y con carga vigente		
Existe un recipiente metálico para la toma de muestras		
El chofer repartidor y su ayudante portan su respectiva identificación		
Se cumplió con los señalamientos respectivos tales como límites de velocidad y medidas de seguridad establecidas		
El chofer repartidor y su ayudante fumaron o usaron teléfonos celulares durante la operación		
El chofer repartidor y su ayudante permanecieron fuera de la cabina del auto tanque		
El jefe de playa siguió el procedimiento de señalizar con colores los respectivos tanques de almacenamiento		

El jefe de playa permaneció a una distancia no menor a 2 metros de la bocatoma del tanque de almacenamiento		
---	--	--

G) Evaluación de resultados:

Según Tuarez (2013), una estación de servicio con un buen programa de supervisión, posee la cedula y lista de verificación que se presentan a continuación:

Tabla 40
Cedula después de la implementación

DATOS GENERALES	
Fecha:	xx/xx/2019
Hora de entrega:	4:00 pm
Estación de servicio:	ESTACION DON FERNANDO S.A.C.
DATOS DEL AUTOTANQUE	
Número del auto tanque:	xx – xx - xx
Producto que contiene el auto tanque:	GLP
Numero de guía de remisión:	xxxxxxxxx
DATOS DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
Numero de tanque:	xxxxx
Color respectivo que indica el producto a almacenar:	Azul
INCONVENIENTES AL MOMENTO DE LA DESCARGA	
Corte en el suministro de energía eléctrica en la bomba sumergible del tanque de almacenamiento en el cual se ejecutará la descarga:	No

Se suspendió el despacho al público en las islas adyacentes a la descarga:	No
Nombre y firma del jefe de playa	

Tabla 41
Checklist después de la implementación

EVALUACION DEL PROCEDIMIENTO PARA LA RECEPCION Y DESCARGA DE COMBUSTIBLES		
Fecha:	xx – xx - 2019	
Hora:	4:00 pm	
Estación de servicio:	ESTACION DON FERNANDO S.A.C.	
Actividades	Evaluación	
	SÍ	NO
El chofer repartidor, su ayudante y el jefe de playa usan la vestimenta señalada en las medidas preventivas	X	
Existen como mínimo 2 extintores de 9 kg con polvo químico seco tipo ABC y con carga vigente	X	
Existe un recipiente metálico para la toma de muestras	X	
El chofer repartidor y su ayudante portan su respectiva identificación	X	
Se cumplió con los señalamientos respectivos tales como límites de velocidad y medidas de seguridad establecidas	X	

El chofer repartidor y su ayudante fumaron o usaron teléfonos celulares durante la operación	X	
El chofer repartidor y su ayudante permanecieron fuera de la cabina del auto tanque	X	
El jefe de playa siguió el procedimiento de señalizar con colores los respectivos tanques de almacenamiento	X	
El jefe de playa permaneció a una distancia no menor a 2 metros de la bocatoma del tanque de almacenamiento	X	

Con el cumplimiento de las medidas preventivas establecidas y llevando a cabo un control usando la herramienta de la lista de verificación, se reduce a cero la probabilidad de realizar una descarga en el tanque de almacenamiento incorrecto y de igual manera también se estaría eliminado el costo por pérdida de producto; lo cual implica una reducción de S/. 214,100.00

3.4. Causa raíz 6:

3.4.1. Explicación de causa raíz 6:

Cada vez que ocurre un corte de energía eléctrica, la estación queda inoperativa que ya está diseñada para que el monitoreo de las operaciones se realice de manera electrónica. Es por ello que la empresa contaba con un equipo llamada grupo electrógeno el cual es un dispositivo que sirve para proveer de energía eléctrica a la estación mientras dura el corte por parte del proveedor. Sin embargo, dicho equipo se encuentra obsoleto e inoperativo. Es por ello que cada corte

de energía eléctrica genera otro costo de oportunidad para la empresa
el cual se va a detallar a continuación.

Tabla 42
Costo de oportunidad por cortes de EE

CÁLCULO DEL COSTO DE OPORTUNIDAD (SIN IMPLEMENTACIÓN)	
Combustible	Promedio de facturación cada 24h
FACTURACIÓN TOTAL CADA 24H	S/. 20,800.00
FACTURACIÓN POR HORA	S/ 866.67
# CORTES DE EE EN EL ÚLTIMO TRIMESTRE	2
DURACIÓN PROMEDIO DEL CORTE (HORAS)	6
COSTO DE OPORTUNIDAD TRIMESTRAL	S/ 10,400.00

Se puede observar que la empresa incurre en un costo de oportunidad de S/. 10,400.00 trimestrales por este motivo o lo mismo que sería S/. 41,600.00 al año.

Ahora se procederá a calcular la disponibilidad trimestral por corte de energía eléctrica. Para ello se tomará en cuenta el total de horas

maquina durante ese periodo y las horas de parada por cortes de EE que la gerencia nos proporcionó respecto al último trimestre.

Tabla 43
Disponibilidad trimestral

DISPONIBILIDAD TRIMESTRAL	
Horas máquinas trimestrales	10800
Horas de parada por corte de EE	60
Disponibilidad	99.44%

3.4.2. Solución propuesta

Luego de lo expuesto anteriormente y también tomando en cuenta las metodologías ya implantadas, se ha decidido prevenir aquellos problemas que puedan mermar la nueva disponibilidad de la estación.

Esto apunta directamente a los cortes de energía eléctrica imprevistos.

Luego de analizar la situación existente, se llegó al punto en que debíamos decidir si reparamos el grupo electrógeno ya existente o en todo caso comprar un equipo complemente nuevo.

Para ello se usó la herramienta de BrainStorming o lluvia de ideas con el comité 5s y con el gerente general con la finalidad de poder tomar una mejor decisión. El formato se presenta a continuación:

Tabla 44
Formato Brainstorming

BRAINSTORMING	
1- CONVOCATORIA:	
Fecha: 30/08 Lugar: Oficina Estación Don Fernando S.A.C. Hora: 12:00 pm	
2- DEFINICIÓN DEL TEMA A TRATAR:	
Horas de parada por cortes de Energía Eléctrica	
3- REGLAS DE LA CONVOCATORIA:	
<ul style="list-style-type: none"> - Se excluye la censura - Toda idea es bienvenida - Toda idea debe ser sustentada 	
4- EMISIÓN DE IDEAS:	
Problemas	Soluciones Propuestas
<ul style="list-style-type: none"> - Grupo electrógeno obsoleto - Impacto en la disponibilidad - Costo de oportunidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Compra de un equipo nuevo - Reparar el equipo
Participante	Firma
Gerente general	
Administrador	
Jefe de playa	
Bach. Ingeniería Industrial	

Luego de la reunión, se tomó la decisión de adquirir un equipo nuevo ya que si se repara el que ya existe se corre el riesgo de que deje de funcionar nuevamente y dejando la estación inoperativa en caso de presentarse un corte; de igual manera que al ser un equipo antiguo, los

gastos por mantenimiento van a ser más elevados. Sin embargo, al invertir en un equipo nuevo se garantiza menos averías en el equipo y a su vez menos gastos de mantenimiento.

Ahora, el siguiente paso es definir qué equipo se va a comprar tomando en cuenta los requerimientos de energía de la estación y para ello partimos de la potencia generada por el equipo anterior.

El equipo que se ha seleccionado es el siguiente:



Figura 24. Grupo electrógeno 88 KVA

Las especificaciones se presentan a continuación:

Tabla 45
Especificaciones de grupo electrógeno

CARACTERÍSTICAS DE EQUIPO	
Precio	S/ 61,400.00
Características eléctricas	Trifásico
Motor	Diésel
Movilidad	Estacionario
Frecuencia (Hz)	60
Sistema de refrigeración	Aire
Potencia (KVA)	88
Vida útil (años):	10

Con la implementación de este equipo anulamos las pérdidas económicas causadas por cortes de energía eléctrica. A continuación, se muestra cómo quedaría la nueva disponibilidad ya optimizada.

Tabla 46
Disponibilidad con implementación

DISPONIBILIDAD TRIMESTRAL	
Horas máquinas trimestrales	10800
Horas de parada por corte de EE	0
Disponibilidad	100.00%

Después de dicha inversión, la empresa ya no incurre en costo de oportunidad por corte de energía eléctrica, lo cual implica una reducción de S/. 41,600.00

3.5. Evaluación económica:

3.5.1. Inversión de la propuesta:

La inversión en la que la empresa estaría incurriendo por implementar todo lo anteriormente mencionado se detalla a continuación:

A) Causa Raíz 4:

Tabla 47
Inversión total 5s

CR: Desorden y falta de limpieza en el área de trabajo	
Inversión	S/.
Formadores y materiales	S/ 5,000.00
Materiales para implementación	S/ 2,000.00
Asesoría 5s	S/ 10,000.00
INVERSIÓN TOTAL	S/ 17,000.00

B) Causa raíz 3:

Tabla 48
Inversión protocolo de supervisión

CR: Ausencia de procedimientos específicos	
Inversión	S/.
Asesoría	S/ 8,500.00
Charla con los trabajadores	S/ 2,000.00
Materiales de seguridad	S/ 5,000.00
INVERSIÓN TOTAL	S/ 15,500.00

C) Causa Raíz 2:

Tabla 49

Inversión en capacitación sobre MC

CR: Personal con nula experiencia en temas correctivos	
Inversión	S/.
Materiales para la primera etapa	S/ 500.00
Formadores y materiales	S/ 5,200.00
Elaboración del plan de capacitación	S/ 5,000.00
Prácticas	S/ 4,500.00
INVERSIÓN TOTAL	S/ 15,200.00

D) Causa Raíz 6:

Tabla 50
Inversión grupo electrógeno

CR: Grupo electrógeno obsoleto	
Inversión	S/.
Equipo	S/ 61,400.00
Instalación	S/ 1,228.00
Mantenimiento anual	S/. 15,347.00
INVERSIÓN TOTAL	S/ 62,628.00

Podemos observar que la inversión total asciende a S/.110,328.00 Este valor será tomado en cuenta al momento de evaluar la viabilidad de la propuesta.

3.5.2. Beneficios de la propuesta:

Los beneficios son la diferencia entre el costo que se genera por cada causa raíz sin la implementación de las propuestas de mejora y el nuevo costo ya haciendo uso de las herramientas de ingeniería industrial. Al final se sumará el beneficio por cada causa raíz.

A) Causa raíz 2:

Tabla 51
Beneficios causa raíz 2

CR: Personal con nula experiencia en temas correctivos	
Sobrecosto sin propuesta de mejora	S/ 4,000.00
Sobrecosto con propuesta de mejora	S/ 1,000.00
Beneficio trimestral	S/ 3,000.00
Beneficio anual	S/ 12,000.00

B) Causa raíz 4:

Tabla 52
Beneficios causa raíz 4

CR: Desorden y falta de limpieza en el área de trabajo	
Sobrecosto sin propuesta de mejora	S/ 415.38
Sobrecosto con propuesta de mejora	S/ 138.46
Beneficio trimestral	S/ 276.92
Beneficio anual	S/ 1,107.69

C) Causa raíz 3:

Tabla 53

Beneficios causa raíz 3

CR: Ausencia de procedimientos específicos	
Sobrecosto sin propuesta de mejora	S/ 53,525.00
Sobrecosto con propuesta de mejora	S/ 0.00
Beneficio trimestral	S/ 53,525.00
Beneficio anual	S/ 214,100.00

D) Causa raíz 6:

Tabla 54

Beneficios causa raíz 6

CR: Grupo electrógeno obsoleto	
Sobrecosto sin propuesta de mejora	S/ 10,400.00
Sobrecosto con propuesta de mejora	S/ 0.00
Beneficio trimestral	S/ 10,400.00
Beneficio anual	S/ 41,600.00

Se puede observar que la implementación de la propuesta de mejora estaría generando un beneficio anual para la empresa de S/. 268,807.69.

3.5.3. Evaluación:

La evaluación de viabilidad de la propuesta que está conformada por el estado de resultados, el flujo de caja proyectado a 5 años y el cálculo de los indicadores económicos respectivos se presentan en la página siguiente:

INVERSIÓN TOTAL	S/ 110,328.00
COK	20%

Tabla 55
Estado de resultados

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/ 268,807.69	S/ 282,248.08	S/ 296,360.48	S/ 311,178.50	S/ 326,737.43
Costos operativos		S/ 110,328.00	S/ 115,844.40	S/ 121,636.62	S/ 127,718.45	S/ 134,104.37
Mantenimiento anual del grupo electrógeno		S/ 15,347.00				
GAV		S/ 11,032.80	S/ 11,584.44	S/ 12,163.66	S/ 12,771.85	S/ 13,410.44
Utilidad antes de impuestos		S/ 132,099.89	S/ 139,472.24	S/ 147,213.20	S/ 155,341.21	S/ 163,875.62
Impuestos (30%)		S/ 39,629.97	S/ 41,841.67	S/ 44,163.96	S/ 46,602.36	S/ 49,162.69
Utilidad después de impuestos		S/ 92,469.92	S/ 97,630.57	S/ 103,049.24	S/ 108,738.85	S/ 114,712.93

Tabla 56
Flujo de caja

Año	0	1	2	3	4	5
Utilidad después de impuestos		S/ 92,469.92	S/ 97,630.57	S/ 103,049.24	S/ 108,738.85	S/ 114,712.93
Inversión	-S/ 110,328.00					
	-S/ 110,328.00	S/ 92,469.92	S/ 97,630.57	S/ 103,049.24	S/ 108,738.85	S/ 114,712.93

Año	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE EFECTIVO NETO	-S/ 110,328.00	S/ 92,469.92	S/ 97,630.57	S/ 103,049.24	S/ 108,738.85	S/ 114,712.93

Tabla 57
Indicadores económicos

VAN	S/ 192,704.45
TIR	84%
PRI	4.37

VAN Ingresos	S/ 872,892.17
VAN Egresos	S/ 523,962.79
B/C	1.67

De acuerdo a los indicadores obtenidos, se puede observar lo siguiente:

El VAN al ser mayor a 1 nos indica que el presente proyecto nos va a devolver la inversión y aparte nos va a generar más riqueza a futuro.

El TIR al ser mayor que la tasa de rendimiento mínima exigida, nos indica que sí debemos de aceptar el proyecto.

El PRI o periodo de recuperación de la inversión, nos indica que lo invertido será recuperado en 4.37 meses.

El indicador B/C al ser mayor a uno nos indica que los ingresos superan a los egresos, por lo tanto, el proyecto debe aceptarse.

Como podemos observar, todos los indicadores financieros nos indican que el presente proyecto sí es viable.

3.6. Resumen de los resultados:

A continuación, se muestra un cuadro con su respectivo gráfico de barras en donde nos indica cómo se han reducido los costos de la empresa luego de la implementación de la propuesta de mejora. Tanto el valor actual como el valor final representan costos por año.

Tabla 58
Cuadro resumen beneficios

Causa Raíz	SOBRECOSTOS		
	VALOR ACTUAL	VALOR FINAL	Beneficio
Personal con nula experiencia en temas correctivos	S/ 16,000.00	S/ 4,000.00	S/ 12,000.00
Desorden y falta de limpieza en área de trabajo	S/ 1,661.54	S/ 553.85	S/ 1,107.69
Ausencia de procedimientos específicos	S/ 214,100.00	S/ 0.00	S/ 214,100.00
Grupo electrógeno obsoleto	S/ 41,600.00	S/ 0.00	S/ 41,600.00
	S/ 273,361.54	S/ 4,553.85	S/ 268,807.69

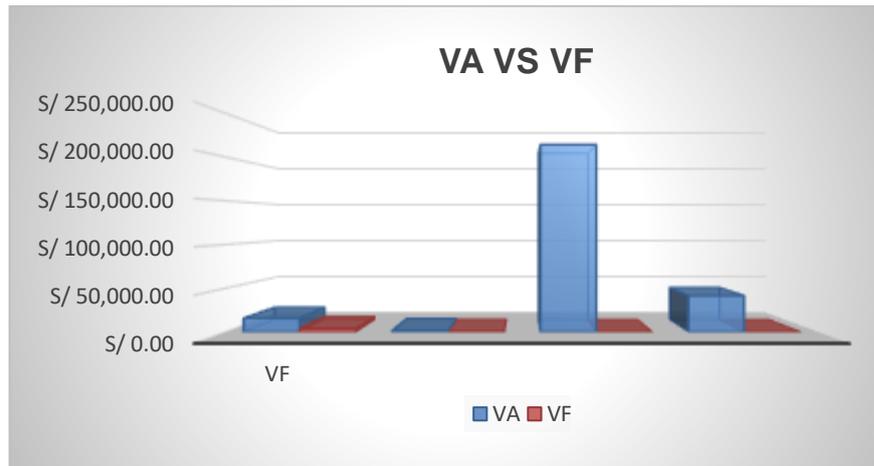


Figura 25. Gráfico resumen beneficios

A continuación, se muestra un cuadro y un gráfico con el resumen de qué tanto por ciento forma el beneficio por cada causa raíz respecto al beneficio total que genera el proyecto.

Tabla 59
Cuadro porcentaje beneficios

		SOBRECOSTOS		
	Causa Raíz	VALOR ACTUAL	VALOR FINAL	Beneficio
CR2	Personal con nula experiencia en temas correctivos	5.85%	87.84%	4.46%
CR4	Desorden y falta de limpieza en área de trabajo	0.61%	12.16%	0.41%
CR3	Ausencia de procedimientos específicos	78.32%	0.00%	79.65%
CR6	Grupo electrógeno obsoleto	15.22%	0.00%	15.48%
		100.00%	100.00%	100.00%

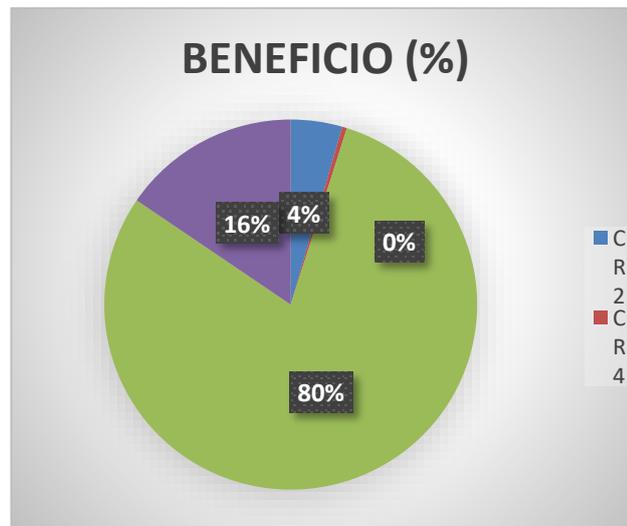


Figura 26. Gráfico porcentaje beneficios

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión:

En previas investigaciones hechas por estudiantes de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, se demostró que luego de implementar un plan de mantenimiento en una empresa de fabricación de cartón corrugado, se logró reducir los costos de mantenimiento en un promedio de 59% (Muñoz, 2014).

En el presente estudio, por más que no se implementó un plan completo de mantenimiento, también se logró una reducción significativa en cuanto a dichos costos. Como se pudo observar, la reducción fue de 75%

En otro estudio realizado por estudiantes de la Universidad Privada del Norte, se demostró que la implementación lineamientos de TPM logró aumentar la disponibilidad de los equipos en la empresa multiservicios PUNRE S.R.L. de 79% a 85% (Portal E. & Salazar P, 2016)

En el presente estudio, la implementación de algunos pilares de TPM también logro mejorar los indicadores referentes a la gestión del mantenimiento; aunque en este caso los indicadores fueron ligeramente distintos. El MTTR disminuyó en 89.6% y la disponibilidad por cortes de EE se optimizó al máximo valor. Asimismo, al aplicar otros lineamientos de TPM también se logró modificar otros indicadores no directamente relacionados a la gestión del mantenimiento.

En otro estudio realizado por alumnos de la Universidad Cesar Vallejo se demostró que luego de aplicar la filosofía 5s en la empresa Calzados León, se incrementó la productividad de mano de obra y de materias primas en 25% y 4% respectivamente (Reyes, 2015)

En el presente estudio la aplicación de la filosofía 5s también dio resultados positivos, aunque el contexto y los indicadores hayan sido distintos.

Cuando se hace uso de manera correcta de las herramientas de ingeniería industrial de una u otra manera se logran reducir costos y mejorar los indicadores que se puedan establecer. Por más que en los casos de estudio antes mencionado el contexto haya sido muy distinto, el uso de las herramientas de ingeniería industrial de una manera metodológica y un buen diagnóstico previo sobre la problemática, fue lo que en ambos casos contribuyó a tener resultados positivos.

Los resultados obtenidos en este estudio afirman lo que dicen estos autores y podemos llegar a decir que, si dichas metodologías son implementadas de la manera correcta, pueden generar resultados positivos en cualquier empresa sin importar su tamaño o su rubro. Sin embargo, también cabe aclarar que los resultados obtenidos en el presente estudio se basan en hipótesis o en estudios previos y que al ser aplicados en un contexto real posiblemente tengan una variación.

4.2. Conclusiones:

- En presente trabajo de estudio, se determinó el impacto del uso de herramientas de Ingeniería Industrial sobre los costos de la empresa ESTACIÓN DON FERNANDO S.A.C.
- Se identificaron 6 causas raíz que están afectando la gestión de las operaciones y generando altos costos operativos y demás en la empresa, de las cuales 4 son en las que el estudio se enfocó.

- Se identificaron y desarrollaron herramientas de Ingeniería Industrial, tales como: TPM, Plan de capacitación, filosofía 5s, 5 porqués, Brainstorming y Hojas de verificación.
- Se elaboraron y retroalimentaron indicadores con el fin de medir los resultados de la investigación.
- Se determinó que los costos generados antes de la implementación ascendían a S/. 273,361.54 al año.
- Se calculó que luego de la implementación de la propuesta de mejora los costos se redujeron a S/. 4,553.85 anuales.
- Se calcularon los costos de inversión, los cuales fueron ascendieron a un total de S/. 110,328.00
- Se desarrolló la evaluación económica financiera de la propuesta y se calculó sus respectivos indicadores tales como: VAN, TIR Y B/C cuyos resultados fueron de S/. 192,704.45, 84%, y 1.67 respectivamente, con lo cual se concluye que la propuesta sí es rentable.

REFERENCIAS

A) Libros

- García, S., (2003), Organización y Gestión Integral del Mantenimiento, Madrid, España: Díaz de Santos.
- García, S., (2010), La Contratación del Mantenimiento Industrial, Madrid, España: Díaz de Santos.
- Plaza, A., (2009), Apuntes teóricos y ejercicios de aplicación de gestión del mantenimiento industrial, Caracas, Venezuela: Lulu.com

B) Libros Electrónicos

- Aquino, J. & Arecco, M., (1996), Recursos Humanos Cuarta Edición, Lima, Perú: Pearson 2010.
- Caso, A., (2006), Técnicas de Medición del Trabajo, Pontevedra, España: Fund. Confemetal.
- Chiavenato, I., (1998), Introducción a la teoría general de la administración, Ciudad de México, México: Mc Graw-Hill
- García, S., (2012), Ingeniería de Mantenimiento – Manual Práctico Para la Gestión Eficaz del Mantenimiento Industrial, Madrid, España: RENOVETEC.
- Imai, M., (1995), Kaizen: la clave de la ventaja competitiva japonesa, Monterrey, México: Grupo Editorial Patria.
- Ramírez, C., (2005), Seguridad Industrial: Un enfoque integral, Limusa, México: Rustica.
- SEAS, Estudios Superiores Abiertos (2012), Gestión de Mantenimiento I, Zaragoza, España: El Depositario.
- Tamayo, J., (2015), La Industria de los Hidrocarburos Líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país, Lima, Perú: Grafica Biblios S.A.

C) Tesis

- Almudena, G. (2007). Implantación de la filosofía TPM en una planta de producción y envasado (tesis de pregrado). Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España.
- Alva, F. & Espinoza, K. (2013). Diseño de un sistema logístico para la gestión de compras en la empresa agroindustrial Josymar S.A.C. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

- Benavides, K. & Castro, P., (2010). Diseño e implementación de un programa 5 S en Industrias Metalmecánicas San Judas LTDA. (tesis de pregrado). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.
- Da Costa, M., (2010). Aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a motores de gas a dos tiempos en pozos de alta producción (tesis de pregrado). Pontificia Universidad católica del Perú, Lima, Perú.
- Galarza, P. (2010). Aplicación de un proceso de mejora continua en un taller mecánico utilizando la técnica de mantenimiento productivo total TPM. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Gálvez, J. & Silva, J. (2015). Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para reducir los costos en la empresa Molino El Cortijo S.A.C. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Mora, M., (2014). Mantenimiento RCM del sistema de refrigeración del motor diésel de un buque (tesis de pregrado). Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España.
- Muñoz, J. (2014). Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Portal, E. & Salazar, P. (2016). Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa multiservicios PUNRE S.R.L. Cajamarca 2016 (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

- Reyes, M. (2015). Implementación del ciclo de mejora continua Deming para incrementar la productividad de la empresa Calzados León en el año 2015 (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.
- Suarez, M., (2016). Propuesta de mejora de la gestión del mantenimiento según el enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para reducir los costos operativos de la empresa Serfriman E.I.R.L. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Tuarez, C., (2013). Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Vásquez, E. & Bardales, A. (2016). Propuesta de mejora mediante las herramientas del mantenimiento productivo total para aumentar la rentabilidad en el alquiler de equipos pesados en la empresa SK RENTAL S.A.C. (tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

D) Direcciones electrónicas

- British Petroleum (Diciembre 2015). BP Global. Londres, Reino Unido: Annual Report and Form 20-F 2015. Recuperado de:
<https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/investors/bp-annual-report-and-form-20f-2015.pdf>
- OSINERGMIN (Mayo 2014). Osinergmin. Lima, Perú: Grifos y Estaciones de Servicios. Recuperado de <http://www.osinergmin.gob.pe/>
- Simpson, C. (Febrero, 2016). PeruPetro S.A. Lima, Perú: Los hidrocarburos en el Perú. Recuperado de <http://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/perupetro/site>

ANEXOS:

A partir de la página siguiente se muestran algunos elementos adicionales a la investigación.

ANEXO N°1

MERMA EN LA DESCARGA Y ALMACENAMIENTO



**Fuente: ESTACIÓN DON
FERNANDO S.A.C.**

ANEXO N°2
GRUPO ELECTRÓGENO OBSOLETO



**Fuente: ESTACIÓN DON
FERNANDO S.A.C.**

ANEXO N°3

COSTOS POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Comprobante de información registrada

RIQUEN SILVA JUAN CARLOS
CALLE 13 URB. SANTO DOMINGUITO LA LIBERTAD TRUJILLO TRUJILLO
Teléfono: 204434 (Taxi) (fijo)
RUC: 10400000
RECIBO POR HONORARIOS ELECTRONICO
MRO. 0301 - 01

Recibo de: ESTACION DON FERNANDO S.A.C.
Identificado con RUC número 20430718058
Desarrollado en CARL INDUSTRIAL A LAREDO 10 LA LIBERTAD TRUJILLO TRUJILLO

La suma de: DOSCIENTOS TRENTA Y OCHO SOLES

Por concepto de: MANTENIMIENTO DE UNA BOMBA ROTATIVA MARCA BENNETT PARA SURTIDOR
TOKHEM Y INSTALACION DE 4 FLOURESCENTES PARA DISPLAYS TOKHEM

Observación -
Inciso "A" DEL ARTICULO 33 DE LA LEY DEL IMPUESTO A LA RENTA
Fecha de emisión: 13 de Abril de 2017

Total por Honorarios:	230.00
Retención (8.5% IR):	0.00
Total Neto Recibido:	230.00 SOLES

2017 - 4

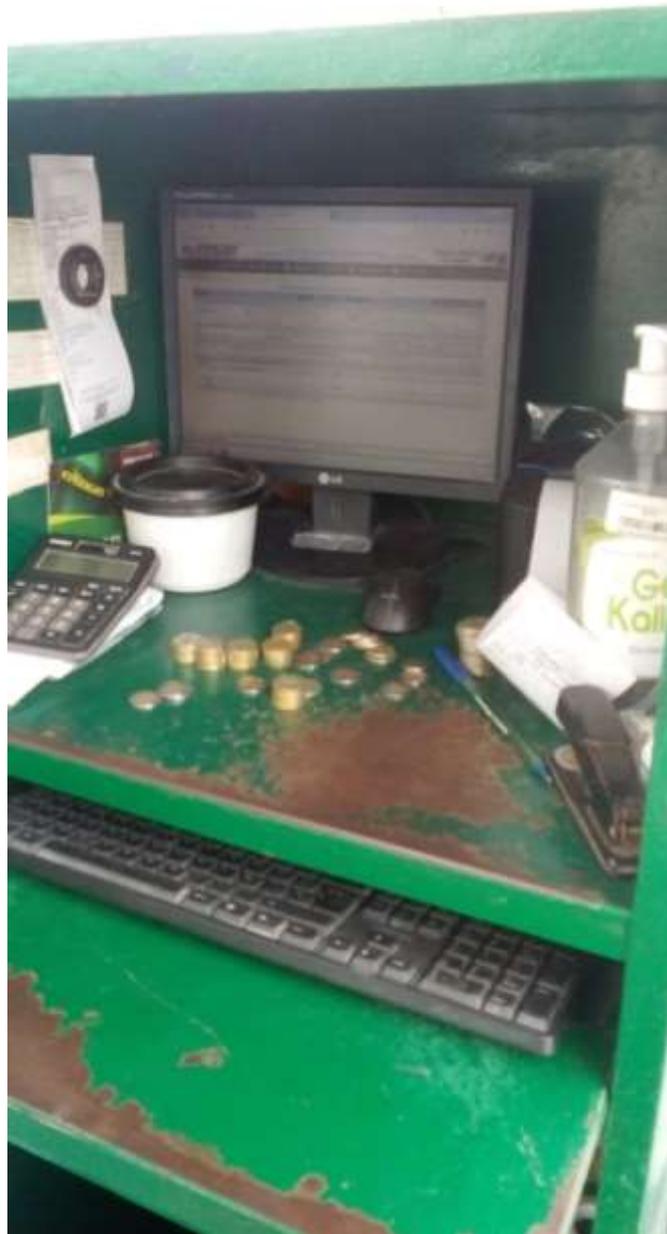
Enviar por Email

Enviar

Valor: (230.00) (230.00) (230.00)

Fuente: ESTACIÓN DON
FERNANDO S.A.C.

ANEXO N°4
AREA DE TRABAJO DESORDENADA



**Fuente: ESTACIÓN DON
FERNANDO S.A.C.**