

Model to improve efficiency in the Maintenance area using Lean Manufacturing tools in a Fishing Sector company

Emily Chang-Mateo, Student¹, Jesús Sáenz-Salazar, Ingeniería industrial², José Velásquez-Costa, PhD³, Herbert Vilchez-Baca⁴
^{1,2,3,4}Universidad Continental, Perú, 46770681@continental.edu.pe, 42559044@continental.edu.pe, jvelasquezc@continental.edu.pe, hvilchez@continental.edu.pe

Abstract— This work focuses on the fishing sector where it was sought how efficiency could be improved in the maintenance area through the application of Lean Manufacturing tools. From an observation and analysis of documents, the problems presented by the maintenance area were identified, such as: Disorder in the work area, reprocessing and lack of monitoring in equipment maintenance. For each identified problem, alternative solutions are proposed such as: Application of 5S, work standardization and preventive maintenance. The efficiency index of 63% was then determined based on the GANTT analysis document; Subsequently, the results were simulated by applying the proposed tools, resulting in an increase in efficiency by 17%. When making the comparison, the positive effect of the proposed tools was evaluated through a comparison. An analysis was then carried out and the results confirm the positive impact that lean manufacturing tools have in the fishing sector. In that sense, the research provided great solutions to improve efficiency in the maintenance area.

Keywords—Preventive maintenance, 5S, Standardized Work, efficiency, lean manufacturing.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Modelo para mejorar la eficiencia en el área de Mantenimiento mediante herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del Sector Pesquero

Emily Chang-Mateo, Student¹, Jesús Sáenz-Salazar, Ingeniería industrial², José Velásquez-Costa, PhD³, Herbert Vilchez-Baca,⁴
^{1,2,3,4}Universidad Continental, Perú, 46770681@continental.edu.pe, 42559044@continental.edu.pe, jvelasquezc@continental.edu.pe, hvilchez@continental.edu.pe

Resumen– Este trabajo se enfoca en el sector pesquero donde se buscó como se podría mejorar la eficiencia en el área de mantenimiento a partir de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing. A partir de una observación y análisis de documentos se identificó los problemas que presenta el área de mantenimiento tales como: Desorden en el área de trabajo, reprocesos y ausencia de seguimiento en mantenimiento de equipos para cada problema identificado se propone alternativas de solución tales como: Aplicación de 5S, estandarización de trabajo y mantenimiento preventivo. Seguidamente se determinaron el índice de eficiencia del 63% partiendo como documento de análisis del GANTT; posteriormente se simularon los resultados aplicando las herramientas propuestas teniendo como resultado el aumento de la eficiencia en 17% al hacer la comparación se evaluó el efecto positivo que tienen las herramientas propuestas a través de una comparación. Seguidamente se realizó un análisis y como resultados se confirman el impacto positivo que tiene las herramientas de lean manufacturing en el sector pesquero. En ese sentido, la investigación aportó grandes soluciones para la mejora de eficiencia en el área de mantenimiento.

Palabras clave-- Mantenimiento preventivo, 5S, estandarización de trabajo, eficiencia, lean manufacturing

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el sector formal de mantenimiento invierte cerca de 200 millones de soles al año. Sin embargo, la automatización en el trabajo para la mejora de eficiencia sigue siendo un gran reto; otro tipo de servicios dentro de mantenimiento se encuentra el preventivo de infraestructuras, máquinas, etc [1]. Una radiografía en el gasto público en mantenimiento refleja el gasto de S/4,523.00 millones en el año 2019, que viene a ser un 9.1% más con respecto al año 2018 [2].

La industria manufacturera exige un alto rendimiento de las máquinas de producción para poder evitar las pérdidas económicas, aumentar la vida útil de los equipos y optimizar los recursos. El mantenimiento es una serie de acciones que debe realizar el equipo técnico con el objetivo de que las máquinas, equipos, componentes se encuentren en condiciones óptimas, esta serie de actividades es una combinación de conocimientos, experiencia, organización del área para que se cumplan con los indicadores de eficiencia y desempeño.[3]

En el área de mantenimiento la eficiencia se puede medir mediante el tiempo y costo. El indicador común es el tiempo que se tarda para completar una reparación. La eficiencia en la industria es de 80% de promedio[4]. Siendo esto una incertidumbre en la empresa para su desarrollo empresarial; actualmente la ausencia de herramientas en la gestión de mantenimiento tiene como impacto en la líneas de producción, disminuyendo la cantidad promedio de producción 90Tn/h afectando la producción mínima mensual de 1,196Tn, en el año 2022 se dejó de producir 664Tn, las pérdidas económicas fueron de US\$36,106.600, pérdida de puestos de trabajo; en un análisis elaborado para la empresa se identificó que dichas paradas o retrasos de producción son a causa de reprocesos, atrasos de trabajos, incumplimiento de procedimientos de trabajo y ausencia de organización, dando como resultado la baja eficiencia en el área de mantenimiento

En contraste, para esta propuesta de mejora se desea incorporar los principios de gestión de Lean en las actividades de mantenimiento mediante la aplicación de la metodología 5 S, siendo este aplicado en el área de producción de Toyota obteniendo grandes resultados en la productividad. Otra herramienta que se propone para la mejora de la eficiencia en el área de mantenimiento es la estandarización de trabajo principio que se propone ampliamente en la producción masiva [5]; el acontecimiento más relevante fue en el año 1908, con la producción del Ford T con una combinación y organización general del trabajo altamente especializado [6]. La siguiente herramienta que se propone es el mantenimiento preventivo, esta herramienta lleva a tener actividades planificadas que se van a llevar a cabo dentro de un tiempo definido con la finalidad de garantizar la disponibilidad de la máquina de producción, la confiabilidad al momento de operar la máquina; incrementar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Al aplicar esta herramienta se implementará un cronograma de actividades según la urgencia, uso del material necesario del personal e inspección y recomendación; esta programación se puede desarrollar de manera diaria, semanal, quincenal o mensual. El proyecto se lleva a cabo para demostrar que mediante la aplicación de estas herramientas mejorará la eficiencia en el área de mantenimiento, por ende según lo expresado en líneas anteriores, la presente investigación tiene como objetivo describir el impacto en el área de mantenimiento a partir de la aplicación de la metodología 5S, estandarización de trabajo y mantenimiento preventivo en una empresa del sector pesquero,

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

realizando la revisión sistemática de literatura en revistas que publican artículos científicos, tesis en referencia a nuestro tema.

II. PROBLEMA

El presente estudio de caso se realizó en una empresa del sector pesquero. Esta empresa cuenta con un proceso operacional continuo y con el procesamiento de la materia prima (Engraulis Ringens) para la elaboración de harina y aceite de pescado pasando por varios procesos operacionales teniendo como producto final la harina y aceite de pescado de alta calidad y valor agregado. Actualmente la empresa cuenta con 2 líneas de producción, cada una de ellas utiliza el mismo proceso para la elaboración de su producto final (harina y aceite de pescado). Las áreas de trabajos y las máquinas, cada una utiliza diferentes cantidades de energía, permiten la entrada de materia prima. A cada área de trabajo se le asigna diferentes tipos de parámetros de secado, grasas y humedades en donde cada proceso cumple un rol muy importante en la cadena de proceso y de esa forma llevar un flujo de producción constante para obtener un producto final de calidad y mejor rendimiento, cuando ocurre un incidente por fallo de equipos, el grupo de gestión de mantenimiento trata de resolver los percances que pueda ocurrir, sin embargo cuando no se gestiona un buen planteamiento del trabajo se pierde el tiempo en resolver el problema ocurrido y por ende se pierde calidad y se genera consumos de energías perjudicando a la organización en el rendimiento de planta que se demuestran a continuación:

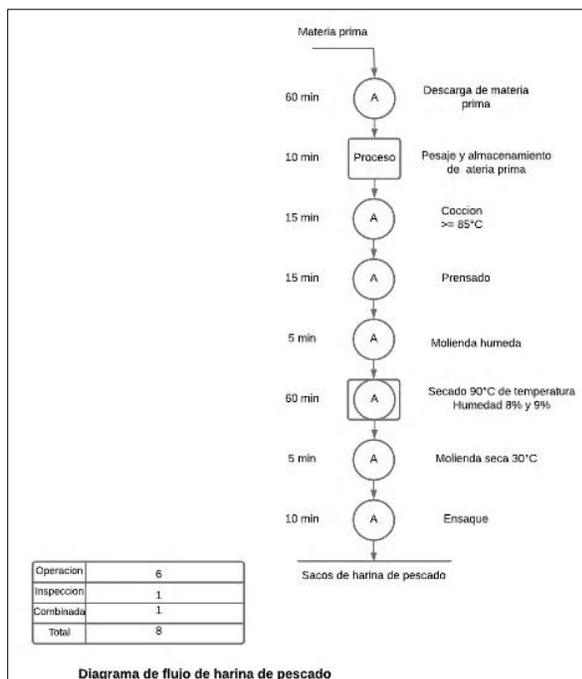


Fig.1 Flujo de proceso de fabricación de harina de pescado

En la figura, se muestra el diagrama de operaciones del proceso de Harina de pescado desde que se introduce la materia

prima y el orden de cada operación de la materia prima y el tiempo que demora.

Así mismo se evidencia el número de fallas reportadas en las líneas de producción durante los meses de enero a diciembre, teniendo como resultado un índice alto de paradas en las líneas de producción. En el mes de junio se reportó 57 fallas esto generó paradas no programadas, horas hombre no trabajadas, dinero perdido para la empresa.

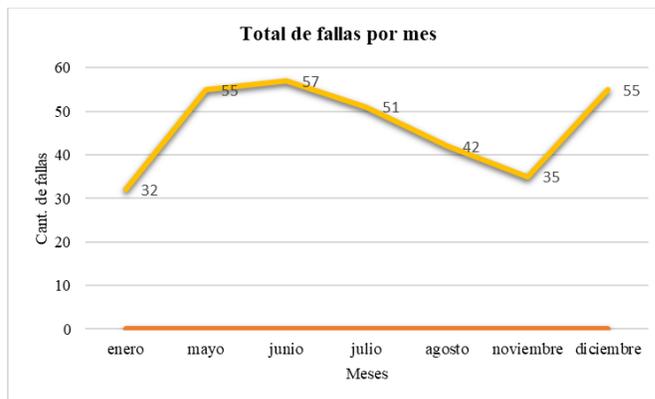


Fig. 2 Nro de fallas en las líneas de producción por mes antes de la aplicación de Lean Manufacturing

El problema que se ha identificado en este sector, según una revisión de la literatura, puede ser resultado de diferentes factores, como un alto nivel de no conformidades, averías o atascos de las máquinas, falta de planificación o elevados tiempos de preparación. Así la empresa muestra un bajo nivel de eficiencia en sus procesos. Las causas de este problema son reelaboraciones y productos defectuosos. La falta de una aplicación de herramientas o métodos de trabajo provoca que las entregas a los clientes queden insatisfechas.

Se aplicó una encuesta de matriz de priorización el cual da como resultado lo siguiente:

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACION - EMPRESA PESQUERA				
Problema: Deficiencia en el área d mantenimiento				
Nombre: Jesus Perez Salazar		Área: Operaciones		
Marque con una "x" según su criterio de significancia de causa en el problem				
Valorización	Puntaje			
Alto	3			
Regular	2			
Bajo	1			
EN LAS SIGUIENTES CASUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTEN LA EFICIENCIA EN MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA				
CAUSA	DESCRIPCION	CALIFICACION		
		ALTO	REGULAR	BAJO
C1	Falta de planificación de ordenes trabajo	3		
C2	Falta de personal idóneo para manejo de equipos		2	
C3	Falta de capacitación en mantenimiento		2	
C4	Ausencia de organización en el área de mantenimiento	3		
C5	Falta de un plan de mantenimiento preventivo	3		
C6	Falta de procedimiento de trabajo	3		
C7	Falta de procedimiento de mantenimiento definido	3		

Fig. 3 Encuesta de matriz priorización

Causas que afectan la eficiencia en el área de Mantenimiento se tiene como la planificación de trabajo,

ausencia estandarización de trabajo, desorden en el área de trabajo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada para el desarrollo de este artículo es de tipo aplicada con enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, las variables del estudio son: Mejora de eficiencia siendo sus dimensiones; disponibilidad y confiabilidad. La variable dependiente es Herramientas Lean Manufacturing siendo sus dimensiones mejora continua y productividad.

La hipótesis general de la propuesta fue: La aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejora la eficiencia en el área de mantenimiento en la empresa pesquera. El objetivo general de este propuesto fue: Determinar como la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing mejora la eficiencia en el área de mantenimiento en una empresa pesquera.

Para el registro de la información se utilizaron como instrumentos los registros de Gantt, registros de mantenimiento. La información referida se analizó mediante un diagrama de Pareto.

El propósito de este artículo es presentar como mejoraría la eficiencia en el área de mantenimiento aplicando las herramientas de Lean manufacturing.

Al realizar un análisis de los principales problemas presentados en el área de mantenimiento con base a una entrevista efectuada al personal de mantenimiento se resalta que existe un 32% de las causas que son por el desorden el área de trabajo y desperdicios, en cuanto a los métodos de trabajo se tiene retrasos de mantenimiento por trabajos no estandarizados (25%), falta de seguimiento a los reportes de mantenimiento (23%), tiempos prolongados para la realización del mantenimiento (19%), ausencia de historial de mantenimiento preventivo de equipos. Siendo la eficiencia del área de mantenimiento actual de (63%).

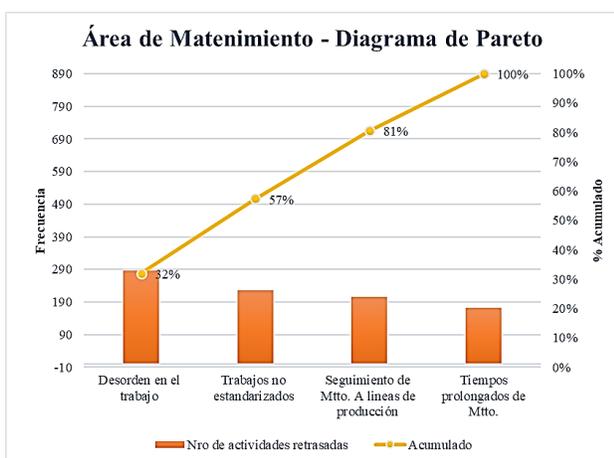


Fig. 4 Diagrama de Pareto

IV. RESULTADOS

4.1. Etapa de análisis

Determinación de la situación inicial del área de mantenimiento

En esta fase se utilizarán técnicas de investigación científica como la observación, identificación, revisión documental e inspección, así como la implementación y análisis de información.

Gestión documental

Se utilizará una matriz de diagnóstico mostrada en la tabla I para evaluar la gestión documental del área de mantenimiento.

Tabla I
Parámetros de identificación de gestión de mantenimiento- Fuente propia

Parámetro	Existente	No existente	Implementado	En uso
Manual de Mtto.		X		
Procedimiento operativo en mantenimiento	X			
Fichas técnicas de máquinas y equipos		X		
Jerarquización de activos y criticidad		X		
Orden de trabajo		X		
Gantt de Mtto.	X		X	X
Matriz de capacitaciones para el personal de Mtto		X		
Herramienta para análisis de averías				

Para la ponderación de porcentajes de los parámetros establecidos en la Tabla I se presenta las valoraciones en la tabla II.

Porcentajes de valoración para la evaluación diagnóstica del área de mantenimiento.

Tabla II
Escala de medición – Fuente propia

Criterio	Valoración		
	Implementado	En uso	No existente
Existencia de documentación en el área de mantenimiento	10%	-	0%
Manual de mantenimiento	5%	3%	0%
Procedimiento operativo en mantenimiento	5%	2%	0%
Fichas técnicas de máquinas y equipos		-	0%
Jerarquización de activos y criticidad		2%	0%
Orden de trabajo		3%	0%
Gantt de mantenimiento	10%	5%	0%
Matriz de capacitaciones para el personal de Mtto.		-	0%
Herramienta para análisis de averías		-	0%
Total		15%	

En base a esta valoración se realiza una ponderación para la evaluación.

Tabla III
Ponderación

Valoración Cuantitativa	Valoración cualitativa	Descripción
0% - 35%	Insuficiente	Presenta deficiencia en la estructuración que compromete la eficiencia del área de mantenimiento
35% - 70%	Bueno	Presenta debilidades en la estructuración de mantenimiento que compromete la eficiencia, pero existen implementaciones viables que pueden ser tomadas en cuenta.
70% - 90%	Muy Bueno	Presenta debilidades, pero no de carácter estructuración, puede ser mejorada en base a la aplicación de procedimientos.
90% - 100%	Excelente	Cumple con las exigencias que requiere el método de evaluación.

Además, un registro de las fallas previstas en los equipos. Posterior a ello se toma como data el Gantt que se tiene dentro del área para la planificación de actividades.

ITE	AR	DDM	PM	EQUIPO	DESCRIPCION DEL TRABAJO
1	CH	8100080632	20019371	MOTOR DIESEL CAT 3408 EQ.ABS	MONITOR Y ARRANQUE MOTOR MARINO 3408 LS
2	CH	8100080634	20019262	GRUPO ELECTROGENO N°2 JOHN DEERE 6076AF	MONITOREO Y ARRANQUE GGEE JOHN DEERE
3	CH	8100080635	20022229	GRUPO ELECTROGENO CUMMINS	MONITOREO Y ARRANQUE GGEE CUMMINS
4	CH	8100080636			INSPECCION TUBERIAS SUBMARINAS
5	CH	8100080653			DES-MONTAJ Y MONTAJ TUBERIAS SUBMAR CHATA
6	CH	8100080638	20020234	SISTEMAS AUXILIARES	MITTO EQUIPOS DE ILUMINACION CHATA
7	RA	8100080587			INSTALAC COMPUERT DISTRIBUC POZAS
8	RA	8100080641			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA RA
9	RS	8100080642			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA RS
10	CP	8100080643			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA CP
11	SE	8100080644			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA SE
12	ME	8100080645			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA ME
13	ME	8100080650	20023749	TOLVIN DOSIFICACIÓN DE A/O	CAMB VALV SOLENOIDE SIST AO
14	TL	8100080646			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA TL
15	PC	8100080647			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA PC
16	PF	8100080625			MITTO SUB-ESTACION
17	PF	8100080627	20023839	GRUPO ELECTROGENO N°1 CAT D398	MONITOREO Y ARRANQUE GGEE N°1 CAT D398
18	PF	8100080628	20023843	GRUPO ELECTROGENO N°2 CAT D398	MONITOREO Y ARRANQUE GGEE N°2 CAT D398
19	PF	8100080629	20023847	GRUPO ELECTROGENO N°3 CAT D398	MONITOREO Y ARRANQUE GGEE N°3 CAT D398
20	PF	8100080630	20023851	GRUPO ELECTROGENO N°4 CAT D398	MONITOREO Y ARRANQUE GGEE N°4 CAT D398
21	PF	8100080640			LIMPIEZA AJUSTE Y PULVERIZ TABLEROS ELEC
22	PV	8100080588	20023811	CALDERO PIROTUBULAR 3P N°5 (1000 BHP)	CAMB DE SOMBRERO CHINO CALDERO N5
23	PV	8100080626	20023825	CALDERA PIROTUBULAR 3P N°6 (1200 BHP)	CAMB DE SOMBRERO CHINO CALDERO N6
24	PV	8100080648			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA PV
25	EP	8100080637			MITTO GENERAL PTARD
26	AA	8100080654			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA AA

Fig.5 -Relación de actividades de mantenimiento – Fuente propia

Durante la recopilación de datos se realizó una visita por las instalaciones del área de mantenimiento teniendo como evidencia la organización actual del área y la poca funcionalidad

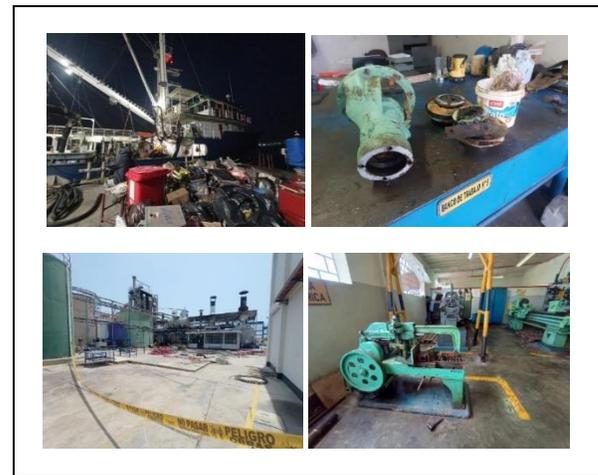


Fig. 6 – Desorden en área, equipos fuera de su lugar



Fig.7 – Proceso de ejecución en Mtto. – Fuente propia

De la observación se aplicó la fórmula para poder determinar la eficiencia en el área de mantenimiento, para dicha muestra se realizó una recopilación de datos de acuerdo con el Gantt de actividades.

ITE	AR	DDM	PM	EQUIPO	DESCRIPCION DEL TRABAJO	RECURS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	CH	8100080632	20019371	MOTOR DIESEL CAT 3408 EQ.ABS	MONITOR Y ARRANQUE MOTOR MARINO 3408 LS	PROPIO	100%						100%
2	CH	8100080634	20019262	GRUPO ELECTROGENO N°2 JOHN DEERE 6076AF	MONITOREO Y ARRANQUE GGEE JOHN DEERE	PROPIO	100%						100%
3	CH	8100080635	20022229	GRUPO ELECTROGENO CUMMINS	MONITOREO Y ARRANQUE GGEE CUMMINS	PROPIO	100%						100%
4	CH	8100080636			INSPECCION TUBERIAS SUBMARINAS	TERCERO							
5	CH	8100080653			DES-MONTAJ Y MONTAJ TUBERIAS SUBMAR CHATA	TERCERO			50%				50%
6	CH	8100080638	20020234	SISTEMAS AUXILIARES	MITTO EQUIPOS DE ILUMINACION CHATA	PROPIO			30%				30%
7	RA	8100080587			INSTALAC COMPUERT DISTRIBUC POZAS	PROPIO					25%		25%
8	RA	8100080641			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA RA	PROPIO	100%						100%
9	RS	8100080642			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA RS	PROPIO			100%				100%
10	CP	8100080643			LUBRICACION SIST TRANSMISION ZONA CP	PROPIO	100%						100%

$$Eficiencia = \frac{\text{Resultados alcanzados}}{\text{Coste real de la actividad}} \times \frac{\text{tiempo empleado}}{\text{Resultado previsto}} \times \frac{\text{Costo previsto}}{\text{Costo real de la actividad}}$$

$$Eficiencia = \frac{135}{118,900} \times \frac{135}{170} \times \frac{135}{127,702} \times \frac{135}{162}$$

Dando como resultado 63% de eficiencia en el área de mantenimiento esto se considera ineficiente. Eficiencia: “Expresión que mide la capacidad o cualidad de la actuación de un sistema o sujeto económico para lograr el cumplimiento de un objetivo determinado, minimizando el empleo de recursos” [7]

La observación y análisis del área de mantenimiento mostró la necesidad de estandarizar los trabajos; organizar, ordenar las herramientas, materiales y suministros para el desarrollo del mantenimiento de las líneas de producción, una gestión de mantenimiento preventivo para el buen estado de los equipos y líneas de producción dentro de la planta pesquera.

4.2. Etapa de implementación

Para mejorar la organización en el área de mantenimiento se ha establecido 5 pasos, para el desarrollo de esta metodología implica la asignación de recursos, adaptación a una cultura y consideración de recursos humanos[8]

Seiri – Eliminar lo innecesario: Se diseño tarjetas rojas para identificar los objetos, insumos, equipos o herramientas que se dude de su utilización. De este modo se determina si es necesario o no para el área de mantenimiento.



Fig.9 – Área de trabajo ordenada y señalizada

TARJETA ROJA 5'S			
Nro. de tarjeta		0010	
Nombre de la herramienta		Juego de desarmadores	
CATEGORIA			
Herramienta	X	Equipo	
Elementos eléctricos		Máquina	
Equipos de medición		Otros	
Otros, especificar			
INCIDENCIA			
Innecesario		Roto	
Defectuoso	X	Otros	
Otros, especificar		Herramienta fue	
ACCIÓN CORRECTIVA			
Eliminar	X	Retornar	
Reubicar		Reciclar	
Reparar		Otros	
Otros, especificar			
Fecha de inicio		Fecha de colocación de etiqueta:	
25/11/23		26/11/23	

Fig. 8 Tarjeta roja de identificación – Fuente propia

Seiton – Ordenar: Se define ubicaciones y se establecen identificaciones necesarias para cada objeto.

- Identificar el flujo de herramientas u objetos en el espacio de trabajos y disponerlos en lugares idóneos según la frecuencia de uso.

Delimitación de área de trabajo, zonas de paso y almacenaje de herramientas.

Seiso – Limpieza e inspección: Después de eliminar lo innecesario y clasificado aquello realmente necesario para el mantenimiento se realiza una limpieza en el área, así mismo se destina un tiempo de las operaciones para realizar la limpieza diaria como parte de la inspección del puesto de trabajo ante posibles defectos y da importancia más al origen de la suciedad y defectos encontrados.

Los técnicos realizaran jornadas de limpieza durante los espacios de trabajo, aumentando así la cooperación entre áreas de trabajo.

Seiketsu o estandarizar: Se establece una rutina para la correcta aplicación de la herramienta. El uso de formularios para rellenar por personal acerca del orden y limpieza, hasta definir espacios productivos.

Formato Check list de Orden y limpieza			
Sede: Chinchá		Área: Mantenimiento	
Responsable: Jesús Perez Salazar			
Fecha: 01/12/23			
DESCRIPCIÓN			
1. ORGANIZACIÓN DEL AREA DE TRABAJO	SI	NO	N/A
Se organizan y ordenan las cosas de manera tal que se evite el deterioro	X		
Se ordenan las cosas para que sean fácilmente disponibles y/o accesibles cuando se requieran	X		
Los cables de energía se encuentran en las canaletas u otro medio donde se puedan proteger al cable y evitar caída de personas		X	
Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado y se almacenan ordenadamente	X		
2. SEÑALIZACIÓN Y VIAS DE ACCESO			
El área de trabajo cuenta con señales de seguridad	X		
El área de trabajo se encuentra debidamente señalizada	X		
Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas	X		
Las áreas de mantenimiento y disposición de materiales están señalizadas	X		
3. LIMPIEZA			
Las herramientas de trabajo se guardan limpias de aceites y grasa		X	
Se mantienen el orden y la limpieza en su área de trabajo	X		
Los derrames de líquidos, aceites, grasas y otros productos se limpian inmediatamente	X		
El área de trabajo cuenta con baños químicos o pozos sépticos para el personal		X	
OBJETIVOS / RESULTADOS	Tener el área de mantenimiento ordenada y de fácil alcance para las herramientas de trabajo e insumos		
DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA / CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	Verificar la continuidad, organizar los cables de energía protegiendo de posibles caídas		
ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLES	FECHA	
	Mantenimiento	01/12/23	
INSPECCIONADO POR:	FIRMA:		
Jesús Perez Salazar			

Fig. 10 – Check list de orden y limpieza

Shitsuke – Disciplina: Se busca convertir en habito todos los estándares establecidos y esta va ligada a la palabra de

autodisciplina y autocontrol en nueva cultura de trabajo. Se utilizarán mecanismos de control visual para la adaptación de la herramienta.

Después de la observación de trabajo se aplicará la herramienta de estandarización de trabajo para ello se realiza una capacitación donde se presentará proceso estandarizado para que los técnicos puedan dar sus comentarios y sugerir cambios. En este nuevo flujo para dar respuesta a la necesidad se realizaron mejoras en el diagrama de flujo para dar respuesta a la necesidad de mantenimiento en las líneas de producción con este cambio se facilitará la comunicación y mejorará la eficiencia de área de mantenimiento.

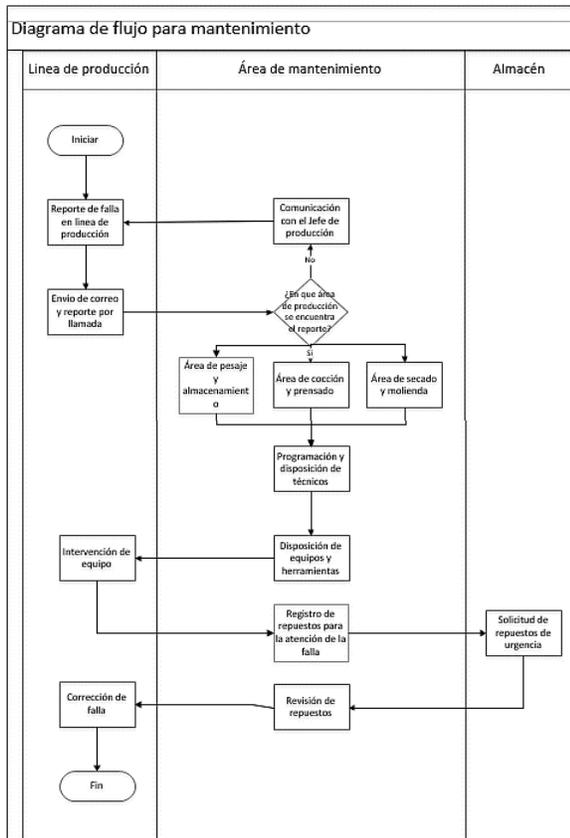


Fig. 11 – Diagrama de flujo

Se ha elaborado un “Manual de Mantenimiento de equipos de producción”, donde se describe la planificación de todas las actividades que se desarrollarán en la empresa para el mantenimiento, además se detalla la organización jerárquica que tiene el departamento de mantenimiento; la ejecución de las actividades planificadas ahorrando tiempo y dinero. Se considera también el control del proceso de mantenimiento teniendo como herramientas de gestión formatos de mantenimiento, estos tienen la finalidad de identificar posibles no conformidades durante el mantenimiento de equipos.

La estandarización de actividades de mantenimiento que se realiza evitará paradas impredecibles ayudando a mejorar la eficiencia de la línea de producción.

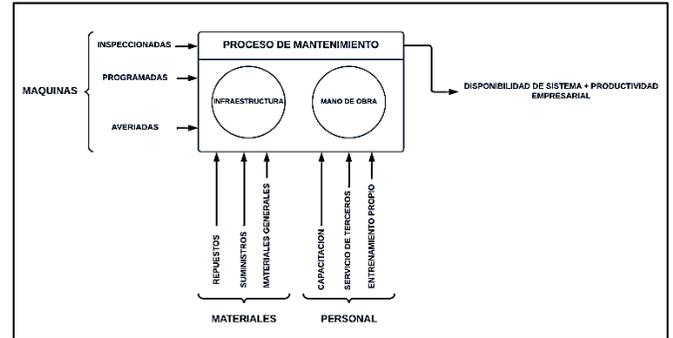


Fig. 12 – Proceso de Mantenimiento

Al aplicar el mantenimiento preventivo se realizará una planificación y programación de las intervenciones periódicas, fallas previstas en las líneas de producción y sistemas e instalaciones que se transforma en procesos productivos.[9]

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL COCINADOR				
ITEM	TAREA	TIEMPO	FRECUENCIA	EJECUTOR
1	Verificar y cambiar los rodamientos principales	10 h	trimestral	manif.
2	Verificar y cambiar las válvulas del sistema de vapor	5 h	semestral	manif.
3	Revisar y cambiar la bocina de bronce del descanso central	3 h	trimestral	tercero
4	Verificar y cambiar de acuerdo el estado de la red de tuberías	20 h	semestral	tercero
5	Cambio de empaques de prensa estopa de asbesto grafitado y chequeo de bocinas	3 h	bimensual	manif.
6	Mantenimiento de las trampas de vapor	5 h	trimestral	manif.
7	Revisar y cambiar chumaceras del lado motriz	3 h	anual	manif.
8	Revisar y cambiar el aislamiento (lana de vidrio) en el equipo y las tuberías	20 h	semestral	tercero
9	Mantenimiento a los motores eléctricos	2 h	trimestral	electricista
10	Medir el aislamiento de los motores eléctricos	2 h	mensual	electricista
11	Cambiar de aceite a la caja de los reductores	3 h	trimestral	manif.
12	Realizar trabajos de pintura en el área	15 h	semestral	manif.

Fig. 13 – Programa de mantenimiento

Definir metas: Con el programa de mantenimiento se definirá objetivos el cual permitirá que la empresa siga la producción de manera eficiente en un 80% de sus actividades de mantenimiento. Asimismo, se debe utilizar un sistema computarizado que permita programar el mantenimiento.[10] Inventario de todo el equipo relevante se define como el activo como un artículo que tiene la capacidad de impactar en la empresa al largo de su ciclo de vida. Menciona que existe una técnica para jerarquizar los activos en las líneas de producción y se aplican los objetivos y estrategias de mantenimiento preventivo.[11] Se realiza una jerarquización de activos para establecer un orden en el mantenimiento preventivo.

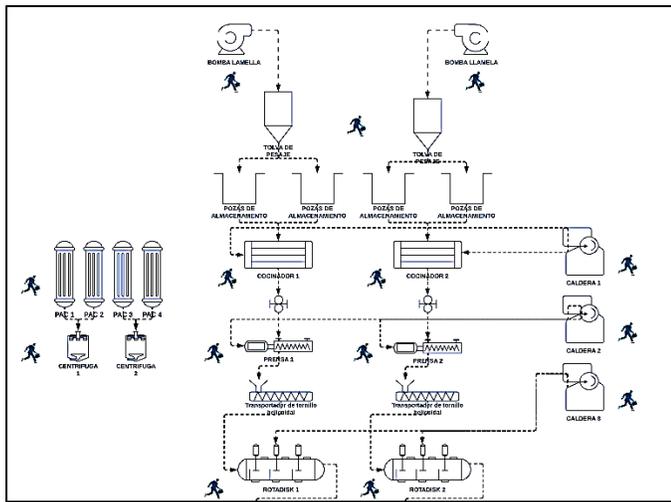


Fig.14 – Jerarquización de activos

Además, se realizará un inventario donde se pueda tomar nota de la marca/ modelo del equipo y sus especificaciones.

- **Uso de tecnologías:** Para la implementación de esta herramienta se deberá utilizar un programa digital para la gestión de mantenimiento preventivo, esta tecnología debe ser sencilla de utilizar y entender.
- **Desarrollar KPI Efectivos:** Se establecerá objetivos específicos, dentro de estos KPIS se tomará las siguientes métricas, tiempo de reparación de las líneas de producción, eficiencia del equipo del área de mantenimiento y tiempo medio de detección de fallas.
- **Crear lista de verificación de mantenimiento preventivo:** Se realiza una lista de verificación preventivo el que ayudara a dar seguimiento a los KPI planteados como metas.
- **Optimizar la estrategia:** Para identificar el programa de mantenimiento preventivo siempre se revisará resultados y se continuará la optimización. Todos los datos se obtendrán de las ordenes de trabajo y los diferentes informes, para determinar las fortalezas y debilidades.

Orden de Trabajo				
Orden de Trabajo N°:	25		Fecha de Inicio:	18/12/2023
			Fecha Finalización:	20/12/2023
Tipo de actividad:	Correctivo	Emergencia	Preventivo	Predictivo
Equipo:	GRUPO ELECTROGENO CUMMINS			
N°:	018			
Especialidad principal:	Técnico	Inspector	Oficial	Operario
Cantidad:	X			
Cuadrilla:	Eléctrico	Mecánico	Electrónico	Otro
Herramientas Utilizadas:	X	X	X	
Cantidad:	3	5	3	
Operaciones:	Viaje Ida y Vuelta al Lugar		Realizar Actividad	Realizar Informe y Registrar
Tiempos:	30 Min		Mantenimiento	
Descripción de la actividad:	Se procede a realizar el mantenimiento preventivo del grupo electrogeno con la finalidad de evitar fallas, teniendo la probabilidad de paradas en la línea de producción			
Nota Importante:	Al realizar las tareas encomendadas en la presente Orden de Trabajo deberá tener en cuenta las condiciones de Seguridad descritas a continuación que correspondan al caso.			

Fig. 15 - Orden de trabajo

Los resultados de este artículo de investigación se sustentan en base a la simulación como alternativa de solución, el programa simula el proceso de mantenimiento en una bomba de agua aplicando las 3 herramientas de lean manufacturing y su impacto para mejorar la eficiencia en área.



Fig. 16- Proceso de mantenimiento aplicando Metodología 5S – Fuente propia

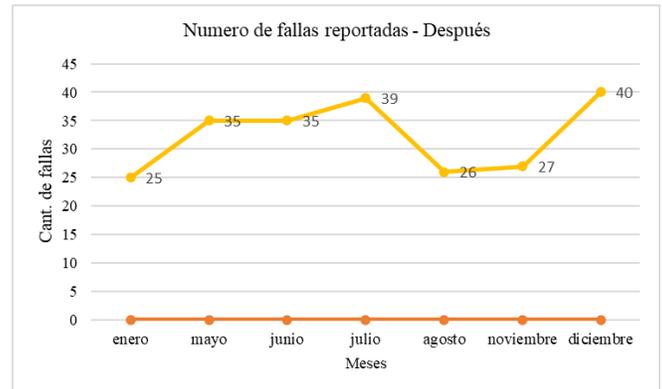


Fig. 17 – Cantidad de fallas registradas después de la aplicación del mantenimiento preventivo

Como se observa en el siguiente grafico luego de la aplicación del mantenimiento preventivo total se observa la reducción en una cantidad de 313 Tn de harina de pescado que se dejaron de producir.



Fig. 18 – Tiempo empleado para la atención de averías en la línea de producción.

Con estos resultados se realiza el cálculo de la eficiencia en el área de mantenimiento tomando como referencia los 502min promedio de respuesta y comparándolo los minutos de respuesta después de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing.

V. DISCUSIÓN

Con los datos obtenidos en la etapa de la observación en la empresa se tiene como resultados el 15 % de cumplimiento y una calificación deficiente en el área de mantenimiento de este modo se pudo conocer que existe una respuesta deficiente en un 63%, la ausencia de seguimiento en reportes de mantenimiento, desorden en el área de trabajo, ausencia de estándares de trabajo esto genera retrasos teniendo como respuesta promedio de 502 min aproximadamente. Se plantea como alternativa de solución la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing tales como: Mantenimiento preventivo, estandarización de trabajo y 5S con estas herramientas se realizó la simulación de la cual se obtuvo una respuesta promedio de 384 min equivalente a un 80% de eficiencia este resultado cuantitativo es bueno. Dentro de esta simulación aumenta la eficiencia del área de mantenimiento en un 17% el cual representa una notable mejora. La optimización de tiempo en la búsqueda de herramientas y equipos; estandarización de trabajos teniendo ordenes, procedimientos, jerarquización de equipos y contar con un cronograma de mantenimiento preventivo ha permitido mejorar la eficiencia en el área de mantenimiento.

VI. CONCLUSIÓN

- Como resultado del estudio y aplicación de la herramienta 5S se pudo observar que contribuyo a la eficiencia en la gestión dentro del área de mantenimiento, esto se logró mediante la implementación de auditorías, supervisión. Con esta herramienta se ha logrado mejorar el tiempo de búsqueda de herramienta y equipos necesarios reduciendo el tiempo en 136 min para la atención de emergencias de los tiempos de trabajo a comparación de antes de la aplicación de las herramientas el tiempo de atención a un mantenimiento era de 526 min.
- Como resultado de la aplicación de la herramienta estandarización de trabajos se ha obtenido como resultado los tiempos de atención que se tiene en la atención de un trabajo, permite identificar los cuellos de botella, los procesos de demora, mejor clima laboral, la herramienta estandarización de trabajo afecta positivamente a la mejora de eficiencia en el área de mantenimiento mejorando en un 25%.
- Al implementar la herramienta Lean Manufacturing se tiene un impacto positivo en el área de mantenimiento permitiendo la reducción de tiempo, eliminación de desperdicio de espacios; con la aplicación de esta herramienta se tiene un promedio de 32 fallas reportadas entre los meses enero y diciembre, mientras que antes de la aplicación se contaba con un Gantt de actividades de mantenimiento reportadas de 42,50. Así mismo la empresa evidencia una el orden y limpieza en la disposición de herramientas y materiales reduciendo los tiempos de búsqueda
- Se concluye que en el área de mantenimiento luego de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing afecta

positivamente a la eficiencia en un 65%, además se asegura la Calidad enfocada en la mejora continua con la aplicación de las 5S, disminuye los sobrecostos, tiempos innecesarios mal ambiente de trabajo con la aplicación de la estandarización de trabajos; la eficiencia del area de mantenimiento se ve reflejada la disponibilidad de las líneas de producción.

REFERENCIAS

- [1] Comexperu, "COMEXPERU," 2020. Accessed: Jan. 10, 2024. [Online]. Available: [https://www.comexperu.org.pe/public/articulo/radiografia-del-gasto-publico-en-mantenimiento#:~:text=De%20acuerdo%20con%20cifras%20del,\(PIM\)%20%5B1%5D](https://www.comexperu.org.pe/public/articulo/radiografia-del-gasto-publico-en-mantenimiento#:~:text=De%20acuerdo%20con%20cifras%20del,(PIM)%20%5B1%5D).
- [2] A. Economía, "America economia," 2019. Accessed: Jan. 10, 2024. [Online]. Available: <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/sector-formal-de-mantenimiento-en-el-peru-mueve-cerca-de-us60m-anuales>
- [3] F. A. Pérez Rondón, "Conceptos Generales en la Gestión del Mantenimiento Industrial," pp. 37–59, 2021.
- [4] R. del Pilar López-Padilla, E. Benites-Alfaro, L. R. Rodriguez-Alegre, J. Gutierrez-Ascón, J. H. Iturrizaga-Romero, and J. C. Martínez-Loayza, "Application of Crystal Ball in Preventive Maintenance Management and its influence on the productivity of a cardboard company," in *Proceedings of the LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2022. doi: 10.18687/LACCEI2022.1.1.691.
- [5] W. Fazinga, F. Saffaro, E. Isatto, and E. Lantelme, "Implementation of standard work in the construction industry Implementación del trabajo estandarizado en la industria de la construcción." [Online]. Available: www.ricuc.cl
- [6] A. Economía, "America economia," 2019.
- [7] A. G. Lomparte Cárdenas, A. N. Orellana Dueñas, S. S. Guardamino Sáez, and A. E. Paz Campaña, "Implementación de la Metodología 5s en las Empresas industriales periodo – 2021," *Qantu Yachay*, vol. 2, no. 1, pp. 16–25, Apr. 2022, doi: 10.54942/qantuyachay.v2i1.18.
- [8] J. C. Cerón, J. C. Madrid, and A. Gamboa, "Desarrollo y casos de aplicación de Lean Manufacturing," 2015.
- [9] W. Fazinga, F. Saffaro, E. Isatto, and E. Lantelme, "Implementation of standard work in the construction industry Implementación del trabajo estandarizado en la industria de la construcción." [Online]. Available: www.ricuc.cl
- [10] R. del Pilar López-Padilla, E. Benites-Alfaro, L. R. Rodriguez-Alegre, J. Gutierrez-Ascón, J. H. Iturrizaga-Romero, and J. C. Martínez-Loayza, "Application of Crystal Ball in Preventive

Maintenance Management and its influence on the productivity of a cardboard company,” in *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2022. doi: 10.18687/LACCEI2022.1.1.691.

- [11] P. D. Anchundia-Hidalgo and D. P. Brito-Jordan, “Las cinco fundacionales del mantenimiento planeado como alternativa para gestionar el mantenimiento en una industria de producción pesquera.,” *MQRInvestigar*, vol. 7, no. 4, pp. 719–736, Oct. 2023, doi: 10.56048/MQR20225.7.4.2023.719-736.