

## Uso del Lean Service para incrementar la productividad de las operaciones de mantenimiento en una empresa de servicios navales

Use of Lean Service to increase the productivity of maintenance operations in a marine services company.

Utilização do Lean Service para aumentar a produtividade das operações de manutenção em uma empresa de serviços navais

**Romero Palomino, Angela María**<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-0069-3914>

**Trejo Celestino, John Robert**<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-5609-4454>

**Vargas Sagástegui, Joel David**<sup>3</sup>

<https://orcid.org/0000-0003-0411-8164>

Recibido: 02.03.2023

Aceptado: 16.05.2023

### RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo aplicar lean service para incrementar la productividad de las operaciones de mantenimiento de una empresa de servicios navales. Materiales y métodos. La metodología fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo y diseño pre experimental, la población se basó en las actividades de mantenimiento durante los años 2022 y 2023 y la muestra se conformó por las actividades de mantenimiento entre agosto y noviembre de 2022. Las herramientas usadas fue la entrevista para el cumplimiento de Lean Service y el análisis documental y observación directa para la productividad de los servicios de mantenimiento, el muestreo fue no probabilístico. Resultados. Se obtuvo una eficiencia que mejoro de 86,44% a 94,46% al implementar el tablero Kanban; además, la eficacia aumento de 70,96% a 91,13% con la implementación del PERT-CPM, para la eficiencia como eficacia se implementó la estandarización de los procesos. Conclusión. La productividad pasó de un valor inicial de 0,17 a un valor post test de 0,20 aprovechando los recursos utilizados en las órdenes de servicios, organizando las tareas y mejorando la programación de los servicios.

**Palabras clave:** Lean service, productividad, eficiencia, eficacia.

### ABSTRACT

The objective of the research was to apply lean service to increase the productivity of the maintenance operations of a naval services company. Materials and methods. The methodology was applied, quantitative approach and pre-experimental design, the population was based on maintenance activities during the years 2022 and 2023 and the sample was made up of maintenance activities between August and November 2022. The tools used were the interview for compliance with Lean Service and the documentary analysis and direct observation for the productivity of maintenance services, the sampling was non-probabilistic. Results. An efficiency that improved from 86.44% to 94.46% was obtained by implementing the Kanban board; In addition, efficiency increased from 70.96% to 91.13% with the implementation of the PERT-CPM, for efficiency as well as effectiveness, the standardization of processes was implemented. Conclusion. Productivity went from an initial value of 0.17 to a post-test value of 0.20, taking advantage of the resources used in service orders, organizing tasks and improving service scheduling.

**Key words:** Lean service, productivity, efficiency, effectiveness.

### RESUMO

O objetivo da pesquisa foi aplicar o lean service para aumentar a produtividade das operações de manutenção de uma empresa de serviços navais. Materiais e métodos. A metodologia foi aplicada, abordagem quantitativa e desenho pré-experimental, a população foi baseada em atividades de manutenção durante os anos de 2022 e 2023

<sup>1</sup> Universidad Cesar Vallejo. Chimbote. Perú. Bachiller. [romerop@ucvvirtual.edu.pe](mailto:romerop@ucvvirtual.edu.pe)

<sup>2</sup> Universidad Cesar Vallejo. Chimbote. Perú. Bachiller. [trejoc@ucvvirtual.edu.pe](mailto:trejoc@ucvvirtual.edu.pe)

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú. Doctor. [vgtindustrial@unitru.edu.pe](mailto:vgtindustrial@unitru.edu.pe)

e a amostra foi composta por atividades de manutenção entre agosto e novembro de 2022. As ferramentas utilizadas foram a entrevista para cumprimento de Lean Service e a análise documental e observação direta da produtividade dos serviços de manutenção, a amostragem foi não probabilística. Resultados. Uma eficiência que melhorou de 86,44% para 94,46% foi obtida com a implementação do quadro Kanban; além disso, a eficiência aumentou de 70,96% para 91,13% com a implantação do PERT-CPM, tanto para eficiência quanto para eficácia, foi implementada a padronização de processos. Conclusão. A produtividade passou de um valor inicial de 0,17 para um valor pós-teste de 0,20, aproveitando os recursos utilizados nas ordens de serviço, organizando tarefas e melhorando o agendamento dos serviços.

**Palavras-chave:** *serviço enxuto, produtividade, eficiência, eficácia, efetividade*

## Introducción

Las empresas que se han desarrollado en el ámbito de servicios siempre han estado ligadas al crecimiento económico de los países. Debido a que, los servicios son fundamentales en los procesos de innovación de otros sectores de la economía del país, en el sector relacionado con la industria manufacturera, los servicios de mantenimientos han garantizado a las empresas la operatividad de los equipos e instalaciones, mejorando la productividad para el cumplimiento de sus objetivos. Según Arango y Rojas (2018), la filosofía Lean se ha ido trasladando del entorno industrial al de servicio, bajo la perspectiva de la generación de valor y logrando la eliminación de mudas en los procesos de servicios, es por eso por lo que surge la metodología Lean Service que se centra en mejorar la calidad, eficiencia y nivel de servicio para lograr un aumento de la productividad de la organización.

En Indonesia, una empresa de conexión de agua potable enfrentó problemas de planificación, lo que llevó a un aumento en el tiempo de atención de 6 a 8 días, sin embargo, al implementar Lean Service, redujeron este tiempo a 5 días y mejorar la eficiencia del proceso en un 25,46% (Kulsum et al, 2020). En Perú, Torres (2020) destacó que la aplicación de Lean Service en consultoría permitió reducir el tiempo de atención en un 56,55%, eliminando desperdicios de tiempos de espera y sobreprocesos, complementando con la implementación de las 5'S, sistema de sugerencias y Poka Yoke genero aumento de las ventas debido a una mayor eficiencia en el procesamiento.

En la región Ancash, una empresa Carwash enfrentó demoras debido a problemas como desorden en el almacén y personal inexperto, emplearon Lean Service como DOP, VSM y 5S, reduciendo el tiempo de atención de 53 a 48 minutos y mejoraron la productividad de la mano de obra en un 0,10% (Manrique y Mejía, 2021).

La empresa donde se desarrolla el estudio brinda servicios de mantenimiento general a clientes en el sector pesquero de Chimbote, con su sede principal en Lima y una sucursal en Chimbote. Especializada en habilitar áreas dentro de embarcaciones, sus servicios incluyen carpintería, pintura, reemplazo de piezas e instalación de mobiliario. A pesar de su especialización, la empresa enfrenta desafíos significativos en términos de baja productividad en los servicios proporcionados. Se planteó como objetivo general aplicar lean service para incrementar la productividad de las operaciones de mantenimiento. Los objetivos específicos fueron: aplicar lean service para incrementar la eficiencia y la eficacia de las operaciones de mantenimiento de la empresa.

## Material y métodos

La investigación se clasificó como aplicada, con el objetivo de ofrecer soluciones teóricas y prácticas al problema identificado (Corral, et al, 2019). Adoptó un enfoque cuantitativo, utilizando hipótesis y análisis estadístico para la recolección y evaluación de datos. El diseño metodológico fue pre experimental, utilizando un método de pre test y post test para evaluar el impacto del lean service mediante dos pruebas distintas: una diagnóstica y otra para medir su efectividad (Cohen y Gómez, 2019).

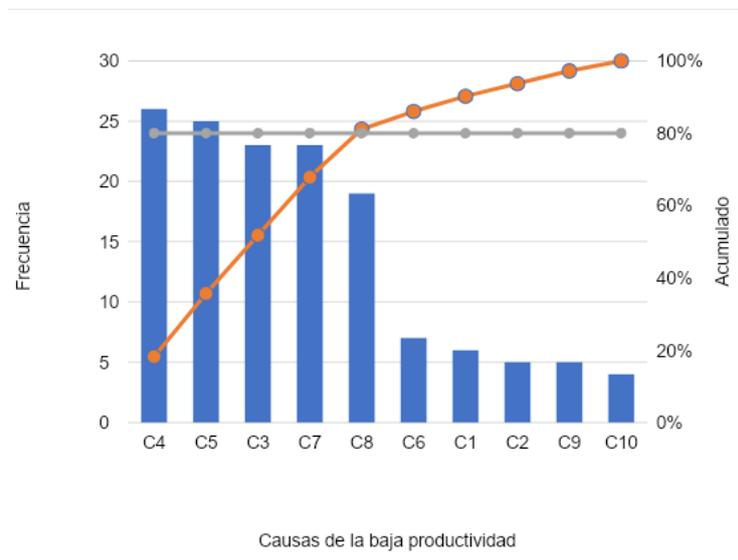
Para Socconini (2019) la aplicación de la filosofía Lean Service ayuda a mejorar los procesos dentro de las empresas de servicios. Debido a que, hace partícipe a todas las áreas involucradas en el proceso, eliminando desperdicios y detectando los limitantes de la productividad; consiguiendo así optimizar el desempeño del proceso y la experiencia de los clientes.

Sánchez y Sánchez (2021), nos menciona que es la relación que existe entre los insumos y recursos necesarios para la creación de bienes o servicios brindados. En relación con lo económico, es aprovechar recursos para producir la mayor cantidad de productos.

**Resultados**

Para diagnosticar la situación actual, primero se elaboró el diagrama de operaciones del proceso de la organización que permitió conocer las principales actividades que se ejecutan, identificando 4 actividades de operación y 1 actividad combinada de operación e inspección. En cuanto al análisis de los costos iniciales de la empresa se encontró que el costo real es superior al costo programado con un incremento promedio de 11,27%. Se empleó un diagrama de Ishikawa para analizar las causas principales de la baja productividad en la empresa. Los resultados se resumieron en una tabla de frecuencia, identificando las causas que superan el 80% de relevancia. Entre ellas tenemos: la falta de programa de actividades, tiempo ocioso, ausencia de procedimientos, carencia de indicadores de seguimiento y control, así como deficiencias en la supervisión.

A continuación, se muestra en la Figura 1, el Diagrama de Pareto a través del cual se visualiza, con mayor facilidad, las causas y el impacto que estas poseen dentro de la problemática de la empresa.



**Figura 1.** Diagrama de Pareto de la clasificación de problemas

Como se puede ver, existen 5 causas que afectan directamente a la productividad de la organización y son las que requirieron un plan de acción para mejorar. La metodología elegida, así como las herramientas, han sido de fácil aplicación para que la implementación no necesite un esfuerzo extra tanto para la empresa, para los operarios como para los investigadores.

Con la identificación de las causas que afectan la productividad de la empresa, se realizó el plan de mejoras considerando las herramientas de lean service que se aplicarían al proceso de operación de mantenimiento con el fin de eliminar o reducir los desperdicios. En la tabla 1 se detalla el plan de mejoras.

**Tabla 1**  
*Plan de mejora*

N°	Causa	Actividad de Mejora	Meta	Herramienta Lean Service
1	Falta de programa de actividades	Elaborar el formato de programación semanal	Formatos aprobados	Estandarización del Trabajo
		Establecer una metodología para programar tareas semanales	Implementar Pert CPM tablero Kanban	Pert CPM Kanban
2	Tiempo ocioso	Elaborar los diagramas de análisis del proceso	DAP	Estandarización del trabajo
		Establecer una metodología para programar tareas semanales	Implementar Pert CPM tablero Kanban	Pert CPM Kanban

3	Falta de procedimientos	Elaboración de formatos de reporte diario, programación y supervisión,	Formatos aprobados	Estandarización del Trabajo
4	Falta de indicadores de seguimiento y control	Panel de cumplimiento de actividades	Panel de control	Estandarización del Trabajo
5	Falta de supervisión	Elaborar formato de supervisión, Establecer una metodología para programar tareas semanales	Formato de supervisión Implementar Pert CPM tablero Kanban	Estandarización del trabajo Pert CPM Kanban

Se llevó a cabo un análisis detallado del servicio de mantenimiento de la empresa para identificar actividades que no agregan valor. Estas se categorizaron en diversas áreas:

- Defectos: Actividades como errores en presupuestos, equipos malogrados y falta de materiales representan un desperdicio del 8,47%.
- Tiempo de Espera: Las demoras en diversas etapas, desde visitas a embarcaciones hasta respuestas de clientes, suman un desperdicio del 15,25%.
- Transporte: Los traslados, como del almacén al astillero, contribuyen con un 5,08% de desperdicio.
- Movimiento: Los recorridos para abastecer materiales suman un 1,69% de desperdicio.
- Procesos adicionales: Las verificaciones extra debido a errores representan un 1,69% de desperdicio.
- Inventario innecesario: La existencia de materiales no utilizados equivale a un 1,69% de desperdicio.

En general, se destacó que el tiempo de espera es la actividad que presenta el mayor número de desperdicios, requiriendo atención para mejorar la eficiencia y productividad.

Con respecto a la aplicación de Lean Service para incrementar la eficiencia de las operaciones de mantenimiento en la empresa, se recopiló información mediante el análisis documental y se procedió a determinar la eficiencia inicial de la operación de los servicios de mantenimiento.

**Tabla 2**  
*Cálculo de la eficiencia inicial*

2022 Mes / semana	Total de horas empleadas	Total de horas disponibles	Total de horas extras	Eficiencia (%)
Septiembre- S1	420,26	409,49	54,01	86,34
Septiembre- S2	414,81	404,30	53,31	86,37
Septiembre- S3	409,49	399,25	52,63	86,40
Septiembre- S4	358,88	354,89	46,12	87,63
Octubre- S1	399,74	389,49	54,99	85,65
Octubre- S2	394,55	394,55	54,28	87,91
Octubre- S3	389,49	379,75	53,58	85,71
Octubre- S4	341,35	337,56	46,96	86,93
Noviembre- S1	425,39	414,49	58,02	85,74
Noviembre- S2	419,87	409,24	57,27	85,77
Noviembre- S3	414,49	404,13	56,53	85,80
Noviembre- S4	363,26	359,22	49,55	87,02
<b>Eficiencia promedio inicial</b>				<b>86,44</b>

En la Tabla 2 se muestra que la empresa presentó inicialmente una eficiencia del 86,44%, evidenciando que las horas programadas no se utilizaban completamente debido a esperas y tiempos de transporte asociados al abastecimiento de materiales y disponibilidad de equipos. Para abordar esta situación, se introdujo la metodología Kanban. Esta herramienta permitió establecer una programación semanal en un tablero, facilitando el seguimiento y control de las actividades asignadas al personal. Para garantizar una implementación efectiva, se diseñó un cronograma estructurado en cuatro fases clave.

Fase 1: Capacitación y entrenamiento para implementar Kanban Se llevó a cabo una serie de talleres de capacitación en la metodología Kanban para todo el personal, desde la gerencia hasta la mano de obra.

Fase 2: Implementación del Tablero Kanban en la Oficina Administrativa El Supervisor de obra se encargó de estructurar el tablero Kanban, que detalla una lista de actividades a evaluar semanalmente para monitorear su progreso.

Fase 3: Aplicación del tablero Kanban en la Programación de Actividades Mediante el tablero Kanban, el área de Gerencia tiene la capacidad de monitorear el progreso del servicio, identificando actividades que requieren más tiempo y abordando los problemas que causan demoras.

Fase 4: Seguimiento, control y Revisión de table Kanban Se estableció un proceso diario de seguimiento y revisión del tablero Kanban por parte del Supervisor. Utilizó formatos estandarizados de supervisión para reubicar tareas según el progreso de los operarios.

Con estas fases, la empresa busca mejorar la eficiencia operativa, optimizar la gestión de actividades y garantizar una mejor coordinación entre los diferentes niveles y departamentos de la organización mediante la metodología Kanban.

**Tabla 3**  
*Cronograma de implementación Tablero Kanban*

Fase	Actividad	Abril 2023				Mayo 2023			
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
1	Capacitación y entrenamiento para implementar Kanban	■							
2	Implementar el tablero Kanban en la oficina administrativa,					■			
3	Aplicar el tablero Kanban en la programación de las actividades semanales					■			
4	Seguimiento, control y revisión del tablero Kanban,					■			

La empresa ha adoptado la herramienta de estandarización para mejorar su documentación, permitiendo un seguimiento más eficiente de los procesos y actividades. Antes de esta implementación, la falta de formatos estandarizados causaba dispersión en la recopilación de datos. El supervisor se basaba en los requisitos del cliente, lo que resultaba en descoordinación entre operarios, maquinaria y equipos, generando desperdicios en los servicios. Con la estandarización, se optimiza la organización, coordinando de manera efectiva la mano de obra, maquinaria y herramientas. Los nuevos formatos facilitan al supervisor llevar un registro detallado de las actividades, recursos y tiempos, identificando y reduciendo eficazmente los desperdicios y mejorando la calidad del servicio al cliente.

Se crearon varios formatos como parte de la investigación, siendo estos:

- Checklist de Inicio de Servicios: Permite al supervisor verificar requisitos esenciales como materiales y herramientas.
- Reporte Diario de Actividades: El supervisor registra actividades diarias y recursos utilizados, siguiendo el Diagrama de Gantt.
- Control de Supervisión de Obra: Documenta actividades que cumplen con los requisitos del cliente.
- Registro de No Conformidades: Se utiliza para anotar cualquier desviación o inconformidad detectada.

Estos formatos son exclusivos de la empresa, revisados y aprobados por el gerente, y deben ser completados por el supervisor para garantizar la calidad del servicio.

La estandarización de los procesos en todas las etapas del servicio ha brindado a la empresa un mecanismo para documentar el desarrollo de actividades e identificar áreas de desperdicio. Tras implementar la estandarización junto con el tablero Kanban, se llevó a cabo una evaluación de eficiencia post test, cuyos resultados se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4**  
*Cálculo de la eficiencia Post Test*

2023	Total de horas	Total de horas	Total de horas	Eficiencia
------	----------------	----------------	----------------	------------

Mes - semana	empleadas	disponibles	extras	(%)
Abril- S1	407,89	397,44	20,53	92,77
Abril- S2	402,60	392,41	20,26	92,80
Abril- S3	397,44	387,50	20,00	92,83
Abril- S4	348,31	344,44	17,53	94,15
Mayo- S1	305,92	298,08	11,32	93,96
Mayo- S2	301,95	294,30	11,17	93,99
Mayo- S3	298,08	290,63	11,03	94,02
Mayo- S4	261,24	258,33	9,66	95,36
Junio- S1	316,12	308,01	6,32	95,53
Junio- S2	312,01	304,11	6,23	95,56
Junio- S3	308,01	300,31	6,15	95,59
Junio- S4	269,94	266,94	5,39	96,95
<b>Eficiencia promedio post test</b>				<b>94,46</b>

Se recopiló información mediante el análisis documental y se procedió a determinar la eficacia inicial de la operación de los servicios de mantenimiento.

**Tabla 5**

*Cálculo de la eficacia Post Test*

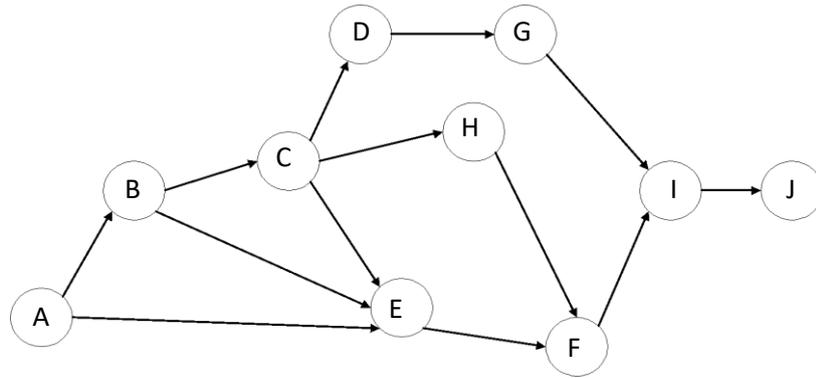
2022 Mes / semana	Total Actividades programados	Total de Actividades realizados a tiempo	Eficacia (%)
Septiembre- S1	103	76	73,51
Septiembre- S2	102	75	73,54
Septiembre- S3	100	74	73,56
Septiembre- S4	88	66	74,61
Octubre- S1	95	67	70,79
Octubre- S2	94	67	70,81
Octubre- S3	93	66	70,84
Octubre- S4	81	58	71,84
Noviembre- S1	104	71	67,74
Noviembre- S2	103	70	67,76
Noviembre- S3	102	69	67,78
Noviembre- S4	89	61	68,75
<b>Eficacia promedio inicial</b>			<b>70,96</b>

En la Tabla 5 se muestra la eficacia inicial la cual era de 70,96%, esto debido a las actividades no son concluidas en los tiempos programados. Con la información brindada sobre los servicios, se pudo crear un listado de actividades que debían realizar durante el tiempo destinado para la culminación del servicio. Permitted elegir la PERT-CPM para mejorar la eficacia, esta herramienta optimiza la gestión de actividades, identificando rutas críticas, maximizando los recursos y eliminando tareas que no agregan valor, facilitando la planificación eficiente, la secuencia y priorización de las actividades.

**Tabla 6**

*Planificación de actividades*

Actividades	Días	Precedentes
A Reparación de puentes	15	-
B Reparación de camarote	10	A
C Reparación de Baño	8	B
D Rep, Cocina	7	C
E Rep, Comedor	8	A, B, C
F Rep, Claraboyas	8	E, H
G Rep, Pañol de Víveres	5	D
H Rep, Ventanas	4	C
I Rep, Pasadizo	3	F, G
J Reparación de 2do nivel	8	I

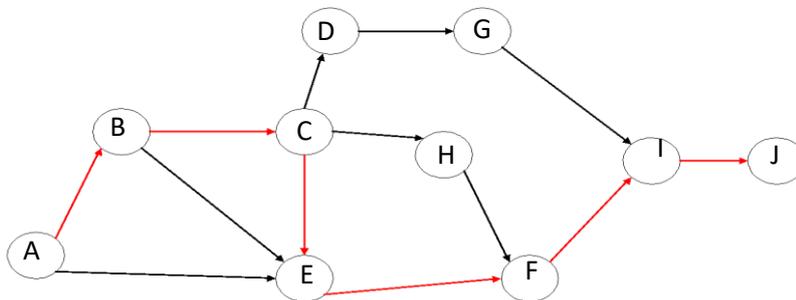


**Figura 2.** Diagrama PERT-CPM

Las actividades dependen mucho del personal, equipos disponibles y espacios de trabajo liberados para que puedan ser realizadas con facilidad. En este caso, la mayoría de los equipos y operarios realizan más de una actividad; por lo tanto, existe un tiempo de espera entre los inicios de actividades que se ve asociada a la disponibilidad de operarios y equipos. Finalmente, se halla la ruta crítica en base a cálculos realizados con los datos obtenidos, en la Tabla 7.

**Tabla 7**  
*Determinación de las actividades de la ruta crítica*

Actividades	Días	Prec	Ei	Li	Ef	Lf	HT	HL
A Reparación de puentes	15		0	15	0	15	0	0
B Reparación de camarote	10	A	15	15	25	25	0	0
C Reparación de Baño	8	B	25	25	33	33	0	0
D Rep, Cocina	7	C	33	33	40	44	4	0
E Rep, Comedor	8	A, B, C	33	33	41	41	0	0
F Rep, Claraboyas	8	E, H	41	41	49	49	0	0
G Rep, Pañol de Víveres	5	D	40	41	49	52	7	4
H Rep, Ventanas	4	C	33	33	49	49	12	12
I Rep, Pasadizo	3	F, G	49	49	52	52	0	0
J Reparación de 2do nivel	8	I	52	60	60	60	0	0

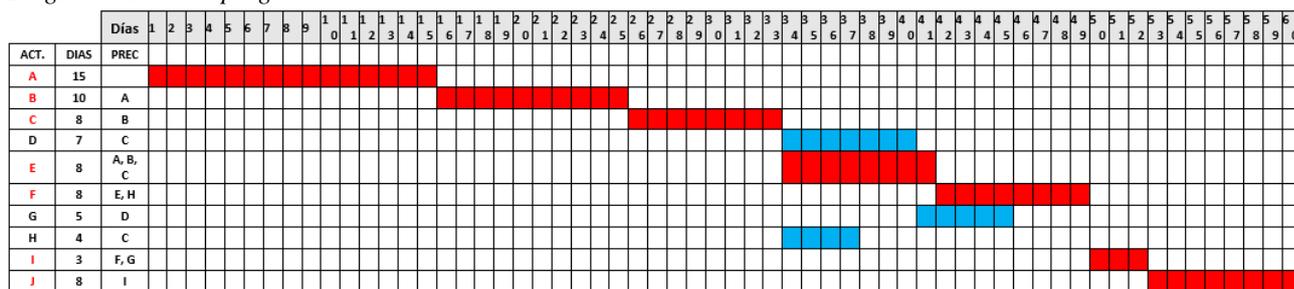


**Figura 8.** Diagrama PERT-CPM con ruta crítica

La ruta crítica, que abarca actividades como A, B, C, E, F, I y J, requiere 60 días para completarse, según la figura 8. Para evitar retrasos, se propone que el supervisor organice a los operarios en cuadrillas de tres personas cada una, facilitando una asignación y supervisión más efectiva de las actividades. Se utilizó un Diagrama de Gantt (Tabla 8) para mostrar al supervisor y operarios las actividades en la ruta crítica y su duración aproximada. A través de este diagrama, se identificaron actividades que requerían solo un operario, las cuales podían ser ejecutadas por cualquier miembro disponible de las cuadrillas. Esto facilitó al supervisor una mejor organización del tiempo y una asignación más precisa de la mano de obra para el servicio.

**Tabla 8**

Diagrama Gantt de programación de actividades



Con la aplicación y ejecución de las herramientas de lean service se procedió a realizar la nueva medición de la eficacia post test, según lo indicado en la Tabla 9.

**Tabla 9**

Cálculo de la eficacia post test

2023 Mes- semana	Total Actividades programados	Total de Actividades realizados a tiempo	Eficacia (%)
Abril- S1	82	71	87,38
Abril- S2	81	70	87,41
Abril- S3	79	70	87,44
Abril- S4	70	62	88,68
Mayo- S1	80	72	90,06
Mayo- S2	79	71	90,09
Mayo- S3	78	70	90,12
Mayo- S4	68	62	91,41
Junio- S1	80	76	94,87
Junio- S2	79	75	94,90
Junio- S3	78	74	94,93
Junio- S4	68	66	96,29
<b>Eficacia promedio post test</b>			<b>91,13</b>

Tras mejorar la programación de actividades, la eficiencia post test alcanzó un promedio del 91,13%, indicando el éxito de la empresa en cumplir con los plazos establecidos para los servicios.

Con relación a los costos que se generaron en los meses de aplicación de las herramientas de lean service, en la Tabla 10 se muestran los costos programados y los reales para los servicios programados en esos periodos, los cuales han sido inferiores al costo programado de la empresa en el periodo evaluado, beneficiando económicamente a la empresa.

**Tabla 10**

Resumen de costos programados (Post Test)

Indicador	Abril 2023	Mayo 2023	Junio 2023	Total
Costo programado (Soles)	62 401,10	71 103,80	73 405,60	206 910,50
Costo real (Soles)	61 777,09	70 037,24	71 937,49	203 751,82
Ahorro (Soles)	624,01	1 066,56	1 468,11	3 158,68

Con la información recopilada sobre la eficiencia y eficacia inicial de la operación de los servicios de mantenimiento, se determinó la productividad inicial que se detalla en la Tabla 11.

**Tabla 11:**

Cálculo de la productividad inicial

2022 Mes / semana	Total de horas empleadas (inicial)	Total de Actividades realizados a tiempo (inicial)	Productividad inicial
Septiembre- S1	420,26	75,64	0,18
Septiembre- S2	414,81	74,68	0,18
Septiembre- S3	409,49	73,75	0,18
Septiembre- S4	358,88	65,56	0,18
Octubre- S1	399,74	67,44	0,17
Octubre- S2	394,55	66,58	0,17

Octubre- S3	389,49	65,75	0,17
Octubre- S4	341,35	58,44	0,17
Noviembre- S1	425,39	70,77	0,17
Noviembre- S2	419,87	69,87	0,17
Noviembre- S3	414,49	69,00	0,17
Noviembre- S4	363,26	61,33	0,17
<b>Productividad inicial promedio</b>			<b>0,17</b>

En la Tabla 11 se muestra la productividad inicial con el que cuenta la empresa la cual es de 0,17. Luego de la aplicación de las herramientas de lean service, se procedió a calcular la productividad durante los meses de abril a junio, mostrado en la Tabla 12.

**Tabla 12**

*Cálculo de la productividad post test*

2023 Mes / semana	Total de horas empleadas (post test)	Total de Actividades realizados a tiempo (post test)	Productividad post test
Abril- S1	407.89	71	0.18
Abril- S2	402.60	70	0.18
Abril- S3	397.44	70	0.18
Abril- S4	348.31	62	0.18
Mayo- S1	305.92	72	0.24
Mayo- S2	301.95	71	0.24
Mayo- S3	298.08	70	0.24
Mayo- S4	261.24	62	0.24
Junio- S1	316.12	76	0.25
Junio- S2	312.01	75	0.25
Junio- S3	308.01	74	0.25
Junio- S4	269.94	66	0.25
<b>Productividad post test promedio</b>			<b>0,20</b>

**Comparación de las Productividad pre test y post test**

La aplicación de herramientas de Lean Service, lograron mejorar la productividad de los servicios de mantenimiento de la empresa en cuanto a la utilización de las horas hombre y la programación de los servicios. Como se muestra en la tabla 13 la comparación de los resultados pre test y post test.

**Tabla 13**

*Comparación de las productividades*

Periodo	Productividad Inicial	Productividad Post test
1	0,18	0.18
2	0,18	0.18
3	0,18	0.18
4	0,18	0.18
5	0,17	0.24
6	0,17	0.24
7	0,17	0.24
8	0,17	0.24
9	0,17	0.25
10	0,17	0.25
11	0,17	0.25
12	0,17	0.25
<b>Productividad promedio</b>	<b>0,17</b>	<b>0,20</b>

**Discusión**

La investigación realizada tuvo como objetivo general aplicar lean service para incrementar la productividad de las operaciones de mantenimiento en una empresa de servicios navales. Según lo indicado por Juez (2020) la productividad es aquella relación que existe entre los insumos y recursos necesarios en la producción para poder generar bienes o servicios de acuerdo con las necesidades del cliente. A través de herramientas esbeltas aplicadas al proceso de servicios de mantenimiento se ha logrado incrementar la productividad en beneficio de la organización de un índice promedio inicial de 0,17 y un promedio final de un 0,20. Kusrini, et al, (2019) coincide con nuestra investigación al aplicar lean service para eliminar los desperdicios en sus servicios de consultoría con una mejora en la productividad del 16,25%. Tarigan, et al, (2020), también implemento mejoras en sus servicios clínicos e incremento en 64% en la productividad implementados en el diseño de la atención al usuario. También

en la investigación de Hidayati, et al, (2019), aplico lean service en el proceso de atención de un servicio de créditos, la productividad incrementó a un 42% con la aplicación de herramientas esbeltas.

Para los objetivos específicos la aplicación de lean service incrementa la eficiencia de las operaciones de mantenimiento de la empresa. Según Gijo, et al, (2019), coinciden pues obtuvieron mejoras en el servicio de atención incrementando en 32% la eficiencia. Al igual que Cavdur, et al. (2019), mejoraron los servicios técnicos con aplicaciones lean, reduciendo la atención en sus tiempos y en su eficiencia en un 31,66% mejorando sus indicadores organizacionales. También Indrawati y Ramadham (2022), coinciden con que las herramientas esbeltas pueden reducir los desperdicios en los servicios de atención médica, mejorando su atención en un 48% con relación a su eficiencia. En el trabajo de Shalihin y Hidayati (2020), concuerdan con los resultados, al poder incrementar la calidad de sus servicios con la aplicación de lean service para reducir aquellas actividades sin valor con un porcentaje favorable del 18% en su eficiencia. En la investigación de Meliala, et al. (2020), mejora los tiempos de atención a través de lean service en los servicios, teniendo como incremento el 81% de la eficiencia y un menor tiempo en atenciones de 100 segundos. En la investigación de Smith y Bayliss (2022), concuerdan ya que los logros de la aplicación de herramientas esbeltas lograron reducir el tiempo de espera y por ende un incremento en la eficiencia hasta un 80% gracias a lean service. En la investigación de Tarigan, et al, (2018), concuerdan al lograr una eficiencia mejorada en un 24,56% en el servicio de venta de un supermercado ayudando a la reducción de los gastos y beneficiando en sus ingresos. Magodi, et al. (2022), mejoraron en un 10,74% en la eficiencia con la ayuda de las herramientas de mejora. En la investigación de Daza-Moran, et al. (2022), la aplicación de lean generó mejoras en el nivel de servicios en una distribuidora con un incremento del 10,69% en la eficiencia, logrando la eliminación de desperdicios. En la investigación de Bustillos, et al (2022), coinciden los resultados ya que lean service ayudó al aumento del 12,88% en la eficiencia con relación al desempeño de sus procesos. Onaga-Nishimura, et al. (2022), coinciden con los resultados de que la eficiencia se mejoró en un 9,84% en los servicios de atención al cliente con la aplicación de lean service. Finalmente, en la investigación de Villavicencio-Condor, et al. (2022), coinciden con los resultados al lograr que los servicios mejoren en un 25% a través de la reducción de los desperdicios con la ayuda de lean service. Dado a estos antecedentes revisados se pudo determinar que la eficiencia puede lograr una mejoría identificando las causas de aquellos problemas que generan esas actividades sin valor a los servicios brindados y con el compromiso de toda la organización.

Por último, para el segundo objetivo específico la aplicación de lean service incrementa la eficacia de las operaciones de mantenimiento. En la investigación de Indrawati y Ramadham (2022), logra un incremento de la eficacia del 23% con la obtención de mejores tiempos del proceso de servicios gracias a la aplicación de lean service. En la investigación de Tarigan, et al, (2018), coinciden que la mejora obtenida del 24,56% en la eficacia se logró con la aplicación de herramientas esbeltas que fueron aplicadas en los servicios de ventas de un supermercado. En la investigación de Magodi, et al. (2022), la aplicación de lean service ayudó a mejorar en un 47,70% la eficiencia con la que contaba la empresa a través de la eliminación de desperdicios. En la investigación de Daza, et al. (2022), la empresa mejoró los niveles de eficacia gracias al tratamiento de los problemas con herramientas esbeltas aplicadas en los servicios de una distribuidora. En el trabajo de Alvarado (2020), al aplicar distintas herramientas de lean como 5S, ciclo de Deming lograron una mejora del 19,57% de eficacia gracias al compromiso de toda la organización. Gupta, et al. (2018), al mejorar la tasa de eficacia del 22,39 en los tiempos de atención de pacientes gracias a lean service. Dado a estos antecedentes analizados se pudo determinar que la eficacia puede lograr un incremento identificando las causas de aquellos problemas que generan desperdicios en los servicios brindado, logrando la optimización de los recursos garantizando la mejora en los servicios brindado.

## Conclusiones

Se logró aplicar herramientas de lean service que mejoraron la eficiencia de los servicios de mantenimiento de 86,44% a 94,46%, a través del análisis de sus causas que originaban los problemas y la implementación del tablero Kanban y la estandarización se consiguió aprovechar las horas disponibles para la realización de las actividades asignadas.

Se alcanzó a aplicar herramientas de lean service que lograron mejorar la eficacia de los servicios de mantenimiento de 70,96% a un 91,13%, a través del análisis de sus causas que originaban los problemas y la implementación del PERT-CPM y la estandarización se mejoró la programación de las actividades para la realización de los servicios de mantenimiento a cargo de la empresa. Así mismo, se obtuvo la mejora en la productividad de la organización incrementando de un 0,17 a un 0,20 favorable para poder aprovechar los recursos utilizados en las órdenes de servicios, organizando las tareas y mejorando la programación de los servicios.

## Referencias

Alvarado, P. (2022). Implementación de Lean Service para mejorar la productividad del servicio de una empresa de gestión de información año-2020. Ingeniería Industrial con Mención en Planeamiento y Gestión Empresarial, Maestría. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91937>

- Arango, F. A., & Rojas, M. D. (2018). Una revisión crítica a Lean Service. *Revista Espacios*, 39(07). <https://www.revistaespacios.com/a18v39n07/18390709.html>
- Bustillos, A. R., & Rojas, M. A. (2022). Integrated Lean-BPM Service Model to Reduce Lead Time of Incorporation of New Employees in a SME of HR Services. In *Proceedings of LACCEI 2022*. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.81>
- Cavdur, F., Yagmahan, B., Oguzcan, E., Arslan, N. & Sahan, N. (2019), "Lean service system design: a simulation-based VSM case study", *Business Process Management Journal*, Vol. 25 No. 7, pp. 1802-1821. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-02-2018-0057>
- Cohen, N., Gómez, G., Grinszpun, M., Riveiro, M., & Seid, G. J. (2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué?: la producción de los datos y los diseños. Teseo*.
- Corral, Y., Corral, I., & Franco, A. (2019). La investigación: tipos, normas, acopio de datos e informe final. *Caracas, Venezuela: Fondo Editorial OPSU*, 47-50.
- Daza-Moran, F. J., Ramirez-Alva, A. S. D., Quiroz-Flores, J. C., & Collao-Diaz, M. F. (2022). Improving service level performance by implementing Lean Six Sigma in SMEs of the gaming peripherals industry in Peru: a case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 33(2), 168-183. <http://dx.doi.org/10.7166/33-2-2710>
- Gijo, E. V., & Antony, J. (2019). Application of Lean Six Sigma in IT support services—a case study. *The TQM Journal*, 31(3), 417-435. <https://doi.org/10.1108/TQM-11-2018-0168>
- Gupta, S., Kapil, S. & Sharma, M. (2018). Improvement of laboratory turnaround time using lean methodology. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, Vol. 31 No. 4, pp. 295-308. <https://doi.org/10.1108/IJHCOA-08-2016-0116>.
- Hidayati, J., Tarigan, U. P. P., & Tarigan, U. (2019). Implementation of Lean Service to Reduce Lead Time and Non Value Added Activity in a Banking Institution. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 505, No. 1, p. 012076). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012076>
- Indrawati, S. & Madarja, E.R. (2022). Lean healthcare improvement model using simulation-based lean six-sigma and TRIZ. *Mathematical Modelling of Engineering Problems*, Vol. 9, No. 3, pp. 849-855. <https://doi.org/10.18280/mmep.090335>
- Juez, J. (2020). Productividad Extrema: Como Ser Más Eficiente. *Producir Más, y Mejor, España: streetLib eBooks*.
- Kulsum, Ade Irman & Anwari, A. (2020). Increased productivity using lean service (Case study: regional drinking water company x). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 909, No. 1, p. 012086). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/909/1/012086>
- Kusrini, E., Nisa, F., & Helia, V. N. (2019). Lean service approach for consulting services company. *International Journal Of Integrated Engineering*, 11(5), 189-195. <https://doi.org/10.30880/ijie.2019.11.05.024>
- Magodi, A. Y., Daniyan, I. A., & Mpofu, K. (2022). Application of Lean Six Sigma to a small enterprise in the Gauteng province: A case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 33(1), 190-204. <http://dx.doi.org/10.7166/31-1-2504>
- Manrique, G. V. & Mejía, C. G. (2021). Lean manufacturing para mejorar la productividad de la empresa carwash Maria Jose, Chimbote-2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/82701>
- Meliala, G. H. I., Matondang, N., & Hidayati, J. (2020). Analysis of Fire Response Time with Lean Service Method in City of Medan Fire and Prevention Service. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1003, No. 1, p. 012046). IOP Publishing. <http://doi:10.1088/1757-899X/1003/1/01204>
- Onaga-Nishimura, A., De La Rosa-Reyna, N., Collao-Diaz, M., & Ruiz-Ruiz, M. (2022). Service Management Model Based on Lean Service and Systematic Layout Planning for the Improvement of Customer Satisfaction in an SME in the Restaurant Sector in Peru. In *Proceedings of the 8th International Conference on Industrial and Business Engineering* (pp. 242-249). <https://doi.org/10.1145/3568834.3568853>
- Sánchez, G. y Sánchez-Ruiz, H. (2021). Productividad en Colombia: un desafío pendiente. *Ensayos de Economía*, 31(58). <https://doi.org/10.15446/ede.v31n58.88625>

- Shalihin, A., & Hidayati, J. (2020). Approach lean service on halal certification service system using cost integrated value stream mapping. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 725, No. 1, p. 012065). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012065>
- Smith, I. M., & Bayliss, E. (2022). Recovering staff, recovering services: massive-online support for recovering a paediatric service using Lean and compassionate communication. *BMJ Open Quality*, 11(2), e001914. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-001914>
- Socconini, L., & Barrantes, M. (2020). El proceso de las 5'S en acción. *Marge Books*.
- Tarigan, U., Ishak, A., Hutauruk, Y. O., Siregar, K., Sari, R. M., & Tarigan, U. P. P. (2020). Implementation of lean services and facility layout to improve health clinical service processes. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1003, No. 1, p. 012031). IOP Publishing. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012031>
- Tarigan, U., Tarigan, U. P. P., Rahman, I. H., & Rizkya, I. (2018). Design of facility layout with lean service and market basket analysis method to simplification of service process in the supermarket. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 197, p. 14006). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819714006>
- Torres, P. E. (2020). Evaluación y propuesta para la implementación de herramientas lean service con el objetivo de mejorar la productividad del servicio, en una empresa local dedicada al rubro de consultoría ambiental. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/16977>
- Villavicencio-Condor, J., Valdivia-Castro, A., Collao-Diaz, M., & Chavez-Ugaz, R. (2022). Service Model under the Lean Service and Machine Learning Approach to Increase External User Satisfaction: A case study in the health sector SMEs in Peru. In *Proceedings of the 8th International Conference on Industrial and Business Engineering* (pp. 204-210). <https://doi.org/10.1145/3568834.3568851>