

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

"PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE OPERACIÓN DE EQUIPOS PESADOS EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA DE LA REGIÓN LA LIBERTAD, 2019"

Tesis para optar el título profesional de

Ingeniero Industrial

Autor:

Richard Guillermo López Rodríguez

Asesor:

Ing. Jorge Luis Alfaro Rosas

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
PRESENTACIÓN	4
LISTA DE MIEMBROS DE EVALUACIÓN DE LA TESIS	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FÍGURAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad Problemática.....	14
1.2. Antecedentes de la investigación.....	16
1.3. Bases teóricas.....	20
<i>¿Qué es Mantenimiento?</i>	20
<i>Gestión del Mantenimiento</i>	20
<i>Importancia del Mantenimiento</i>	23
<i>Tipos de Mantenimiento</i>	23
<i>Índices de Clase Mundial</i>	26
<i>Costes de operación</i>	28
1.4. Formulación del problema	33
1.5. Objetivos.....	33
1.6. Hipótesis	34
1.7. Operacionalización de las variables.....	35
CAPÍTULO II. MÉTODO	36
2.1. Tipo de investigación.....	36
2.2. Población y muestra.....	37
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	41
2.4. Fases para el desarrollo del trabajo de investigación.....	48
CAPÍTULO III. RESULTADOS	52
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	152
REFERENCIAS.....	161
ANEXOS	170

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Resumen de costo de operación de 6 equipos pesados en una empresa constructora de la región La Libertad 2018</i>	16
Tabla 2 <i>Operacionalización de las variables</i>	35
Tabla 3 <i>Inventario de la flota de equipos pesados en una empresa constructora de la región La Libertad 2018</i>	38
Tabla 4 <i>N° de fallas por equipo pesado en el 2018</i>	39
Tabla 5 <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	41
Tabla 6 <i>Causas raíces que generan costos de operación elevados de equipos pesados en una empresa constructora de la región La Libertad 2018</i>	60
Tabla 7 <i>Indicadores de las causas raíces de los problemas</i>	62
Tabla 8 <i>Matriz resumen de indicadores de variables</i>	64
Tabla 9 <i>Fallas según tipo de componente</i>	67
Tabla 10 <i>Incidencia de las fallas en equipos pesados según tipo de componente</i>	69
Tabla 11 <i>Tiempo medio entre falla actual por equipo pesado</i>	71
Tabla 12 <i>Tiempo medio para reparación actual de equipos pesados</i>	75
Tabla 13 <i>Cálculo de horas de reparación actuales de equipos pesados</i>	77
Tabla 14 <i>Costo actual de mano de obra de operadores</i>	78
Tabla 15 <i>Costo actual de mano de obra de mecánicos</i>	78
Tabla 16 <i>Costo actual de mano de obra de sobretiempo</i>	79
Tabla 17 <i>Costo actual de materiales de operación</i>	80
Tabla 18 <i>Costo actual de materiales de mantenimiento</i>	81
Tabla 19 <i>Costo actual de depreciación</i>	81
Tabla 20 <i>Costo actual de servicios prestados por terceros</i>	81
Tabla 21 <i>Costo total actual de elementos que intervienen en mantenimientos</i>	82
Tabla 22 <i>Horas totales actuales de operación de equipos pesados</i>	83
Tabla 23 <i>Determinación del costo total de operación actual por reparación de 6 equipos pesados en una empresa constructora de la región La Libertad 2018</i>	83
Tabla 24 <i>Disponibilidad actual por equipo pesado</i>	83
Tabla 25 <i>Clasificación ABC de repuestos</i>	90
Tabla 26 <i>Repuestos clasificación "A"</i>	92
Tabla 27 <i>Número de servicios de mantenimiento para tractores de cadenas</i>	92
Tabla 28 <i>Plan Maestro de Servicios Mensual</i>	93
Tabla 29 <i>Plan Maestro de Servicios Semanal</i>	94
Tabla 30 <i>Programa de Pedidos Planeados: repuestos para servicios de mantenimiento</i>	96
Tabla 31 <i>Temario de capacitación al personal</i>	117
Tabla 32 <i>Tiempo medio entre falla mejorado por equipo pesado</i>	121
Tabla 33 <i>Tiempo medio para reparación mejorado de equipos pesados</i>	128
Tabla 34 <i>Cálculo de horas de reparación mejoradas de equipos pesados</i>	130
Tabla 35 <i>Costo mejorado de mano de obra de operadores</i>	133
Tabla 36 <i>Costo mejorado de mano de obra de mecánicos</i>	133
Tabla 37 <i>Costo mejorado de mano de obra de sobretiempo</i>	134
Tabla 38 <i>Costo mejorado de materiales de operación</i>	135
Tabla 39 <i>Costo mejorado de materiales de mantenimiento</i>	135
Tabla 40 <i>Costo mejorado de depreciación</i>	136
Tabla 41 <i>Costo mejorado de servicios prestados por terceros</i>	136
Tabla 42 <i>Costo total mejorado de elementos que intervienen en mantenimientos</i>	137
Tabla 43 <i>Horas totales mejoradas de operación de equipos pesados</i>	137
Tabla 44 <i>Determinación del costo total de operación mejorado por reparación de 6 equipos pesados en una empresa constructora de la región La Libertad 2019</i>	141
Tabla 45 <i>Disponibilidad mejorada por equipo pesado</i>	141

Tabla 46 <i>Beneficio de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo para equipos pesados</i>	144
Tabla 47 <i>Diferencia de muestras pareadas entre el costo de operación antes y el costo de operación después de cada equipo pesado</i>	146
Tabla 48 <i>Prueba de normalidad de los costos de operación de equipos pesados con contraste de Shapiro Wilk</i>	147
Tabla 49 <i>Cálculo de ingresos de operación actuales por alquiler de equipos pesados</i>	149
Tabla 50 <i>Cálculo de ingresos de operación mejorados por alquiler de equipos pesados</i>	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo del proceso de gestión de mantenimiento.....	22
Figura 2. Tiempo medio entre fallas.....	27
Figura 3. Tiempo medio para reparación.	27
Figura 4. Disponibilidad de equipos sometidos a reparación de fallas.	28
Figura 5. Consumos energéticos.	29
Figura 6. Consumos secundarios.	30
Figura 7. Consumos secundarios.	30
Figura 8. Diagrama de Pareto del número de fallas por equipo pesado.	40
Figura 9. Cronograma del proyecto.....	50
Figura 10. Ubicación de la empresa en estudio, región La Libertad, Perú.	53
Figura 11. Servicio brindado por la empresa.....	54
Figura 12. Obras de ingeniería desarrolladas por la empresa.	54
Figura 13. Obras de construcción desarrolladas por la empresa.	55
Figura 14. Mejoramiento de accesos desarrollados por la empresa.....	56
Figura 15. Clientes de la empresa.	56
Figura 16. Organigrama de la empresa en estudio.	57
Figura 17. Diagrama de Ishikawa para resolver problemas.....	59
Figura 18. Diagrama de Pareto ABC de causas raíces.....	61
Figura 19. Fallas en tractores de cadenas según tipo de componente.	68
Figura 20. Porcentaje de fallas en tractores de cadenas según tipo de componente.	70
Figura 21. Tiempo medio entre falla actual.....	72
Figura 22. Tasa de falla actual.....	73
Figura 23. Flujograma de mantenimiento actual.....	74
Figura 24. Tiempo medio para reparación actual.....	76
Figura 25. Disponibilidad actual.....	84
Figura 26. Programa de mantenimiento para tractores de cadenas.....	86
Figura 27. Mantenimiento de lubricación en tractores de cadenas.....	87
Figura 28. Mantenimiento mecánico en tractores de cadenas.....	88
Figura 29. Mantenimiento eléctrico en tractores de cadenas.....	89
Figura 30. Clasificación ABC de repuestos en tractores de cadenas.	91
Figura 31. Descomposición del servicio de mantenimiento en tractores de cadenas.....	95
Figura 32. Mantenimiento de lubricación a 250 horas en tractores de cadenas.	97
Figura 33. Mantenimiento de lubricación a 500 horas en tractores de cadenas.	98
Figura 34. Mantenimiento de lubricación a 1000 horas en tractores de cadenas.	98
Figura 35. Mantenimiento de lubricación a 2000 horas en tractores de cadenas.	99
Figura 36. Filtros a utilizar en mantenimiento de lubricación.	100
Figura 37. Mantenimiento mecánico tractores de cadenas.....	101
Figura 38. Mantenimiento eléctrico tractores de cadenas.	102
Figura 39. Diagrama de actividades del mantenimiento preventivo.....	104
Figura 40. Planner de mantenimiento de equipos pesados.....	105
Figura 41. Formato de reporte de fallas.	107
Figura 42. Orden de trabajo de mantenimiento.....	108
Figura 43. Formato de check list de mantenimiento lubricación.....	110
Figura 44. Formato de check list de mantenimiento mecánico.....	112
Figura 45. Formato de check list de mantenimiento eléctrico.	112
Figura 46. Formato de historial de mantenimientos.	113
Figura 47. Formato de control de combustible.	114
Figura 48. Hoja de mantenimiento diaria a cargo del operador.	116
Figura 49. Plan de capacitación en mantenimiento de maquinaria pesada.....	118

Figura 50. Plan de capacitación en formación y operación de tractor de cadenas.....	119
Figura 51. Plan de capacitación en mantenimiento autónomo.....	120
Figura 52. Tiempo medio entre falla mejorado.....	122
Figura 53. Tasa de falla mejorada.	123
Figura 54. Comparación de tiempo medio entre falla.....	124
Figura 55. Comparación de tasa de falla.	125
Figura 56. Flujograma de abastecimiento de repuestos.	126
Figura 57. Flujograma de mantenimiento mejorado.....	127
Figura 58. Tiempo medio para reparación mejorado.....	129
Figura 59. Comparación de tiempo medio para reparación.....	130
Figura 60. Comparación de horas de reparación.....	132
Figura 61. Comparación costo total de operación.....	138
Figura 62. Comparación del costo horario	139
Figura 63. Comparación de horas de operación de equipos pesados.....	140
<i>Figura 64.</i> Disponibilidad mejorada.....	142
Figura 65. Comparación de disponibilidad.....	143
Figura 66. Relación de costos después de mejora vs. antes de mejora.....	145
Figura 67. Prueba de normalidad de costos de operación de equipos pesados.....	148
Figura 68. Estado de resultados actual.....	150
Figura 69. Estado de resultados mejorado.....	151
Figura 70. Comparación de utilidad bruta.....	152
Figura 71. Comparación horas de reparación y costos horarios.....	155
Figura 72. Comparación de costos de operación por reparación.....	156
Figura 73. Comparación de cantidad de fallas.....	157

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Esquema de experimentos y variables.....	36
Ecuación 2. Estudio de caso con una sola medición.....	37

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal reducir los costos de operación de equipos pesados en una empresa constructora de la región La Libertad mediante la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo. En primer lugar, se hizo un diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento de la empresa en estudio, el cual permitió identificar las principales causas raíces que tienen mayor impacto en los costos de operación de equipos pesados. Luego de identificar las causas se diseñó y aplicó dentro de la propuesta, herramientas de mejora como: Programa de Mantenimiento, Plan de Requerimiento de Materiales, Hoja de Ruta de Mantenimiento, Diagrama de Operaciones, Contratación de un Planner de Mantenimiento, Confección de Formatos de Control y Plan de Capacitación; las cuales ayudaron a reducir los costos de operación de la empresa en un 62.26%, generando un beneficio de S/ 605,234.46 soles. Posteriormente, se evaluó la viabilidad económica del proyecto, obteniendo un aumento de utilidad bruta de S/ 51,820.36 soles anuales. De esta manera se concluye que la propuesta es viable para una empresa constructora de la región La Libertad.

Palabras clave: Mantenimiento Preventivo, Costos de Operación.

ABSTRACT

The present of this work has as a main objective to reduce the operating costs of heavy equipment in a construction company in La Libertad region by the proposal of a preventive maintenance plan. In the first place, a diagnosis was made of the current situation of the maintenance area of the company in study, which allowed to identify the main causes that have greater impact on the operating costs of heavy equipment. After identifying these causes, improvement tools were designed and applied within the proposal, such as: Maintenance Program, Material Requirement Plan, Maintenance Roadmap, Operations Diagram, Hiring of a Maintenance Planner, Preparation of Formats of Control and Training Plan; which helped reduce the company's operating costs by 62.26%, generating a profit of S/ 605,234.46 soles.

Subsequently, the economic viability of the project was evaluated, obtaining an increase in gross profit of S/ 51,820.36 soles per year.

In this way, it is concluded that the proposal is viable for a construction company in La Libertad region.

Keywords: Preventive Maintenance, Operating Costs.

NOTA DE ACCESO:

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

Añazco, J. & Salazar, L. (2016). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo planificado de máquinas y equipos, para incrementar la rentabilidad en Consorcio A&A SRL - Cajamarca - 2016. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Del Norte, Cajamarca, Perú]. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9955>

Apolinario, P. (2017). Plan de mejora en la gestión de mantenimiento para reducción de costos y optimización de períodos de cambio y requerimientos de filtros y aceites para los equipos pesados de la empresa Johe S.A. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Del Perú, Lima, Perú]. Recuperado de http://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/UTP/1392/1/Polo%20Rivera_Trabajo%20de%20uficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2017.pdf

Callejo, J. (2002). Observación, entrevista y grupo de discusión: el silencio de tres prácticas de investigación. Revista española de salud pública, volumen 76, n°5, párr.21. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272002000500004

Campbell, D. & Stanley, J. (2005). Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social. Buenos Aires: Amorrortu, 1a edición en castellano 1973, novena impresión.

Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272013000100013&script=sci_arttext

Capeco: El sector construcción alcanzó su mejor desempeño en cinco años. (2019). Revista construir, párr. 1-5. Recuperado de <http://construir.com.pe/capeco-el-sector-construccion-alcanzo-su-mejor-desempeno-en-cinco-anos/>

Caro, L. (s.f.). 7 Técnicas e instrumentos para recolección de datos. Recuperado de <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/2801>

Castañeda, L. (2018). Impacto de la maquinaria pesada en la productividad del sector. Revista de construcción, párr. 2-6. Recuperado de <http://revistaconstruccion.gt/sitio/2018/06/09/impacto-de-la-maquinaria-en-la-productividad-del-sector/>

Costes, J. (1975). Máquinas para movimiento de tierras. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hkhbn0ya2JEC&oi=fnd&pg=PR7&dq=que+es+un+tractor+sobre+orugas&ots=t8q4seUmEa&sig=7xxazvYWChCxst5IgdGtWH4mAsk#v=onepage&q=que%20es%20un%20tractor%20sobre%20orugas&f=false>

Crespo, A. (2007). Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos (p. 4). [Figura]. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8xsnQ1aMg2gC&oi=fnd&pg=PR20&dq=el+marco+de+gestion+de+mantenimiento,+crespo+2007&ots=lZY2g9V49&sig=rptQPUEqmU>

nyQH3L6ga8XZ5BHjQ#v=onepage&q=el%20marco%20de%20gestion%20de%20mantenim
iento%2C%20crespo%202007&f=false

Del Río, O. (2011). El proceso de investigación: etapas y planificación de la investigación, en Vilches, L. (coord.). La investigación en comunicación. Métodos y técnicas en la era digital, Barcelona, Ed. Gedisa, p.26. Recuperado de <https://metodouces.files.wordpress.com/2015/09/del-rio-el-proceso-de-investigacion-etapas-y-planificacion.pdf>

Departamento de La Libertad. (s.f.). En Wikipedia. [Figura]. Recuperado el 27/09/2020 de https://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_La_Libertad

Fabrizi, M. (s.f.). Las técnicas de investigación: la observación. [Archivo PDF]. Recuperado de https://scholar.google.es/scholar?start=20&q=tecnicas+de+recoleccion+de+datos&hl=es&as_sdt=0,5

Federación Latinoamericana para la Calidad. (s.f.). Sistemas de gestión de la calidad: herramientas para el análisis, cuantitativo y cualitativo. Recuperado de http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas_calidad/herramientas_analisis_gestion_calidad.html

García, O. (2012). Gestión moderna del mantenimiento industrial. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lyejDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=libro:>

++mantenimiento&ots=bOypMe2luw&sig=K0gk2kNusFyG_IJm8AlTrGZWc#v=onepage&q=libro%3A%20%20mantenimiento&f=false

García, S. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3157912&query=Santiago+Garc%C3%ADa+Garrido>

Gómez, F. (1998). Tecnología del mantenimiento industrial. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bOrFC3532MEC&oi=fnd&pg=PA21&dq=LIBRO:+TIPOS+DE+MANTENIMIENTO&ots=6NiYMIMmOL&sig=LGVmmfH4s-G7RGhGYYzzOW5-zMk#v=onepage&q=LIBRO%3A%20TIPOS%20DE%20MANTENIMIENTO&f=false>

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación sexta edición. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Heyel, C. (1984). Enciclopedia de gestión y administración de empresas management. Barcelona, España: Ediciones Grijalbo S.A.

Lezana, J. (1992). Parques de maquinaria. III Master en gestión y dirección de empresas constructoras. Fundación "Agustín de Bethencourt", Madrid, España. [Figura]. Recuperado

de

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3430056&query=MANTENIMIENTO>

Lévy, J. & Varela, J. (2006). Modelización con estructuras de covarianzas en ciencias sociales.

Recuperado de

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WEfC1TGVJBgC&oi=fnd&pg=PA31&dq=prueba+de+normalidad+shapiro+wilk&ots=frA3WY9G_q&sig=GFWgcoQIDJRoTjfnlpOLixl1PnA#v=onepage&q=prueba%20de%20normalidad%20shapiro%20wilk&f=false

Luego de cinco años sector construcción empieza a recuperarse. (16 de marzo de 2020). La

República. Recuperado de <https://larepublica.pe/politica/2020/03/16/la-libertad-sector-construccion-empieza-a-recuperarse->

[lrnd/#:~:text=La%20Rep%C3%ABlica,16%20Mar%202020&text=El%20sector%20construccion%20en%20La,de%20La%20Libertad%20\(CCLL\)](https://larepublica.pe/politica/2020/03/16/la-libertad-sector-construccion-empieza-a-recuperarse-)

Maldonado, H. & Sigüenza, L. (2012). Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria

pesada de la empresa Dynasty Mining del cantón Portovelo. [Tesis de pregrado, Universidad

Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Ecuador]. Recuperado de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1759/12/UPS-CT002328.pdf>

Maquinaria pesada: ¿cuáles son los equipos más pedidos? (13 de febrero de 2018). El Comercio.

Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/maquinaria-pesada-son-equipos-pedidos-noticia-496745-noticia/?ref=ecr>

Olivo, J. (2018). Diseño del plan de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada del gobierno autónomo descentralizado del cantón Baños de Agua Santa. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ecuador]. Recuperado de <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1072>

Orellana, D. y M. Cruz. (2006). Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa. Revista de investigación educativa, volumen 24, n°1, p. 217. Recuperado de <https://revistas.um.es/rie/article/view/97661/93701>

Paz, E. (2015). Diseño de un programa de mantenimiento preventivo basado en el riesgo para aumentar la disponibilidad y reducir los costos de operación del pool de maquinaria pesada de la Municipalidad de Rioja. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú]. Recuperado de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26449/paz_ye.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pedrosa, M. (12 de diciembre de 2016). Panorama mundial de la construcción. Recuperado de <https://www.construccion-pa.com/noticias/panorama-mundial-la-construccion/>

Ramos, E. (2008). Métodos y técnicas de investigación. [Archivo PDF]. Recuperado de

https://scholar.google.es/scholar?start=30&q=tecnicas+de+recolecti%C3%B3n+de+datos&hl=es&as_sdt=0,5

Tavares, L. (2000). Administración moderna de mantenimiento. Recuperado de

https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Administraci%C3%B3n+Moderna+de+Mantenimiento&btnG=

Torres, M. & Salazar, F. (s.f.). Métodos de recolección de datos para una investigación. [Archivo

PDF]. Recuperado de

<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/2817/1/M%3a9todos%20de%20recolecti%C3%B3n%20de%20datos%20para%20una%20investigaci%C3%B3n.pdf>

Universidad Nacional del Nordeste, (s.f.). Introducción a la informática. [Archivo PDF]. Recuperado

de

http://www.ing.unne.edu.ar/assets/pdf/academica/departamentos/computacion/mod_info/apexcel.pdf

Valderrama, S. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2da edición. Lima:

San Marcos

Vara, A. (2012). 7 Pasos para una tesis exitosa. Desde la idea inicial hasta la sustentación.

Recuperado de <http://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>

Vergaray, W. (2018). Plan de mantenimiento preventivo para reducir los costos de operación en los

equipos Trackle Scoop LH203 de la Compañía Minera Poderosa S.A. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú]. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12434/Vergaray%20Tamayo%2c%20Wilson.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vilar, J. (1997). Las 7 nuevas herramientas para la mejora de la calidad. 2° Edición. Recuperado de

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=qnLTI0HUb4cC&oi=fnd&pg=PA5&dq=matriz+de+priorizaci%C3%B3n&ots=BF2aIA-Xm8&sig=2C43oTcALcc9VjX0glw4USuT7a0#v=onepage&q=matriz%20de%20priorizaci%C3%B3n&f=false>

Wikipedia (s.f.). Ubicación de la región La Libertad. Recuperado de

https://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_La_Libertad

Yepes, V. (2015). Coste, producción y mantenimiento de maquinaria para construcción. Recuperado

de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upnortesp/reader.action?docID=3430056&query=Coste%2C+producci%C3%B3n+y+mantenimiento+de+maquinaria+de+construcci%C3%B3n>