



ISSN-e: 2711-3892

Lean six sigma aplicada como herramienta de mejora. Caso de estudio: actividad descapote en empresa de infraestructura vial

Lean six sigma applied as an improvement tool. Case study: descapote activity in road Infrastructure Company

Luisa Ramírez¹, Sandra Castro²

¹ Universidad de Pamplona, Programa de Ingeniería Industrial, Grupo de investigación en ingeniería industrial (INGPRO-GES), Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

² Universidad de Pamplona, Programa de Ingeniería Industrial, Grupo de investigación en ingeniería industrial (INGPRO-GES), Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

luisa.ramirez4@unipamplona.edu.co, sandra.castro@unipamplona.edu.co

Correspondencia: Sandra castro
Correo electrónico:
sandra.castro@unipamplona.edu.co

Recibido: 01/06/2023
Aceptado: 27/12/2023

Citar así: Ramírez, L., & Castro, S. (2023). Lean six sigma aplicada como herramienta de mejora. Caso de estudio: actividad descapote en empresa de infraestructura vial. Revista Semilleros De Investigación, 6(1),1–14.
<https://doi.org/10.24054/sei.v6i1.3707>

Copyright: © 2024. Universidad de Pamplona, Colombia. La *Revista Semilleros de Investigación* proporciona acceso abierto a todo su contenido bajo los términos de la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0

Resumen

La metodología Lean Six Sigma promueve acciones para optimizar la calidad de los procesos. Tiene un enfoque integrado, entre sus características potenciales se encuentra que identifica, prioriza y elimina el origen de los problemas, además ayuda a desarrollar soluciones eficaces que se mantengan en la organización. Este artículo muestra un estudio sobre la metodología Lean six sigma aplicada específicamente en el sector de infraestructura vial en Yopal, Casanare. Adicionalmente, cabe resaltar que en este tipo de empresas no implementan este tipo de metodologías para solventar sus problemas internos. Para la realización de esta investigación, se utilizaron diversos instrumentos como el mapeo de procesos, formato de medición de tiempos, diagrama de Pareto y diagrama de Ishikawa los cuales fueron aplicados en el proceso misional de la empresa, es decir, todas las actividades relacionadas con la construcción de la vía, la investigación se llevó a cabo por la observación a 300 trabajadores de mano de obra no calificada. Los resultados más relevantes muestran que la empresa presenta tiempos no contributivos es decir, tiempos perdidos en las

Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

actividades de descapote y estructuras hidráulicas como consecuencia de los defectos de acumulación de material y liberación del área de trabajo. Así mismo, es importante aclarar que los resultados mostraron que la acumulación de material en las actividades se debe a la falta de capacitación al personal sobre el manejo del material, falta de supervisión por parte de los ingenieros, falta de un punto de almacenamiento del material, entre otras. Finalmente, en conclusión de lo obtenido en la investigación, se saca a relucir que la metodología nos permite proponer herramientas como las 5's, como lo fue en este estudio para así poder mejorar problemas persistentes que enfrentan las empresas de infraestructura vial.

Palabras clave: Lean six sigma, DMAIC, infraestructura vial, mejoramiento, eficiencia.

Abstract

The Lean Six Sigma methodology promotes process quality improvement. It has an integrated approach, among its most potential characteristics we find that it identifies, prioritizes and eliminates the origin of problems and helps to develop effective solutions that are maintained in the organization. This article presents a study on the Lean six sigma methodology applied specifically in the road infrastructure sector in Yopal, Casanare. Additionally, it is important to mention that this type of companies do not implement this type of methodologies to solve their problems. For the development of this research, different tools applied in the mission process of this company were used, which was carried out through the observation of 300 unskilled labor workers. The most relevant results show that the company presents non-contributory times, that is to say, lost times in the activities of stripping and hydraulic structures as a consequence of the defects of accumulation of material and liberation of the work area. Likewise, it is important to clarify that the results showed that the accumulation of material in the activities is due to the lack of training to the personnel on material handling, lack of supervision by the engineers, lack of a storage point for the material, among others. Finally, in conclusion of the research results, it can be mentioned that the methodology allows us to propose tools such as the 5's, as it was in this study, in order to improve persistent problems faced by road infrastructure companies.

Keywords: Lean six sigma, DMAIC, road infrastructure, improvement, efficiency.

1. INTRODUCCIÓN

¿Lean six sigma, costumbre o método efectivo de mejora continua? Es importante mencionar, que la interacción de las metodologías lean manufacturing y six sigma son apropiadas para administrar las operaciones buscando optimizar los recursos y a su vez buscar la satisfacción del cliente, por medio de la combinación perfecta de estas dos metodologías se puede llegar a reducir costos o tiempos en determinadas actividades propias de cada empresa [19]. Por ello las empresas de cualquier tipo de

actividad económica pueden aplicar este tipo de herramientas de mejoramiento continuo que les permite alcanzar su máximo nivel de competitividad [18] [20]. El presente artículo trata sobre una investigación realizada a una empresa dedicada a la infraestructura vial en Yopal, Casanare, el cual se lleva a cabo mediante la metodología Lean six sigma para evaluar y analizar los procesos involucrados en la construcción, de igual manera proponer herramientas que promuevan la reducción de demoras y de manera directa mejorar la calidad de los procesos. La investigación contiene herramientas internas que engloba la metodología LSS, las cuales están distribuidas a lo largo del artículo de acuerdo a las cinco fases que integran la metodología [7].

Para comprender el tema a abordar es necesario mencionar autores que han propuesto o implementando el enfoque metodológico del Lean six sigma en diferentes empresas, los cuales aportan significativamente al trabajo; como “Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta” este artículo nos presenta los beneficios al implementar esa filosofía mediante el uso de la encuesta; a su vez, identifica las herramientas que utilizan esas empresas para sus procesos constructivos [8]. “Beneficios aplicación de metodología lean construction a la planeación y construcción de infraestructura vial” Establece que las empresas dedicadas a actividades de construcción vial poco aplican herramientas de mejoramiento continuo [4]. “Six Sigma en empresas de infraestructura vial” esta investigación se centró en la producción de agregados pétreos con un control estadístico de los procesos para intervenir en los procesos que presentaban fallas o su reestructuración [24]. “Aplicación de Lean Construction al sector de la infraestructura vial en Colombia” resalta la importancia del control en la obra, ya que los proyectos de infraestructura vial requieren de un proceso precontractual detallado para tener en cuenta todas las variables y limitaciones en el desarrollo de la obra [13]. “Mejora de la planificación tradicional en procesos constructivos mediante la filosofía Lean Construction” trata de mejorar la planificación tradicional con el uso de técnicas para generar un plan de seguimiento y control con la finalidad de reducir los tiempos de ejecución [10]. “Aplicación de la metodología Lean Six Sigma utilizando el enfoque DMAIC para la mejora del proceso de ensamblaje de bogies en la industria de automotores” el cual busca la reducción de residuos, la mejora de la calidad y la eficiencia operativa durante el proceso de montaje del bogie para eso aplico herramientas como Kaizen, Value Stream Mapping, diagrama de Pareto, Intercambio de matriz en un solo minuto (SMED) y 5S [3]. Es de resaltar que la mejora continua de este tipo de empresas, va enfocada en el sistema integrado gestión (SIG) el cual promueve el uso óptimo de los recursos naturales y el Trabajo seguro [15][21]. Con lo anterior, el aporte de la presente investigación se basa en proponer la implementación de metodología LSS que le ayude a estas empresas con la reorganización de sus procesos ya que en estos actúan muchas variables que pueden afectar de diferentes maneras los tiempos en las actividades, es relevante mencionar que se escoge LSS porque es una metodología que acoge dos conceptos importantes de la Ingeniería Industrial como lo son los procesos y aumentar la calidad por ello al ser una empresa cuyo enfoque de mejora está dirigido a otros aspectos fue un reto proponer herramientas de mejora que tenga en cuenta todas las actividades que interfieren en construcción de vías ya que no se aplican herramientas de este tipo. El artículo está conformado por los fundamentos teóricos donde brevemente se explica de que trata la metodología del Lean six sigma, seguidamente se tienen los materiales y métodos que a su vez incluye la metodología y herramientas que se realizan en el trascurso del artículo. Posteriormente, se muestran los resultados y las conclusiones más importantes de la investigación.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Lean Six Sigma es un concepto integrado de los principios Lean Manufacturing y Six Sigma centrado en la eliminación de pérdidas y costes improductivos, la reducción de la variabilidad de los procesos y la estabilización de las características de los productos, incluidos los procesos de construcción [22]. Tiene sus antecedentes con el modelo Six Sigma el cual fue desarrollado en la compañía Motorola por

el ingeniero Mikel Harry, quien desarrollo esta metodología para estudiar la variación de los procesos y mejora de la calidad, se relaciona mediante la dispersión de los datos y el análisis estadístico. Por otro lado, el Lean Manufacturing apareció en la empresa Toyota por Sakichi Toyoda, la filosofía de esta metodología es optimizar los sistemas de producción incluyendo reducir o eliminar las tareas que no generan valor al proceso. Así pues, la metodología es tan versátil que el Lean se enfoca en la velocidad del proceso y Six sigma en aumentar la calidad [1] [5]. Para implementar Lean six sigma se debe tener en cuenta que se realiza en cinco fases (DMAIC) las cuales son ejecutadas en el proceso de interés, a continuación, se conceptualizan:

Fase definir: Es la fase inicial, aquí se identifica el proceso o producto a ser mejorado teniendo en cuenta sus características, equipos y personal necesarios para identificar posibles causas que generan el problema, así mismo se establecen los recursos que se necesitan y los requerimientos del cliente [5].

Fase medir: Consiste en determinar el desempeño actual del proceso es decir, se recolecta toda la información actual e histórica del proceso, para poder así identificar el problema, establecer las variables que influyen en el proceso [5].

Fase analizar: En esta fase, se estudian los resultados para entender porque se genera los defectos o causas principales. Se realiza mediante herramientas estadísticas [5].

Fase mejorar: Para esta fase, se propone o implementa herramientas que reduzcan o eliminen los problemas, no obstante, que mejore el rendimiento y calidad del proceso [5].

Fase controlar: Como última fase, se propone un seguimiento al proceso para que se mantengan las mejoras [5].

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se detalla la metodología Lean six sigma y el procedimiento que se utiliza como herramienta de mejora continua

3.1. Procedimiento

Este artículo de investigación tiene como objetivo establecer como herramienta de mejora la filosofía del Lean Six sigma para procurar la mejora continua de la construcción de vías en Yopal, Casanare ya que los trabajadores de la vía presentan un entorno laboral donde no se está optimizando factores como tiempo, energía y espacio, se considera que por ello se ha presentado demora en el corredor vial y accidentes de tránsito. La realización de la investigación tuvo lugar con las cinco fases que comprende la metodología LSS; dentro de estas fases se aplicaron otras herramientas internas y apoyo tecnológico que se adaptaban a la problemática y facilitaron la obtención de resultados veraces [25]. Como se muestra a continuación:

Tabla 1: Metodología para el desarrollo de la filosofía Lean Six Sigma

<i>Fase</i>	<i>Técnica</i>
<i>Definir</i>	Se realiza un diagnóstico de la situación actual de la empresa mediante un mapeo de proceso.
<i>Medir</i>	Se realiza un formato de medición de tiempos; además, se realiza sus respectivas gráficas mediante el uso de Microsoft Excel.
<i>Analizar</i>	Se realiza un diagrama de Pareto y diagrama de Ishikawa mediante el uso de Minitab para comprender porque se están generando las demoras.
<i>Mejorar</i>	En esta fase se propone implementar la herramienta de las 5's para corregir y reducir el problema.
<i>Controlar</i>	Se realiza un plan de control.

Fuente: elaboración propia

4. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en cada fase de la investigación:

Definir: Para esta primera fase, se analizó detalladamente el proceso a investigar ya que, la empresa está dividida en tres tipos de procesos (estratégico, misional y de soporte) se realizó el mapeo del proceso misional porque es el más importante y el que ha presentado falencias. El proceso misional engloba actividades como planificación, permisos de trabajo, localización y recuento topográfico, desmonte y descapote, excavación, verificación de subrasante, relleno estructural, construcción de estructuras hidráulicas e instalación de capa asfáltica son las actividades que abarca todo lo relacionado con la construcción de la vía, la empresa cuenta con 300 trabajadores de mano de obra no calificada (obreros y controladores) y 25 Ingenieros (civiles, ambientales, SST) con esta herramienta se reconoció detalladamente los subprocesos que participan en la creación de vías en el departamento.

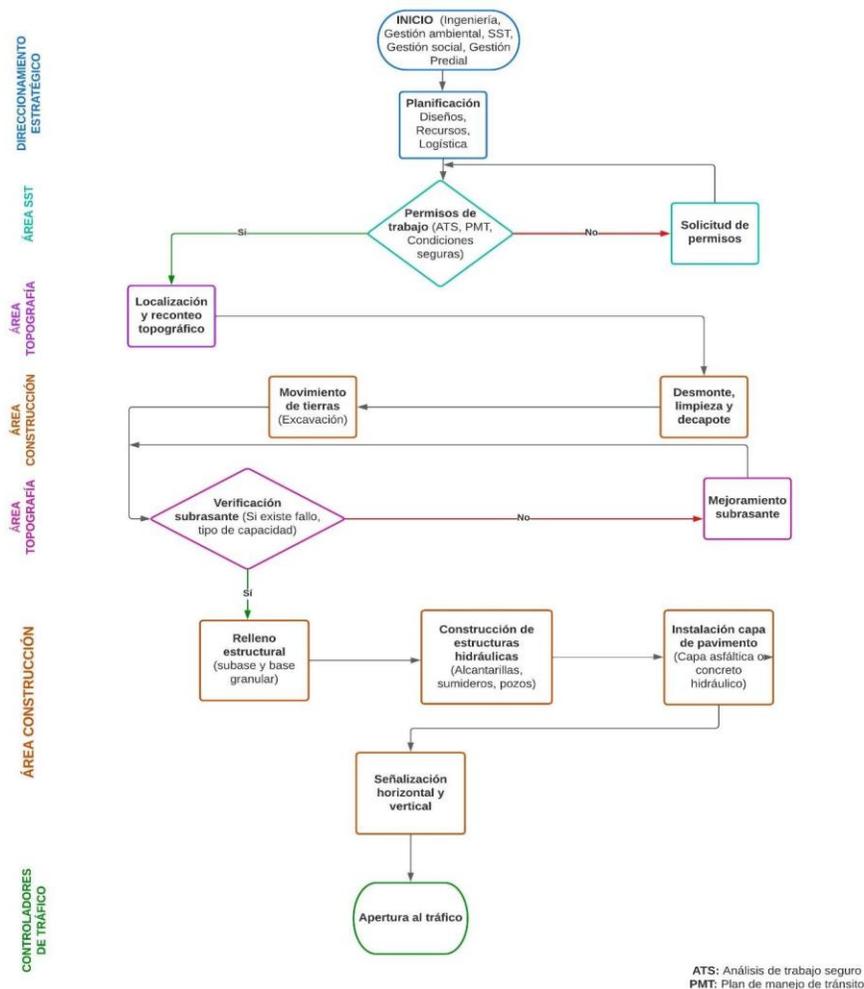


Figura 1: Mapeo de proceso.
Fuente: Elaboración propia.

El mapeo del proceso fue guiado por una trabajadora y por medio de la observación del proceso, con esta herramienta se obtiene de manera visual el flujo de las actividades y sus responsables, además se identificó que la empresa presenta demoras en las entregas de las actividades involucradas

principalmente se detectan oportunidades de mejora en el proceso de descapote ya que se realiza de forma manual y es el de las primeras actividades que se realizan con ello depende la calidad de las demás. El mapeo del proceso es insumo para el resto de etapas porque de allí dependerán o surgen las propuestas de mejora. El proceso misional incluye actividades misionales como la planificación de diseño el cual se realiza mediante datos y estudios de suelos tomados en campo. Los permisos de trabajo son dos tipos de formatos, primero los ATS (Análisis de trabajo seguro) que se diligencian para especificar qué actividad se va a realizar, cuantas personas participan, que herramientas van a utilizar y los riesgos a los que están expuestos y los formatos de PMT (Plan de manejo tránsito) para establecer desvíos, cuando se pasa de una calzada a la otra y cuando están trabajando en la berma de la calzada. El recuento topográfico donde examinan la superficie terrestre. El desmonte y descapote se refiere a retirar la capa vegetal por donde va la vía. La excavación es la etapa donde se remueven materiales del subsuelo mediante lineamientos establecidos y los diseños constructivos con el fin de homogenizar la superficie. El subrasante es la capa sobre la cual se soportará la estructura de la vía es decir que en esta etapa de verificación de subrasante se revisa la compactación del mismo en caso de no cumplir se realiza un mejoramiento que se refiere a iniciar con los llenos de mejoramiento previos a la estructura de la vía. El relleno estructural se ocupa de la Sub base granular que es la capa de la estructura destinada a soportar, transmitir y distribuir las cargas aplicadas en la superficie de rodadura del pavimento se emplean agregados provenientes de canteras y deberán cumplir con requerimientos y se encarga de la base granular que es la capa del pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito en la capa de rodadura a la sub-base se utiliza material constituido por una combinación de grava de buena calidad, arena, y suelo en su estado natural; para ambas capas se deben compactar y nivelar cumpliendo los requerimientos. La construcción de estructuras hidráulicas se encarga de todas las alcantarillas y sumideros e Instalación de capa de pavimento que puede ser concreto hidráulico o asfáltico.

Medir: Con relación a la fase anterior, una vez identificado el problema de demoras de la actividad de descapote con ayuda del mapeo de proceso, se procede a realizar mediciones del tiempo que demoran los trabajadores de la vía en cada actividad para poder identificar las actividades que más demoran y porque se presenta. La recolección de los datos se llevó a cabo por una semana en horario laboral de 8 horas con un área de trabajo de 1 kilómetro, estos datos fueron obtenidos mediante la observación y apoyo de una auxiliar HSEQ.

Entiéndase como tiempo productivo al tiempo destinado por el trabajador al desarrollo efectivo de la actividad asignada; el tiempo contributivo es destinado a actividades de apoyo como transporte, medición; por último, el tiempo no contributivo se entiende como tiempos en espera, pausas [6] [11]. Se utilizó un formato de medición en donde se registraba la información de cada actividad, como se muestra a continuación:

Tabla 2: Formato de medición por actividades realizadas

FORMATO DE MEDICIÓN (Min)			
Actividad	Tiempo Productivo	Tiempo Contributivo	Tiempo No Contributivo
Descapote	286	74	120
Excavaciones	326	90	64
Subrasante	297,6	122	60,4
Sub-Base Y Base	240	168	72
Estructuras Hidráulicas	252	120	108
Capa Asfáltica	244,8	163,2	72

Fuente: elaboración propia

Con la anterior información recopilada se procede a realizar un análisis visual de los datos obtenidos mediante el uso de un gráfico de barras.

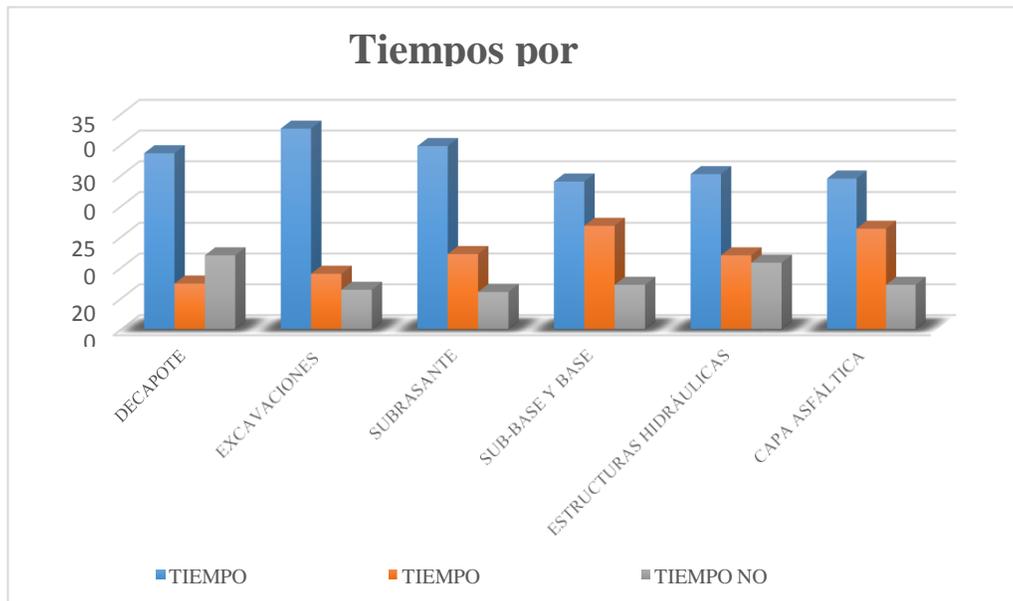


Figura 2. Gráfico de barras de tiempos por actividad.

Fuente: Elaboración propia.

En este gráfico se refleja los tiempos de trabajo según las actividades que realizan los obreros. En la actividad de descapote se tiene un tiempo productivo de 59,6%, un tiempo contributivo de 15,4% y un tiempo no contributivo de 25%. La actividad de excavaciones cuenta con un tiempo productivo de 67,9%, un tiempo contributivo de 18,8% y un tiempo no contributivo de 13,3%. La actividad de subrasante tiene un tiempo productivo de 62%, un tiempo contributivo de 25,4% y un tiempo no contributivo de 12,6%. En la actividad sub base y base tiene un tiempo productivo de 50%, un tiempo contributivo de 35% y un tiempo no contributivo de 15%. En la actividad de estructuras hidráulicas con un tiempo productivo de 52,5%, un tiempo contributivo de 25% y un tiempo no contributivo de 22,5%. En la actividad de capa asfáltica se tiene un tiempo productivo de 51%, un tiempo contributivo de 34% y un tiempo no contributivo de 15%.

Asimismo, se tiene que las actividades que mayor tiempo no contributivo son las actividades de descapote con un 25%, seguidamente de la actividad de estructuras hidráulicas con 22,5%. Esto representa la pérdida de tiempo en las actividades, a su vez representa la demora en la culminación de las tareas y en la entrega de la vía.



Figura 3. Gráfico de torta del tiempo global del trabajo.
Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anterior, se visualiza de forma global las horas efectivas de trabajo y las horas perdidas en una semana de trabajo. Aunque las horas perdidas del proceso no son tan significativo en comparación a las horas efectivas, se busca que ese porcentaje disminuya.

Analizar

Es de resaltar que todas las actividades mencionadas cuentan con sub-procesos que son de suma importancia para la obtención eficiente del proceso, por ello ninguna actividad se elimina ya que, en el caso particular de la actividad del descapote se realizan sub- procesos de tala de árboles, rosa, desenraige y limpieza que son fundamentales en la calidad de la vía puesto que si presenta fallas principalmente retrasa las otras actividades y a largo plazo puede influir en la calidad de la vía ya que, si no se retiran bien la capa orgánica esta se descompone y puede crear huecos en la vía.

Sujeto a la observación de las actividades y los tiempos, nos centraremos en actividades con el mayor tiempo no contributivo que fueron el descapote y estructuras hidráulicas. Es importante mencionar que en la actividad de descapote se realizan algunas tareas de forma manual por ello los trabajadores presentaron mayor tiempo, ya que el clima de este departamento es muy caliente.

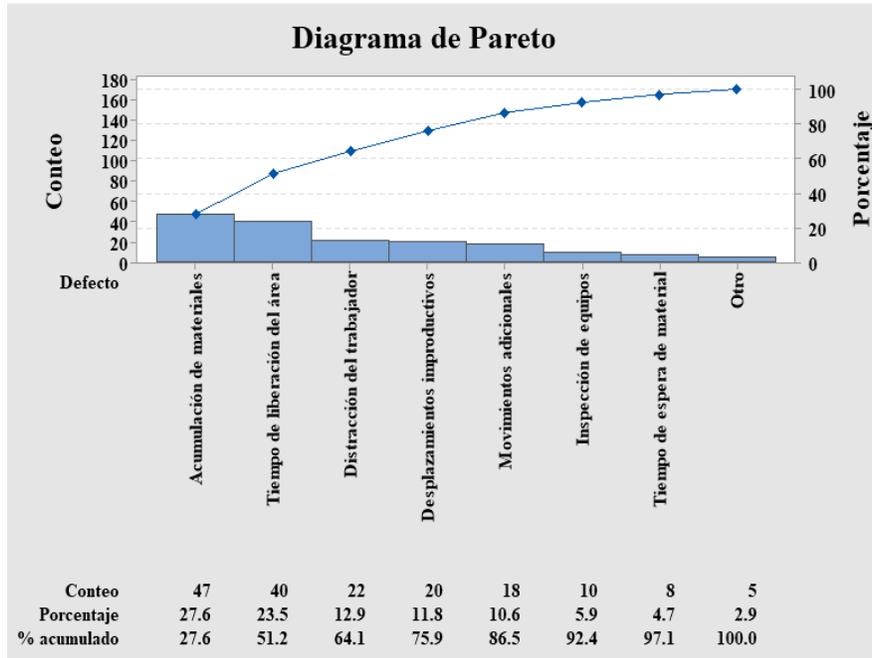


Figura 4. Diagrama de Pareto de defectos encontrados.
Fuente: Elaboración propia

La herramienta de recolección para la medición de defectos se llevó a cabo con la observación de la actividad de los trabajadores en el tramo de la obra y en distintas horas con el fin de establecer los defectos basados en la incidencia de los mismos, para ello se pudo estudiar una muestra de 170 trabajadores. Los principales factores que generan defectos en estas actividades son la acumulación de materiales y el tiempo de liberación del área de trabajo que cuentan con un porcentaje acumulado del 51,2 del total de los defectos, con la utilización de este diagrama de Pareto se puede decir que los anteriores factores mencionados son la prioridad para mejorarlos, buscando así reducir la frecuencia de estos defectos. Por consiguiente, para realizar un análisis más profundo se encuentran las siguientes causas del defecto de acumulación de materiales.

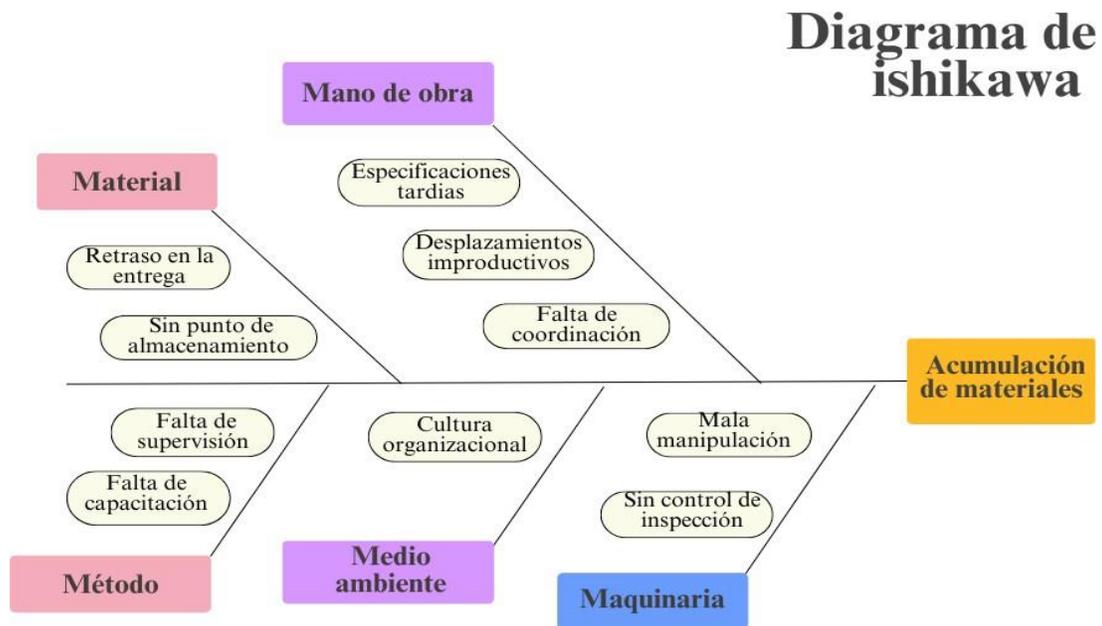


Figura 5. Diagrama de Ishikawa.**Fuente:**Elaboración propia

Teniendo en cuenta los resultados en la fase de análisis, se puede afirmar que en las actividades de descapote y estructuras hidráulicas interviene como defecto principal la acumulación de material ya su vez, se identificaron causas que interfieren en la disminución de este defecto como lo fue que no cuentan con un punto de almacenamiento de la capa vegetal retirada, no existe una coordinación en el puesto de trabajo, a los trabajadores se les dan las especificaciones de donde ubicar el material tarde, la empresa no cuenta con una cultura organizacional respecto a temas de ubicación de material, los responsables de esa actividad no realizan la supervisión de la misma ni realizan capacitaciones sobre el orden del material, no realizan un control sobre los equipos y maquinas a utilizar.

Mejorar

Para la mejora se deben tener en cuenta todos los procesos que involucran la construcción de vías y la información obtenida en el diagrama de Ishikawa para lograr esto, buscamos una herramienta de mejora que permita solucionar algunos aspectos como desplazamientos improductivos, establecer un punto de almacenamiento de herramientas y material orgánico, la falta de supervisión en los tramos y la falta de capacitación a los trabajadores. Al considerar esta información, recurrimos a la filosofía de las 5S que procura solucionar las causas anteriormente mencionadas con el fin de que las actividades se cumplan de acuerdo a especificaciones. Se busca que los procesos presenten cero demoras y defectos [2] [11].

Para tener un mejor ambiente de trabajo limpio y organizado, la implementación de la herramienta de las 5's es ideal ya que busca que las actividades se ejecuten correctamente, para generar áreas de trabajo libre de cualquier residuo orgánico, control del volumen de material orgánico retirado y arrastre o ubicación de material contaminado que no afecten las siguientes actividades o áreas de trabajo. Inicialmente, se debe partir de la capacitación de los trabajadores sobre la filosofía de las 5's para guiarlos en el concepto y desarrollo de habilidades y aptitudes que facilitaran la eficiencia en su entorno laboral.

Tabla 3. Estrategia de implementación de la filosofía 5's

5'S	Implementación
Seiri (Clasificar)	Se propone que inicie en una jornada laboral de la empresa donde se le pide a los ingenieros encargados de la actividad, identificar elementos innecesarios presentes en el área de trabajo como lo son herramientas que se encuentren en buen estado y las que se pueden averiar en el campo de trabajo como machetes, picas, palas, maquinaria o demás equipos. Esta clasificación se puede realizar mediante un formato de inspección teniendo en cuenta preguntas como ¿Se presenta elementos innecesarios que generen un mal entorno laboral? ¿Se tiene en cuenta la cantidad de equipos a utilizar? ¿Los elementos de uso frecuente tienen su puesto? ¿Todos los materiales presentes en el área de trabajo son útiles?
Seiton (Organizar)	Seguidamente, se busca una localización adecuada de las herramientas para ello se tiene en cuenta la opinión de los ingenieros y operadores, además se consideran aspectos como la ubicación y cercanía de las herramientas asimismo, que eviten movimientos innecesarios en el traslado para ubicarlas, que se evite la obstrucción de la actividad con herramientas o materiales, que se establezca un lugar de almacenamiento de la capa vegetal retirada y establecer un responsable para la inspección de la ubicación de las herramientas y material extraído.
Seiso (Limpieza)	Como las actividades se realizan al aire libre, se busca que el área de trabajo se mantenga limpia tanto de herramientas como de material extraído, para la ejecución de esta se realiza mediante la recolección y ubicación de todos los residuos y herramienta que no se estén utilizando en el área de trabajo en el lugar acordado.

Seiketsu (Estandarizar)	Para un correcto orden, limpieza e higiene en el área de trabajo se busca una política que se incluya desde la alta dirección, responsables en la seguridad y salud en el trabajo y los operarios esto con el fin de mantener las acciones anteriores además, que se cuide la integridad de los trabajadores evitando riesgos y dotación.
Shitsuke (Disciplina)	Aquí se busca generar un hábito y compromiso con la empresa es decir, que los operarios conozcan y participen activamente en la implementación de las 5's en la entidad o área de trabajo. Es importante que la totalidad de operarios interioricen las ventajas de esta filosofía para la optimización de los recursos y esfuerzos. Para ello, se verifica el cumplimiento de la filosofía a través de formato de seguimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Controlar

La capacitación y el buen uso de las herramientas en las diferentes áreas de trabajo es de vital importancia por lo tanto se sugiere un plan de control donde va a registrar la información del cumplimiento en las actividades y comprobar si la aplicación del lean six sigma sirve como herramienta de mejora y asegura la mejora del proceso [17]. Por ende, se establece un documento en el cual se presenta la descripción de las actividades misionales y especificaciones de las herramientas del proceso de descapote, este formato sirve como una guía de inspección o supervisión en las áreas de trabajo. En este caso se aplica en la primera actividad.

PLAN DE CONTROL					
N. Plan de Control		Teléfono		Fecha (Originado)	
Nombre encargado		N. Trabajadores		Fecha (Revisado):	
Organización / área de trabajo		Código		Aprobaciones	
				Tramo:	
# Proceso	Nombre del proceso	Ejecución de la actividad	Aspecto a controlar por la inspección	Cumple (si/no)	Plan de reacción
1	Desmante, limpieza y descapote	Se trata de retirar todo el terreno que sea orgánico.	Evitar dejar material contaminado en las áreas de trabajo.		Coordinar los medios humanos y equipos puestos a su alcance.
1,1	Tala y corte de arboles	Cortar y retirar todos los arboles por donde va a pasar la carretera.	Cumplimiento de la tala de arboles y que los operarios cuenten con equipos que les facilite la labor en el área de trabajo.		Supervisión a la actividad y verificación de la eliminación de los árboles.
1,2	Rosa	Retiro de los arbustos y árboles pequeños.	Cumplimiento de recolección de residuos en su totalidad y equipos en óptimas		Medición y seguimiento a las actividades programadas.
1,3	Desenraide	Eliminación de los troncos desde la raíz.	Ejecutar correctamente y conforme a las especificaciones la maquinaria.		Detener el procedimiento si se presenta alguna inconsistencia en la actividad.
1,4	Limpieza	Recolectar y ubicar los residuos obtenidos para ser desalojados del área de trabajo.	Coordinación y conocimiento de los lugares indicados para los residuos orgánicos.		Controlar los volúmenes de material retirado y realizar nueva topografía en el terreno libre de materia vegetal.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

De acuerdo al diagnóstico actual de la empresa, se evidencia que la empresa del caso de estudio presenta su mejoramiento de acuerdo a temas ambientales y de trabajo seguro por ello, al realizar este artículo se puede decir que las herramientas que brinda la metodología Lean six sigma sirven como estrategia de mejora, puesto que establece un estudio a profundidad de los defectos y con base a ello se pueden dar posibles soluciones que reduzcan las demoras por acumulación de material o demoras en la liberación del área de trabajo. No obstante, se pueden mejorar factores como planificación, inventarios

excesivos, transporte innecesario, desperdicios, entre otros que se encuentran presentes en este tipo de empresa. En consecuencia, mediante la aplicación de las diferentes herramientas que comprenden la metodología lean six sigma se obtuvo en detalle los procesos y sub- procesos que encierra la empresa de infraestructura vial, a su vez el proceso que presentó mayor tiempo perdido fue el descapote, el cual se obtuvo por un formato de tiempos y herramientas estadísticas que facilitaron organizar e interpretar la información obtenida y con ello plantear la mejora.

Igualmente, la metodología de Lean six sigma es útil en este caso de estudio porque busca optimizar los tiempos y a su vez, de manera indirecta la satisfacción del cliente. Es relevante porque se identificó que las principales demoras en la construcción de la vía se dan por la acumulación de material lo que significa que no se cuenta con una supervisión, puntos de almacenamiento de la capa vegetal extraída, falta de capacitación, entre otras. Por ello, se propone la filosofía de las 5's la cual abarca soluciones a los problemas encontrados mediante el orden y limpieza a las áreas de trabajo, estableciendo las herramientas que se necesitan y puntos de almacenamiento, también facilita la supervisión de las actividades y la práctica consiente de esta filosofía permite a la empresa mayor eficiencia en sus procesos misionales ya que no presentara tiempos perdidos que se representan como demoras en las obras viales.

REFERENCIAS

- [1] Hernández, S. P. L., & Escobar, S. M. C. (2022). Mejora En El Proceso Productivo Mediante La Metodología Seis Sigma Del Sector Cerámico. *Publicaciones e Investigación*, 16(1).
- [2] Sierra Guarnizo, M. C. (2022). Revisión bibliográfica sobre la aplicación de la metodología Lean Construction en proyectos de construcción en Colombia.
- [3] Daniyan, I., Adeodu, A., Mpofu, K., Maladzi, R. y Katumba, MGKK (2022). Aplicación de la metodología Lean Six Sigma utilizando el enfoque DMAIC para la mejora del proceso de ensamblaje de bogies en la industria de automotores. *Heliyon*, 8 (3).
- [4] Rojas Cruz, J. A., & Benitez Camargo, A. M. (2021) Beneficios aplicación de metodología lean construction a la planeación y construcción de infraestructura vial.
- [5] Castro-Escobar, S. M., Jaimes-Cerveleón, L., Peñaranda-Ayala, Z., & Nieto-Sánchez, Z. (2021). Seis sigmas para la solución de problemas de la calidad. Caso de estudio proceso de envasado de café molido. *Mundo FESC*, 11(s4), 170-189.
- [6] Arpasi Chura, R. F. (2021). Optimización de tiempos de transporte y tiempo de vaciado de concreto premezclado con aplicación de la metodología Six sigma.
- [7] Guanilo Guzmán, A., & Ventura Córdova, L. (2021). Efecto de la aplicación de lean construction en la productividad en proyectos de construcción en la empresa Habacuc, Pacasmayo-2021.
- [8] D. C. Díaz - Bateca, O. P. Rolón-Cárdenas (2020). "El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta" *Revista de Ingenierías Interfaces*, vol. 3, no. 1, pp.1-19.
- [9] Nandakumar, N., Saleeshya, PG y Harikumar, P. (2020). Identificación de cuellos de botella y mejora de procesos mediante metodología lean six sigma DMAIC. *Materiales hoy: Procedimientos*, 24, 1217-1224.
- [10] Huamán Murillo, L. D., & Sune Chávez, J. (2020). Mejora de la planificación tradicional en procesos constructivos mediante la filosofía Lean Construction.
- [11] Socconini, L., & Reato, C. (2019). *Lean Six Sigma. Sistema de gestión para liderar empresas*. Marge Books.
- [12] Godley, M. y Jenkins, JB (2019). Disminución de los tiempos de espera y aumento de la satisfacción del paciente: un enfoque Lean Six Sigma. *Revista de calidad del cuidado de enfermería*, 34 (1), 61-65.

- [13] J.B Valencia (2018). “Aplicación de Lean Construction al sector de la infraestructura vial en Colombia” Fundación universitaria de América.
- [14] L.F Gomez- M.F Cifuentes- L.N Diaz (2017) “Propuesta de implementación de la Metodología Six Sigma en la empresa Global logistics services LTDA con el fin de mejorar la productividad en un 20% en procesos del área de operaciones” Fundación Universitaria Panamericana.
- [15] Cortés Torres, J. C. (2015). Modelación discreta para el mejoramiento del proceso constructivo de túneles viales aplicando los principios de la filosofía Lean Construction.
- [16] Tenera, A., & Pinto, LC (2014). Un modelo de mejora de gestión de proyectos Lean Six Sigma (LSS). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 119, 912-920.
- [17] Blasco Torregrosa, M., Gisbert Soler, V., & Pérez Bernabeu, E. (2015). Situación actual de las metodologías six sigma, la gestión de riesgos y la gestión de la calidad. *3C Tecnología*, 4(4), 198-212.
- [18] Carrasco Osorio, A. E. (2014). Infraestructura vial nacional asociada a la competitividad
- [19] S. P. García (2014) “Aplicación de la metodología Lean Six Sigma en la mejora continua de procesos: Un estudio de caso”, vol. 1, pp1-19.
- [20] Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(2), 263-277.
- [21] Medina Martínez, C. A. (2011). Infraestructura operacional para el despliegue de lean seis sigma.
- [22] Valbuena, L. F. R. (2011). ¿El campo social de la ingeniería industrial en Colombia un nuevo habitus de moda? *Revista Electrónica EDUCyT*, 3, 86-109.
- [23] De Mast, J. y Lokkerbol, J. (2012). Un análisis del método Six Sigma DMAIC desde la perspectiva de la resolución de problemas. *Revista Internacional de Economía de la Producción*, 139 (2), 604-614.
- [24] T. Escobar –L. Pérez (2009) “Six Sigma en empresas de infraestructura vial” Universidad Eafit.
- [25] Näslund, D. (2008). Lean, six sigma y lean sigma: ¿modas o métodos reales de mejora de procesos? *Diario de gestión de procesos de negocio*.