

|                                                                                                                   |                                   |                                                           |                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Información general</b>                                                                                        |                                   |                                                           |                                                                                             |
| Facultad: Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería                                                               |                                   |                                                           |                                                                                             |
| Programa académico: Ingeniería Electromecánica                                                                    |                                   | Grupo(s) de investigación:<br>Diseño y Materiales -DIMAT- |                                                                                             |
| Nombre del semillero – Siglas<br>Gestión de Activos desde su Operación y Mantenibilidad<br><b>-GAOM-</b>          |                                   | Fecha creación:<br>3-Mar/20                               | Logo<br> |
|                                                                                                                   |                                   | Campus:<br>Bucaramanga                                    |                                                                                             |
| Líneas de Investigación:<br>Gestión de Activos desde su Operación y Mantenibilidad para empresas o instituciones. |                                   |                                                           |                                                                                             |
| Áreas del saber                                                                                                   |                                   |                                                           |                                                                                             |
|                                                                                                                   | 1. Agronomía veterinaria y afines |                                                           | 5. Ciencias sociales y humanas                                                              |
|                                                                                                                   | 2. Bellas artes                   |                                                           | 6. Economía, administración, contaduría y afines                                            |
| x                                                                                                                 | 3. Ciencias de la educación       |                                                           | 7. Matemáticas y ciencias naturales                                                         |
|                                                                                                                   | 4. Ciencias de la salud           | x                                                         | 8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines                                            |

Al diligenciar este documento, autorizo de manera previa, expresa e inequívoca a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER a dar tratamiento de mis datos personales aquí consignados, para la finalidad de realizar seguimiento de las actividades del grupo de investigación de proyectos de las UTS, como docente líder y/o coordinador del grupo y conforme a las demás finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información publicada en [www.uts.edu.co](http://www.uts.edu.co) y en la Calle de los estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas, que declaro conocer y estar informado que en ella se presentan los derechos que me asisten como titular y los canales de atención donde ejercerlos.

**Información del director del proyecto**

|                                                                    |                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Nombre:<br>Obdulio Solano Ruiz                                     | No. de identificación y lugar de expedición:<br>91.154.049 de Floridablanca |
| Nivel de formación académica: MSc Energías Renovables y Eficiencia | Asesor:                                                                     |

|                       |                                               |                     |
|-----------------------|-----------------------------------------------|---------------------|
| Energética            | x                                             | Líder de semillero: |
| Celular: 315 382 3497 | Correo electrónico: osolano@correo.uts.edu.co |                     |

**Información de los autores**

| Nombre                    | No. Identificación y lugar de expedición | Celular    | Correo electrónico   |
|---------------------------|------------------------------------------|------------|----------------------|
| José Luis Sánchez Quiroga | 1098820075-Bucaramanga                   | 3183666369 | jsanchezq@uts.edu.co |
|                           |                                          |            |                      |
|                           |                                          |            |                      |
|                           |                                          |            |                      |

**Proyecto**

|                                                                                                                                                                                                                             |                        |    |    |    |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|----|----|-----------------------------|
| 1. Título del proyecto:                                                                                                                                                                                                     | MODALIDAD DEL PROYECTO |    |    |    |                             |
| Diseño de la Estrategia de Mantenimiento a la Flota de Excavadoras Caterpillar 320D serie MZD de la Empresa Ismocol S.A. Teniendo en cuenta los Lineamientos de la Metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM. | PA                     | PI | TI | RE | Otra. ¿Cuál?                |
|                                                                                                                                                                                                                             |                        |    | x  |    | Fortalecimiento Empresarial |

2. Planteamiento de la problemática:

Las excavadoras CAT 320D serie MZD de la empresa Ismocol S.A., operan en la mayoría de sus proyectos. Según los informes internos (Ismocol, Informe Mensual de Mantenimiento, 2023) el Dpto. de Maquinaria y Equipo enfrenta un desafío en la mantenibilidad de estos equipos debido a: “constantes fallas imprevistas, tiempos prolongados de reparación de las mismas reduciendo directamente la confiabilidad y disponibilidad del equipo” (p.02). Lo anterior, genera un aumento significativo en el costo de mantenimiento evidenciado en (Ismocol, Costos de Mantenimiento de Equipos, 2023). Esto tiene un impacto negativo en el avance del proyecto, la rentabilidad y el cumplimiento de los plazos acordados con los clientes.

Revisando el plan de mantenimiento (Ismocol, Plan de Mantenimiento a las Excavadoras 320D, 2016) se identifica que las actividades se centran en el cambio de fluidos, filtros, revisiones operativas superficiales y reparaciones correctivas según lo requiera. Este plan podría ser insuficiente a las largas horas de trabajo y las condiciones operativas exigentes en los proyectos en los que actualmente operan. Lo previamente mencionado apunta a diseñar una estrategia que permita ofrecer una confiabilidad y disponibilidad a un costo/beneficio acorde a las exigencias de operación.

Debido a lo anterior, nos preguntamos: ¿Cuál sería la estrategia de mantenimiento que se le debe aplicar, a las excavadoras CAT 320D serie MZD pertenecientes a la empresa Ismocol S.A.; que conlleven a la

mejora de su confiabilidad y disponibilidad en el servicio que presta, con una relación de costo/beneficio adecuado?

### 3. Antecedentes:

En la Universidad Privada del Norte, Perú, del autor (Calderon Ortecho, 2020) realizaron una “Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM) para reducir los costos operativos de una empresa manufacturera de calzado.” Con el objetivo de “determinar el impacto de la implementación de un plan de mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM) sobre los costos operativos de una empresa manufacturera de calzado” (p.22). Este trabajo tiene una alta relación con la presente propuesta de grado, lo que aporta al presente proyecto un procedimiento por el cual abordar una propuesta basada en RCM.

Según (Flores Romero & Molina Rivera, 2021) en su tesis realizada en Cuenca-Ecuador titulada “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Basado en RCM para la Flota Vehicular de la Empresa Pública EMMAIPC-EP” elabora las actividades de mantenimiento necesarias para evitar las paradas repentinas de los automóviles, abarcando todos sus sistemas, lo que alimenta el presente proyecto con los procedimientos de la aplicación de las metodologías, así como las técnicas que usa para los costos de mantenimiento.

En el proyecto de grado titulado “Optimización del plan de mantenimiento usando la metodología de Mantenimiento centrado en confiabilidad viviente (L-RCM) para los equipos de la flota de tractores orugas de Carbones del Cerrejón Limited” realizado por (Díaz, 2021) Identifican los sistemas críticos de los tractores, como el subsistema de combustible y lubricación y se propone un plan de mantenimiento optimizado para mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los tractores. Lo que aporta al presente proyecto en el procedimiento para la evaluación de criticidad a cada uno de los sistemas que tiene el equipo, así como su plan óptimo para la mejora de la confiabilidad y disponibilidad.

### 4. Justificación:

La presente propuesta se fundamenta en adecuar una buena estrategia de mantenimiento que permita ofrecer una disponibilidad y confiabilidad acorde a la exigencia de operación actual, reducir los costos de su mantenibilidad lo que optimiza el rendimiento de operación contribuyendo al normal avance de la obra y el cumplimiento con los plazos acordados con los clientes.

Además, la importancia y las repercusiones tecnológicas y sociales de implementar una estrategia de mantenimiento bajo los lineamientos de la metodología Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) que fomenta la adopción de tecnologías avanzadas para la gestión del mantenimiento y contribuye a la calidad de vida y la seguridad con equipos más confiables mejorando así su disponibilidad y confiabilidad. Según (Moubray, 2004) afirma que: “El RCM es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual” (pg.07).

El proyecto actual, podría generar nuevas oportunidades a los estudiantes de las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS) de realizar futuros proyectos con Ismocol S.A. Adicional alimenta al “Semillero de Investigación GAOM” que ha estado desarrollando un marco de referencia para la “Evaluación,

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Implementación y Seguimiento de la Gestión de Activos”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| <p>5. Marcos referenciales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión del Mantenimiento</li> <li>- Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM).</li> <li>- Excavadoras Hidráulicas.</li> <li>- Mantenimiento aplicado en el departamento de ISMOCOL S.A.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| <p>6. Objetivo general y objetivos específicos:</p> <p>General</p> <p>Diseñar una estrategia de mantenimiento para las excavadoras CAT 320D serie MZD siguiendo los lineamientos de la metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), que permita ofrecer una confiabilidad y disponibilidad de acuerdo a la exigencia de operación actual a un costo/beneficio adecuado.</p> <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir el contexto operacional de las excavadoras CAT 320D serie MZD, así como su función principal y secundaria, teniendo en cuenta la locación donde presta el servicio, de manera que permita identificar con claridad las condiciones de trabajo a la que están expuestas.</li> <li>- Desarrollar para la excavadora CAT 320D serie MZD, el análisis de sus modos y efectos de fallas -FMEA-, usando los históricos de registros de operación y mantenimiento que se tengan y conceptos técnicos de especialistas, así como las condiciones de trabajo identificadas previamente. Para tener un listado de las actividades que demandaría el plan de mantenimiento a ejecutar.</li> <li>- Elaborar la estrategia de mantenimiento, acorde a las respectivas demandas de recursos que requieren las actividades de mantenimiento previamente identificadas y los recursos que actualmente se tengan en la empresa para su respectiva gestión, de manera que permite la reducción de fallas imprevistas, trayendo con ello un aumento en su confiabilidad, disponibilidad y la optimización de sus respectivos costos.</li> </ul> |  |
| <p>7. Metodología:</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA</p> <p>Una Investigación exploratoria lo que trata es de abordar la primera fase de un estudio, y el objetivo del investigador será “explorar” un entorno, un problema, un servicio, la posibilidad de un producto con la idea previa de que, en general, no se conoce gran cosa sobre el mismo.</p> <p>Por tanto, no se trata de una investigación que vaya a arrojar unas conclusiones exactas sobre el objeto del estudio, sino de una primera aproximación, puesto que no hay antecedentes de estudio para que un investigador se pueda basar en ellos, la información habrá que buscarla casi partiendo de cero. (E-nquest, 2018)</p> <p>De acuerdo con este concepto, esta investigación se desarrolla visitando la planta PTAR y apreciar su proceso de operación y mantenimiento, así como los procesos de soporte, como lo es, la gestión en la cadena de suministros.</p> <p>ENFOQUE CUANTITATIVO</p> <p>Los métodos cuantitativos se centran en mediciones objetivas y análisis estadístico, matemático o numérico de los datos recopilados mediante encuestas, cuestionarios y encuestas, o mediante el uso de técnicas informáticas para manipular los datos estadísticos existentes. La investigación cuantitativa se centra en recopilar y generalizar datos numéricos entre grupos o explicar un fenómeno en particular. (Arteaga, 2022)</p> <p>En este método cuantitativo se realiza un “inventario” general de cada uno de los procesos que participan en su proceso</p>                                   |  |

de operación y mantenimiento, así como los procesos que le dan soporte. Esto va a permitir evidenciar su nivel de madurez y las oportunidades de mejora que se puedan proyectar.

Es la descripción del método (observación, inductivo, deductivo o análisis), las técnicas (experimentos, encuestas, entre otros) y el procedimiento o fases que se van a emplear para desarrollar adecuadamente los objetivos planteados.

Indicar en este espacio si el proyecto que va a desarrollar incluye:

- I. Uso o manejo de recurso vivo, agentes o muestras biológicas.
- II. Datos personales, entrevistas o encuestas.
- III. Representación de algún riesgo sobre la vida, el ambiente o los derechos humanos.

Si cumple, debe indicarse cómo se garantizará el cumplimiento de los principios de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia y sus respectivos.

#### 8. Avances realizados:

El proyecto actualmente se encuentra en la etapa de recopilación de bibliografía.

#### 9. Resultados esperados:

Tener identificado el entorno operativo de las excavadoras CAT 320D serie MZD, teniendo en cuenta la ubicación y su desempeño que alcance una identificación precisa de las condiciones laborales que enfrentan dichas máquinas. Esta acción facilitará una comprensión de los elementos ambientales, geográficos y operativos que inciden en su rendimiento, posibilitando la adopción de medidas fundamentadas para mejorar su operatividad.

Además, se espera tener los modos y efectos de fallas de cada uno de los sistemas de las excavadoras CAT 320D serie MZD que permitan identificar las actividades, tiempos y costos necesarios para un plan adecuado. Lo que proporcionará una guía sólida para la implementación de medidas preventivas y correctivas, asegurando así la confiabilidad, disponibilidad y rendimiento óptimo de la excavadora durante su ciclo de vida operativo.

La estrategia de mantenimiento para la excavadora CAT 320D serie MZD, basada en las demandas de recursos derivadas de las actividades de mantenimiento identificadas previamente y los recursos disponibles en la empresa, que permitan ofrecer al departamento de producción una disponibilidad y confiabilidad, así como los costos de mantenibilidad de acuerdo a las exigencias de su entorno laboral.

Asimismo, las conclusiones de este proyecto sirvan como fuente de información y complementen futuras investigaciones e implementaciones para la empresa Ismocol S.A. y contribuya en nuevos proyectos para los estudiantes de Las Unidades Tecnológicas de Santander desde el Grupo de Investigación DIMAT, en su semillero GAOM.

#### 10. Cronograma:

| Actividad (Semanal) | Fase 1 | Fase 2 |
|---------------------|--------|--------|
|                     |        |        |

|                                                                                        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Revisión bibliográfica                                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Formación del equipo RCM                                                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Análisis Funcional de la excavadora 320D                                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Identificación de Modos y Efectos de falla, completando el formato FMEA                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Selección del plan de actividades mantenimiento adecuada para cada falla.              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Desarrollo de la estrategia de mantenimiento                                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Revisión de la estrategia de mantenimiento con el Jefe de Taller principal de Ismocol. |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Entrega del documento Final para evaluación                                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Sustentación del trabajo de grado                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Entrega final                                                                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

11. Bibliografía:

Calderon Ortecho, M. (2020). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.

Diaz, H. (2021). *Optimización del plan de mantenimiento usando la metodología de Mantenimiento centrado en confiabilidad - viviente (L-RCM) para los equipos de la flota de tractores orugas de Carbones del Cerrejón Limited*. Barranquilla: Universidad Antonio Nariño.

DISET. (17 de FEBRERO de 2020). *DISET COMUNICACIONES*. Obtenido de <https://disete.com/que-pasa-si-tu-empresa-no-hace-mantenimiento-preventivo-de-los-sistemas/#:~:text=Sin%20un%20adecuado%20mantenimiento%20la,%2C%20por%20ende%2C%20su%20productividad.>

Flores Romero, D. J., & Molina Rivera, D. M. (2021). *Elaboración de un Plan de Mantenimiento Basado en RCM para la Flota Vehicular de la Empresa Pública EMMAIPC-EP*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.

Ismocol, S. (2016). *Plan de Mantenimiento a las Excavadoras 320D*. Bucaramanga Santander: Departamento de Maquinaria y Equipo.

Ismocol, S. (2023). *Costos de Mantenimiento de Equipos*. Bucaramanga Santander:

Departamento de Maquinaria y Equipos.

Ismocol, S. (2023). *Indicadores de Mantenimiento*. Bucaramanga: Dpto. Maquinaria y Equipos.

Ismocol, S. (2023). *Informe Mensual de Mantenimiento*. Bucaramanga: Dpto. Maquinaria y Equipos.

Ismocol, S. (2024). *Remisión Mecánica de Equipos*. Bucaramanga Santander: Departamento de Maquinaria y Equipos.

Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM*. California: Alando LLC.

(1) PA: Plan de Aula, PI: Proyecto integrador, TI: Trabajo de Investigación, RE: Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)