



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para la perforadora de aire reverso T685WS de la empresa Geotec S.A.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Carbajal Chavez, Ivan Anthony (orcid.org/0000-0002-1892-774X)
Castillejo Olivo, Jonathan Kirschen (orcid.org/0000-0002-0118-8012)

ASESOR:

Mg. Diaz Rubio, Deciderio Enrique (orcid.org/0000-0001-71000-7005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y planes de mantenimiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2023

Dedicatoria

La presente tesis de investigación la dedicamos a Dios, por ser la inspiración y darnos las fuerzas para continuar con uno de los procesos que hemos anhelado en el transcurso de nuestra vida.

A nuestros amados padres Cesar, Bethy y que con el amor que nos brindan, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar hasta estas instancias y convertirnos en las personas que somos hoy en día. Nos sentimos muy orgullosos de ser hijos de tan maravillosas personas.

Los autores

Agradecimiento

Agradecemos a dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en los momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a nuestro padre, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por creer y confiar en nuestras expectativas, por los valores, consejos y principios que nos han inculcado.

Asimismo, agradecer a nuestros hermanos que con sus palabras nos hacían sentir orgullosos de lo que somos, de lo que podemos enseñar, aprender y de lo que podemos llegar a ser en esta vida. Ojalá algún día podamos convertirnos en esa fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

Los autores

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEORICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	13
3.5. Procedimiento	14
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos:	15
IV.RESULTADOS.....	16
V.DISCUSIÓN	36
VI.CONCLUSIÓN	40
VII.RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1 Disponibilidad del equipo perforador en el año 2021	3
Tabla 2 Las 8 preguntas para la implementación del RCM	9
Tabla 3 Matriz de criticidad.....	11
Tabla 4 Tiempo de reparación antes de elaborar el diseño de mantenimiento.....	20
Tabla 5 Tiempo de reparación después de elaborar el diseño de mantenimiento	21
Tabla 6 Datos para realizar el Diagrama de Pareto antes del diseño del plan de mantenimiento.....	22
Tabla 7 Datos para realizar el diagrama de Pareto después del diseño de mantenimiento.....	24
Tabla 8 Comparación de disponibilidad antes y después de implementar el diseño del plan de mantenimiento	30
Tabla 9 Disponibilidad antes del plan de mantenimiento.....	31
Tabla 10 Disponibilidad después del plan de mantenimiento	31
Tabla 11 Inversión inicial para la elaboración del plan de mantenimiento	32
Tabla 12 Ingresos del año 2021 sin plan de mantenimiento.....	32
Tabla 13 Ingresos estimados del año 2022.....	33
Tabla 14 Flujo beneficio neto.....	34
Tabla 15 Matriz de Operacionalización	51
Tabla 16 Costos de la mano de obra.....	59
Tabla 17 Listado de insumos utilizados.....	59
Tabla 18 Costos de herramientas para realizar tareas de mantenimiento.....	60
Tabla 19 Costos de capacitación para el área de mantenimiento	61
Tabla 20 Ingresos del año 2021	62
Tabla 21 Ingresos estimados del año 2022.....	63
Tabla 22 Costos de perforación.....	64
Tabla 25 Pauta de mantenimiento de 100 horas	66
Tabla 26 Pauta de mantención de 250 horas.....	66
Tabla 27 Pauta de mantención de 500 horas.....	67
Tabla 28 Pauta de mantención de 1000 horas	67
Tabla 29 Pauta de mantención de 2000 horas	68

Índice de figuras

Figura 1 Expectativas cambiantes.....	8
Figura 2 Secuencia para la aplicación del RCM.....	9
Figura 3 Procedimiento para la elaboración del diseño del plan de mantenimiento	14
Figura 4 Diagrama de Ishikawa (Causa - Efecto) de la baja disponibilidad antes del diseño.....	18
Figura 5 Diagrama de Ishikawa (Causa - Efecto) con mayor disponibilidad después del diseño.....	19
Figura 6 Diagrama de Pareto antes del diseño del plan de mantenimiento.....	23
Figura 7 Diagrama de Pareto luego de elaborar el diseño del plan de mantenimiento.....	24
Figura 8 Criticad de los Factores Basado en el Concepto del Riesgo.....	70
Figura 9 Taxonomía del equipo de perforación de aire reverso	73

RESUMEN

La investigación desarrollado mostro la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para la máquina de aire reverso T685WS de la compañía Geotec S.A que conforma parte del sistema productivo de la empresa, que presta los servicios de recolección de muestras de minerales mediante la perforación. Y para poder lograr un crecimiento ininterrumpido en la productividad en el mantenimiento del equipo, con respecto a la gran competitividad entre las empresas del mismo rubro, este equipo resulta crítico para la compañía.

La investigación tuvo como objetivo aumentar la disponibilidad mecánica del 87.12% al 95% elaborando un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad. Para llevar a cabo la investigación, se realizó un diagnóstico del mantenimiento que se vino realizando en la máquina, tiempo de funcionamiento, cantidad de fallas, y que tiempo se toma realizando cada reparación sea programada o emergente y que se realizó para determinar los valores del tiempo medio entre fallas y el tiempo medio hasta haber reparado.

El diseño del plan de mantenimiento incluye la planificación de los trabajos, la programación y frecuencia respectiva con la que se realizarán dichas tareas de mantenimiento y realizando un adecuado seguimiento al equipo de perforación, a través de indicadores y métodos.

Los resultados presentados después de diseñar el plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad, se verán plasmados en gráficos y cuadros estadísticos los cuales permitieron comparar como si influye el nuevo plan de mantenimiento en la perforadora de aire reverso T685WS, mejorando su disponibilidad.

Palabras clave: Disponibilidad, Mantenimiento Preventivo, Diseño, Fallas.

ABSTRACT

The research developed showed the need to design a preventive maintenance plan focused on reliability for the T685WS reverse air machine of the company Geotec S.A that is part of the company's production system, which provides mineral sample collection services through drilling. And in order to achieve an uninterrupted growth in productivity in the maintenance of the equipment, with respect to the great competitiveness between the companies of the same field, this equipment is critical for the company.

The research aimed to increase mechanical availability from 88% to 96% by developing a maintenance plan focused on reliability. To carry out the investigation, a diagnosis was made of the maintenance that was carried out on the machine, operating time, number of failures, and what time is taken performing each repair, whether scheduled or emergent and that was carried out to determine the values of the average time between failures and the average time until repaired.

The design of the maintenance plan includes the planning of the works, the schedule and respective frequency with which these maintenance tasks will be carried out and carrying out an adequate follow-up to the drilling equipment, through indicators and methods.

The results presented after designing the preventive maintenance plan focused on reliability, will be reflected in graphs and statistical tables which allowed to compare as if the new maintenance plan influences the T685WS reverse air drill, improving its availability.

Keywords: Availability, Preventive Maintenance, Design, Failures.

I. INTRODUCCIÓN

Durante muchos años, la industria minera pide el preciso desempeño de los equipos de perforación, para de esta forma conseguir de ellos su más alto desempeño y así poder cumplir con sus metas propuestas.

Geotec S.A. compañía correspondiente al rubro del servicio de exploración minera, inicio sus labores con el nacimiento de la empresa Boyles Bros Driling Co, en Norteamérica, siendo una de las pioneras en la exploración de los minerales en las profundidades del subsuelo. Llego a Perú en 1963, participo en la exploración de los primordiales yacimientos mineros del país. En el año 1966, se incorpora como accionista de Layne Chirstensen Co, la principal compañía de pozos de agua en el planeta. Esta unión termino situando a la compañía Geotec S.A. en una postura de liderazgo.

La compañía Geotec S.A., que se dedica a la perforación diamantina y aire reverso esta implementada con máquinas que hacen los distintos trabajos de sondeo y debido al tipo de trabajo que se realizan las maquinas estas sufren imperfecciones o no tienen una aceptable, por estas razones se han realizado más trabajos correctivos a las máquinas.

Ya que la compañía es considerada una de las pioneras en el rubro de perforación, no puede tener tantos problemas por no planificar o elaborar un buen plan de mantenimiento en la perforadora de aire reverso T685WS, la fallas que ocurrían en el equipo eran debido a que los operadores del equipo no informaban de las fallas que iban ocurriendo o presentándose y esperaban hasta que la perforadora falle por completo, a esto se sumaba que los técnicos encargados del mantenimiento no hacían un seguimiento adecuado de las fallas que se presentaban y más confiaban en su criterio o experiencia. Después de todos análisis se puede decir que la compañía Geotec S.A., en el proyecto de Chalhuahucho no tiene un área adecuada para el mantenimiento y no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo adecuado para el equipo de perforación de aire reverso T685WS y es donde se ve en la necesidad de elaborar un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad (RCM).

Lo que se buscó con la elaboración del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad fue incrementar el tiempo entre fallas y que la disponibilidad del equipo aumente, para que así el equipo de perforación de aire reverso no es te parado por causas de mantenimiento que pueden ser solucionadas o prevenidas, ya que esto afecta en la producción.

Por esta razón, el problema general de la tesis se formuló de la manera siguiente: ¿Cómo diseñar un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la perforadora en la compañía Geotec S.A.? y los problemas específicos fueron: ¿los inconvenientes del mantenimiento afectan al sistema productivo?, ¿Cómo podría mejorar un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad a la perforadora de aire reverso T685WS?, ¿De qué forma el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad permitirá minimizar el número de averías en la perforadora de aire reverso?.

Esta investigación se justificó económicamente, porque, el equipo de perforación aire reverso T685WS tuvo una mayor disponibilidad de operatividad y además al minimizar fallas y tiempo de reparación se reducen las pérdidas debido a paradas inesperadas, las cuales se reflejarán en el descenso de los gastos por mantenimiento. Se justificó técnicamente, que, gracias a la idealización de plan de mantenimiento preventivo, disminuyeron las fallas en la máquina, esto es posible midiendo los parámetros de operatividad de los circuitos y mecanismos del equipo de perforación de aire reverso T685WS y así se pudo estimar la vida útil del mismo equipo y de sus componentes.

En el ámbito ambiental, el equipo de perforación de aire reverso al cual se realizó el diseño del plan de mantenimiento tendrá valores cercanos a la eficiencia nominal, por lo tanto, las emisiones de CO₂ son menores, se podrá controlar con mayor precisión los derrames de hidrocarburos al realizar los mantenimientos.

Por consiguiente, el objetivo general fue: Realizar el diseño de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad, para aumentar la disponibilidad de la perforadora de aire reverso T685WS en la compañía Geotec S.A., y por ende sus objetivos específicos fueron:

- i. Describir los procedimientos de mantenimiento de la máquina de perforación de aire reverso T685WS de la empresa Geotec S.A.
- ii. Realizar un diagrama de Ishikawa (causa - efecto), de las falencias del equipo.
- iii. Calcular la disponibilidad del equipo antes y después de haberse elaborado el diseño del plan de mantenimiento.
- iv. Realizar una evaluación económica mediante indicadores VAN y TIR

La disponibilidad promedio en el año 2021 alcanzo el 87.12% para la máquina de perforación T685WS de la empresa Geotec S.A., lo cual representa una pérdida económica, según datos de la propia empresa.

Tabla 1
Disponibilidad del equipo perforador en el año 2021

Mes	Disponibilidad (%)
Febrero - 21	87.2
Marzo - 21	87.6
Abril - 21	88.4
Mayo - 21	86.8
Junio - 21	88
Julio - 21	85.6
Agosto - 21	85.6
Setiembre - 21	87.6
Octubre - 21	86.4
Noviembre - 21	88
Diciembre - 21	87.2
Promedio	87.12%

Fuente: Elaboración propia

Con lo expuesto anteriormente, se plantea en la investigación, diseñar un plan de mantenimiento preventivo con RCM para el equipo de perforación de aire reverso T685WS en la compañía Geotec S.A., que ayude a reducir las pérdidas económicas e incrementar la disponibilidad de equipo.

II. MARCO TEORICO

Hay numerosas indagaciones anteriores que se usaron como referencias para el presente trabajo debido a que estos abarcan las mismas variantes a investigar, tienen objetivos parecidos para hallar las soluciones a los inconvenientes de una implementación de un plan de RCM. Para comenzar el RCM fue creado al principio por la industria de la aviación comercial con el objetivo de mejorar la confiabilidad en los equipos y su seguridad. Se documentó en informes escritos por F.S, Nowlan y H.F Heap y anunciados por el departamento de defensa de los EE. UU. en 1978. Los informes alcanzados proporcionaron una idea del avance y desarrollo del RCM en la industria de la aviación y estableció cimientos en la mayor parte de las especialidades de la actualidad.

A nivel internacional Maya (2018), en el estudio llamado “Aplicación del RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM” expuesta en el centro universitario de Colombia, se habló sobre el avance del mantenimiento preventivo e incorporación de sistemas administrativos, asociados a todos los periodos de la elaboración de galletas de la compañía. Con esto, se suponía ofrecer una exclusiva de los proyectos recientes de mantenimiento preventivo y planificación del sector, lo que permitió el desarrollo y la planificación de programas nuevos de mantenimiento basado en condición (MBC).

Godínez (2015), en el estudio llamado “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo basado en RCM para los equipos de bombeo de of site” presentada en la Universidad de Costa Rica, se realizó un análisis de ordenes de trabajo, con el fin de saber que maquinas presentaron más problemas y necesitaron más mantenimiento; posteriormente, se analizaron las orden es de trabajo para entender que maquinas tenían más problemas y requerían más mantenimiento; luego se realizó un análisis de criticidad para identificar los equipos a incluir primero en el análisis con el objetivo de incrementar su confiabilidad y disponibilidad operativa. Los trabajos incluyeron fichas técnicas y planes de mantenimiento preventivo de equipos críticos, inspecciones detalladas a realizar por el personal de mantenimiento y capacitaciones del personal técnico.

Zavala (2018), en su estudio llamado “Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario Fuller, Operación manto verde”, presentada en la Universidad Técnica Federico-Santa María, en Chile. En esta tesis se explica y lleva a cabo el RCM, cubre los principales conceptos del (RCM) desde el enfoque del funcionamiento de los subsistemas hasta la identificación de las labores, para los modos de fallas más comunes de la máquina.

Caballero (2018), en su investigación “Gestión de mantenimiento preventivo para las perforadoras Boart Longyear LY-34, LY-38 y Core Drill RC15T”, presentada en la Universidad Tecnológica de Tula, de México. La investigación consistió en elaborar guías de manuales de mantenimiento para los equipos de perforación Boart Longyer LY-34, LY-38 y Core Drill RC15T, además de recurrir a los manuales del fabricante para detectar las piezas más importantes y/o de mayor desgaste. Se empezó a formar historiales de falla, estudiando las fallas comunes lo cual llevo a la creación del mantenimiento.

A nivel nacional Osorio (2016), en su estudio llamado “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina superdrill H600 de la empresa Maqpower S.A.C.”, realizada en la Universidad Nacional de Huancayo-Perú. En el trabajo se examina el estado actual del mantenimiento preventivo, que se le ofrece al equipo de perforación diamantina H600 de la compañía, dónde se pudo saber la carencia de un plan de mantenimiento preventivo, se obtuvo con los antecedentes una descripción más clara de los problemas de la compañía, el cual facilito tener fundamentos teóricos y conceptuales para así planear la hipótesis general y diseño de la investigación además de ayudar a incrementar el desarrollo de los equipos de perforación diamantina en la compañía. Se desarrollo el plan de mantenimiento que se supervisaría por medio del manual, guías de historial de salida de los repuestos con su continuidad de falla, hojas de mantenimientos rutinarios, hojas de mantenimiento. Antes de implementar el plan de mantenimiento, su disponibilidad se registra en un 86% y después de poner en marcha el plan de mantenimiento durante los 7 meses siguientes se registró una disponibilidad del 93% superando el objetivo del 92% propuesto.

Yengle (2016), en su trabajo denominado “Propuesta de un plan de mantenimiento basado en RCM para incrementar la rentabilidad en la operación cerro corona de la compañía San Martin Contratistas Generales S.A.”, expuesta en la Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo - Perú. Se desarrollo una propuesta para mejorar el área de operaciones; se realizó un diagnóstico respecto al estado actual del negocio, en relación con el transporte y cumplimiento de la compañía; asimismo, se han realizado cálculos para saber los efectos económicos que generan estos problemas en la compañía. Se halló que el carguío era el problema más severo de la campaña, provocando importantes pérdidas tanto en las operaciones y económicas. Finalizado la identificación de los problemas, la empresa elaboró un diagnóstico, el cual tomó en consideración las opiniones de los trabajadores de la empresa, así como las evidencias que sustentan lo anterior.

Para hacer el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo RCM del equipo perforador de aire reverso T685WS debemos tomar en cuenta algunas definiciones; Mantenimiento: es todo conjunto de tareas que hacemos para evitar, investigar o compensar la degradación que el tiempo o el trabajo provocan en las máquinas, a que se llama actividades de evitar: son aquellas cosas que hacemos para que el equipo no tenga mucho desgaste en sus piezas o bien se presente a una velocidad muy baja o a un tiempo más largo de lo usual, a que llamamos actividades de compensar, a hacer una sucesión de labores o tareas sobre el equipo, que es restaurar los equipos y su rendimiento a cuando era nuevo.

John Moubray en su libro (Mantenimiento centrado en confiabilidad), refiere que hay tres tipos de mantenimiento según la evolución a través de los años. La primera generación, que consistía en reparar un equipo recién cuando falla. En la segunda generación cambiaron las cosas radicalmente, las demandas de todo tipo de suministros aumentaron, mientras que la confiabilidad en los equipos y la mano de obra disminuyeron drásticamente. Esto condujo a una mayor automatización de máquinas y equipos. La tercera generación la atención se enfocó en costos de operación, servicio al cliente y el tiempo de inactividad de las máquinas, ya que toda la planta se detenía debido a los efectos de las averías por más menores que fueran, en esta etapa en mantenimiento se caracterizó por la automatización de los

equipos, procesos, estrategias y actividades. Esto ayudo a alcanzar una mayor confiabilidad en los equipos.

Pero Marius Basson en su libro (Mantenimiento centrado en la confiabilidad basado en el riesgo), entrega una cuarta generación, también conocida como la segunda era de la máquina. La cuarta generación industrial, menciona que las líneas entre las esferas física, digital y biológica se están difuminando, está afectando a todas las industrias en la mayoría de países. La extensión de estos cambios implica que todo el sistema productivo y de gestión sufrirán una transformación completa. El mantenimiento de cuarta generación exige ir más allá de las prácticas tradicionales, de tratar con síntomas, la mayoría de los requisitos se basan en la recolección de información y como se recopila y distribuye. Estos sensores permiten de forma segura el seguimiento virtual de activos, procesos, recursos y productos para optimizar y automatizar la oferta y la demanda. A medida que más fabricantes incorporan procesos inteligentes a los flujos de trabajo, se prevé que disminuya la cantidad de residuos, energía y tiempo de inactividad no planificado. Nada de esto será posible sin la respuesta de mantenimiento correcta.

Este es nuestro enfoque del mantenimiento de cuarta generación. John Moubray escribió sobre el mantenimiento de tercera generación en su libro Reliability-Centered Maintenance (RCMII, Segunda edición), donde explicó las crecientes expectativas del mantenimiento, las opiniones cambiantes sobre la falla del equipo y las técnicas de mantenimiento. De manera similar la cuarta revolución industrial se basa en la tercera revolución industrial, Marius Basson tomó la base de la Tercera Generación de Mantenimiento y las lecciones aprendidas durante 30 años en la industria y desarrolló la metodología de mantenimiento de cuarta generación, que reconoce el cambio en la demografía, expectativas aún más cambiantes (basadas en resultados), monitoreo de activos y análisis predictivo (Internet Industrial de las cosas), movilidad (mundo en movimiento) y eliminación de defectos (Diseño centrado en la confiabilidad), todo para afrontar los desafíos que acarrea la cuarta revolución industrial.

Según Marius Basson, el mantenimiento de cuarta generación provocará el mismo cambio en la forma en que la industria ve el mantenimiento en comparación con la respuesta de la industria después de que Nowlan y Heap publicaran su informe "Mantenimiento centrado en la fiabilidad" en 1978. Sin embargo, la velocidad, el alcance y el impacto del sistema del mantenimiento de cuarta generación son exponencialmente más rápidos que las generaciones pasadas.

Figura 1
Expectativas cambiantes

1st Generación	2nd Generación	3rd Generación	4th Generación
<ul style="list-style-type: none"> . Reparación del equipo al romperse 	<ul style="list-style-type: none"> . Mejor tiempo de confiabilidad de los equipos. . Aumento de la vida útil de los equipos . Mínimo costo 	<ul style="list-style-type: none"> . Mayor confiabilidad y fiabilidad en los equipos . Mejor seguridad . Mayor calidad en los productos . Ausencia de daños al medio ambiente . Más vida útil en los equipos . Más rentabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> . Gestionar el riesgo físico y económico . Normalización y adopción de normas (ISO 55000, ISO 31000) . Globalización . Administración y responsabilidad social . Estrategias renovables . Eliminar defectos . Innovación
1930	1950	1960	1970
		1980	1990
			2000
			2020....

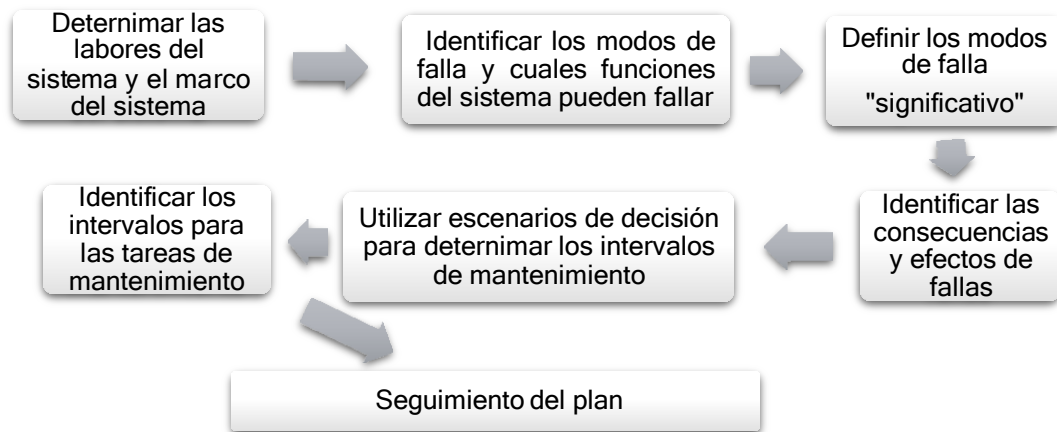
Fuente: Marius Basson (2018)

En la cuarta generación, la atención se sigue centrando en reconocer los seis patrones de falla, pero más aún en eliminar las fallas por completo, una pregunta difícil y aún más prepotente sobre la integridad del diseño, las prácticas de garantía de producción, la seguridad del proceso y el mantenimiento.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es un enfoque estructurado, deductivo y participativo, que determina la táctica de mantenimiento más apta para cada equipo que opera en su entorno operativo real.

Figura 2

Secuencia para la aplicación del RCM



Fuente: Elaboración propia

Entonces podemos decir que el RCM no es más que un instrumento que forma parte de la gestión del mantenimiento a través de la cual se puede aprovechar al máximo la confiabilidad operativa del equipo, planta o activo. Desde la evaluación e identificación de las auténticas necesidades del mantenimiento. Todo proceso de RCM tiene que asegurarse de responder de manera satisfactoria las ocho preguntas, en la siguiente secuencia.

Tabla 2

Las 8 preguntas para la implementación del RCM

Nº	Descripción
1.	¿Cuál es el estado de funcionamiento (cómo se utiliza el equipo o sistema)?
2.	¿Cuál es la función del activo y los criterios de rendimiento correspondientes en su entorno operativo actual?
3.	¿En qué forma deja de cumplir sus funciones (estados fallidos)?
4.	¿Qué causa cada estado fallido (modos de fallo)?
5.	¿Qué sucede cada vez que ocurre una falla (efectos de falla y gravedad de las consecuencias)?
6.	¿Cuáles son los riesgos asociados con cada falla (riesgo inherente cuantificado)?
7.	¿Qué se debe hacer para reducir los riesgos intolerables a un nivel tolerable (utilizando estrategias proactivas de gestión de riesgos)?
8.	¿Qué se puede hacer para reducir o gestionar los riesgos tolerables de una manera rentable?

Fuente: Marius Basson (2018)

El análisis de modal de fallos y efectos (AMFE), es el instrumento más importante del RCM para la gestión óptima del mantenimiento. Este método puede determinar fallas antes que dañen al equipo, dado su importancia de operación. Enfocado a cada parte y sistema del equipo, que luego resulta en un subsistema determinando su función y anti función y finalmente conocer el modo de falla de cada sistema. Abarca no solo el funcionamiento de cada equipo sino incluso a las partes individuales de cada sistema del equipo. El AMFE busca comprender las fallas, que luego pueden ser vistas como situaciones insatisfactorias (parada de operación) o la pérdida de calidad (operación continua con baja productividad). El proceso para la instalación del RCM depende mucho de cómo se implementa el AMFE y esto depende esencialmente de la descripción de los pasos siguientes:

Fallas funcionales, una falla funcional ocurre cuando el equipo no puede realizar su labor dentro de los parámetros operativos que el operador considera aceptables. En otras palabras, se considera falla funcional cuando el equipo no puede realizar su labor planteada. De igual forma el siguiente paso es la identificación de todos los eventos de tal manera que sea posible identificar las causas de cada falla, a estas ocurrencias se les llama modos de fallas. Los modos de fallas son aquellas fallas que ocurrieron en máquinas similares o iguales que operan de la misma manera, en la actualidad estas fallas están siendo prevenida por programas de mantenimiento vigentes. También están los efectos de falla, en este paso se tiene que detallar lo que podría suceder si no se cumple ninguna labor detallada para prevenir, anticipar o descubrir la falla, los efectos de falla deben adjuntar toda la información indispensable para realizar la evaluación de los efectos de la falla, por ejemplo:

- ¿Qué evidencias, que fallas han ocurrido (si existe alguna)?
- ¿Qué hacer (si sucede algo) puede salir alguien dañado o matarlo, o puede tener un impacto negativo al medio ambiente?
- ¿Qué hacer (si sucede algo) puede tener un resultado contrario en las operaciones o en la producción?
- ¿Qué daño físico (si hay alguno) causa la avería?
- ¿Qué debo hacer (si es necesario) para la recuperación ante desastres?

De igual forma están las consecuencias de falla, que refiere que cada dispositivo tiene diversos modos de falla y cada falla afecta a la compañía de una u otra forma, pero en cada caso las consecuencias causadas por las fallas son distintas, afectando diferentes áreas de la compañía; es decir si la falla trae consecuencias graves, se tomaran las mejores medidas para prevenirlas o evitarlas, si la falla no causa consecuencias graves, no se tomara ningún tipo de medida más que una limpieza rutinaria y la lubricación del equipo.

Luego tenemos una jerarquía de criticidad, a través de la cual se seleccionan los equipos más importantes de la empresa, lo que nos permite asignar valores a los equipos más influyentes que ocasionan costos significativos en la empresa, se puede definir considerando la siguiente escala.

Tabla 3
Matriz de criticidad

Frecuencia	5	M	M	A	MA	MA
	4	M	M	A	A	MA
	3	B	M	M	A	MA
	2	B	B	M	A	MA
		B	B	M	A	MA
		1	2	3	4	5
		Consecuencia				

Fuente: Montenegro Leyva (2017)

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Donde:

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto operacional} * \text{flexibilidad operacional})$$

$$+ \text{costo de mantenimiento} + \text{impacto ambiental e} \\ \text{higiene}$$

III. METODOLOGÍA

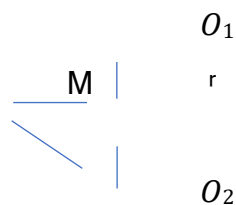
3.1. Tipo y diseño de investigación:

3.1.1. Tipo de investigación:

La investigación fue de tipo aplicada, por que usaron conocimientos preexistentes, en cuanto a eventos de fallas e historias de fallas registradas del sistema de gestión de operación y de mantenimiento de la perforadora de aire reverso.

3.1.2. Diseño de investigación:

En esta investigación se optó por un diseño pre - experimental de tipo transversal, ya que el diseño del plan de mantenimiento se realizó con registros de hojas de datos pasadas y el uso de información que ya existe.



M: Máquina perforadora de aire reverso T685WS

O₁: Mantenimiento preventivo centrado en el RCM

r: Coincidencia

O₂: Eficiencia de la confiabilidad mecánica

3.2. Variables y operacionalización:

Variable independiente: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad.

Variable dependiente: Disponibilidad, de la maquina perforadora de aire reverso.

3.3. Población, muestra y muestreo:

3.3.1. Población:

Es la colección de elementos que tienen una o más características o propiedades comunes. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). La tesis presentada, tomo como población a los equipos de perforación de aire reverso como diamantina de la compañía Geotec S.A.

3.3.2. Muestra:

Se considera a cualquier parte de la población definida. Por lo tanto, la muestra fue la máquina de perforación de aire reverso T685WS la cual se determinó por el análisis de criticidad, en función a criterio de los investigadores. (Banerjee y Chaudhury, 2010).

3.3.3. Muestreo:

Es un método de muestreo en donde el investigador escoge una muestra o muestras de acuerdo con su juicio personal, en lugar de la selección aleatoria como suele hacerse presente en el muestreo probabilístico. Es por eso por lo que se tuvo en cuenta un muestreo no probabilístico por utilidad a razón que se eligió la máquina perforadora de aire reverso T685WS de la compañía Geotec S.A. (Carrizoza Solano, 2016).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1. Técnicas:

Las técnicas que se usaron fueron el cuestionario, reportes diarios, la observación directa y un análisis documental ya que se aplicara a los trabajadores que operan la máquina perforadora de aire reverso T685WS de la empresa Geotec S.A.

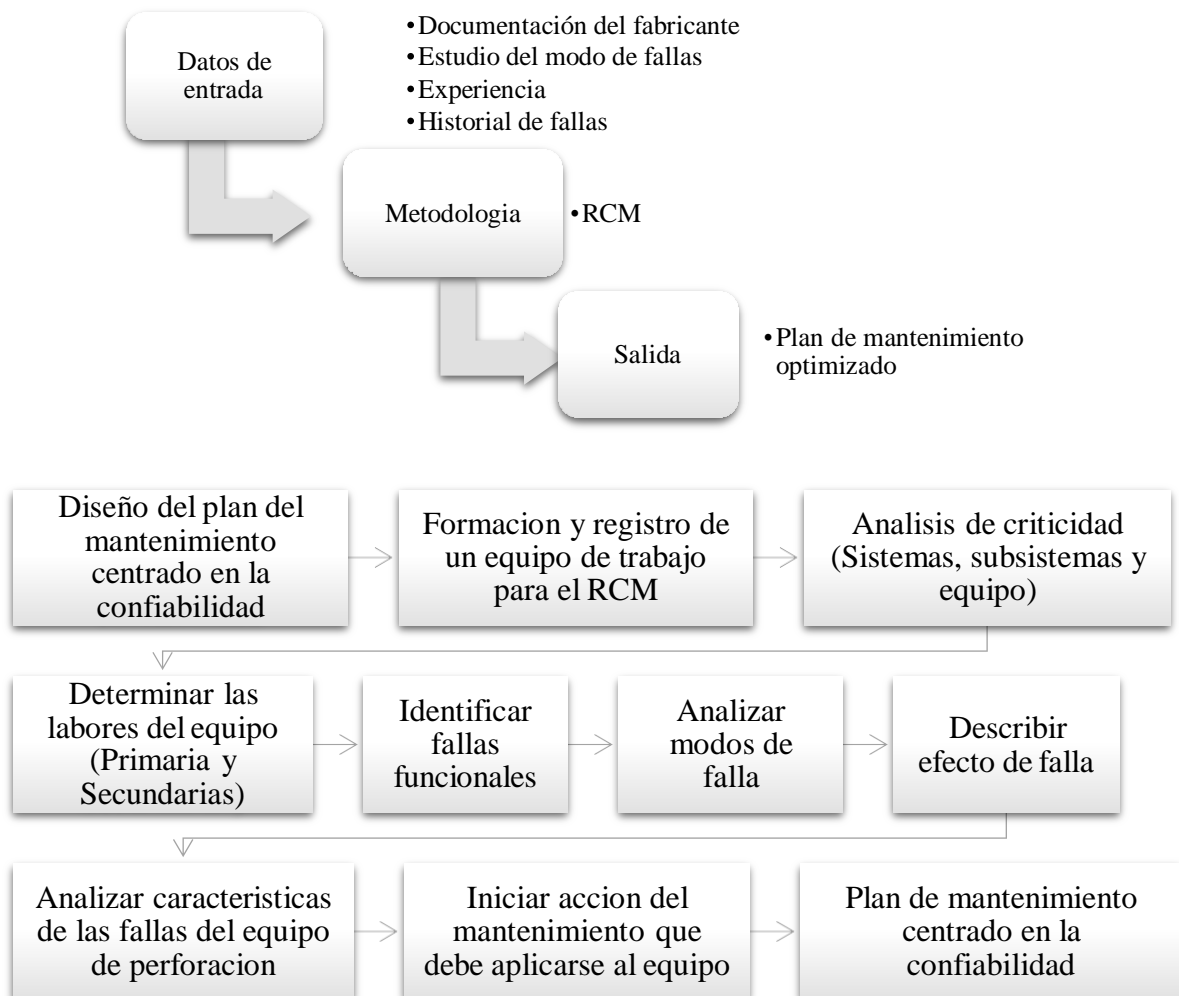
3.4.2. Instrumentos:

Los instrumentos utilizados en el estudio son: la encuesta, ficha de registro y la guía de campo. De esta forma se conocerán las opiniones de los entrevistados.

3.5. Procedimiento:

Figura 3

Procedimiento para la elaboración del diseño del plan de mantenimiento



La elaboración del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para la perforadora de aire reverso T685WS SCHRAMM se muestra mejor en el anexo 5.

3.6. Método de análisis de datos:

Es cuantitativo porque en la presente investigación los datos serán clasificados y procesados, lo cual permitirá agilizar y facilitar el estudio de los datos de la investigación. Estos procedimientos estadísticos se realizarán a las entrevistas o fichas tomadas en el pre - encuesta y post - encuesta del análisis.

También para la ejecución del análisis de datos se utilizó Microsoft office que se encuentra al alcance de los investigadores, donde se llevara a cabo el ordenamiento, procesamiento y la clasificación de los datos e información excluyente de la investigación; dando como resultado los datos estadísticos de porcentaje y frecuencia.

3.7. Aspectos éticos:

En la elaboración del trabajo, los investigadores tienen la responsabilidad de comprometerse a respetar la integridad de los resultados, el respeto a la ética profesional, los principios éticos y la transparencia al analizar los datos recopilados y proponer recomendaciones, proponer soluciones a los problemas presentados a lo largo de esta investigación. Al mismo tiempo, el compromiso de preservar la confiabilidad y reputación de la empresa Geotec S.A. que proporcionó los medios para diseñar el plan de mantenimiento preventivo para su equipo de perforación de aire reverso.

IV. RESULTADOS

4.1. Describir los procedimientos de mantenimiento de la máquina de perforación de aire reverso T685WS de la empresa Geotec S.A.

Se partió con un estudio del mantenimiento existente en la compañía, con la participación de gerencia, mantenimiento y administración, después de haber conversado con el ingeniero encargado del área de mantenimiento en Chalhuhhuacho y observar el normal funcionamiento del proceso productivo, se pudo determinar cuáles son los procesos, sistemas y/o componentes más críticos de la perforadora. Y de esta manera se pudo diseñar el plan de mantenimiento que solucionaría los problemas que presentaba el equipo de perforación en la compañía de Geotec S.A.

Cuando se empezó a estudiar el plan de mantenimiento que tenía, se observó que la mayor parte de los mantenimientos se daban en el momento del incidente, o sea, que se utilizaba más el mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento y su aplicación era la principal causa de la aparición de diversas situaciones e inconvenientes que han afectado significativamente el funcionamiento de la perforadora de aire reverso T685WS SCHRAMM. Con el análisis se pudo determinar que la empresa Geotec S.A., no tiene un plan de mantenimiento adecuado para el equipo de perforación de aire reverso y requiere la elaboración de un plan de mantenimiento adecuado para este equipo.

Con el diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad se espera incrementar la disponibilidad del equipo de un 87.12% a un 95% aplicando el plan de mantenimiento propuesto, para así no tener que parar el equipo de perforación por motivos de mantenimiento, ya que esto afecta en la producción. Para desarrollar este plan de mantenimiento se usó el 98% de los datos registrados de la perforadora de aire reverso T685WS, los datos extraídos se pueden encontrar en el anexo 2A y 2B los cuales se tomaron de la empresa Geotec S.A., 11 meses antes de la implementación del plan de mantenimiento y 11 meses después de haber realizado el plan de mantenimiento.

4.2. Realizar un diagrama de Ishikawa (causa - efecto), de las falencias del equipo

En el diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto) presentado a continuación se observa cada extensión que contiene potenciales falencias, las cuales se determinaron con la ayuda de los trabajadores y la supervisión de la empresa Geotec S.A.; donde los problemas se relacionan desde el momento que no se estima un tiempo de traslado del equipo hacia su nuevo punto, no llevar un buen control del tiempo de trabajo, las largas horas de trabajo sin descanso, la exposición al medio ambiente que tiene el equipos (polvo, tormentas y bajas temperaturas), mal mantenimiento al equipo, reparaciones momentáneas que son efectivas al momento pero terminan siendo más complejas a largo plazo. También hay causas específicas que generan problemas a la hora del mantenimiento como: instrumentos en mal estado, falta de accesorios en stock y la metodología de mantenimiento que se viene llevando a cabo presenta carencias debido a la ausencia de indicadores y la falta de fichas para el registro de fallas. También se observó poca experiencia de dicho personal, luego la falta de orientación para realizarlos trabajos. Se detalla mejor a continuación en la figura 4. Y el diagrama de Ishikawa de la figura 5, donde ya se implementó el diseño del plan de mantenimiento se ven las mejoras de las falencias que tenía el equipo antes del plan de mantenimiento.

Figura 4

Diagrama de Ishikawa (Causa - Efecto) de la baja disponibilidad antes del diseño

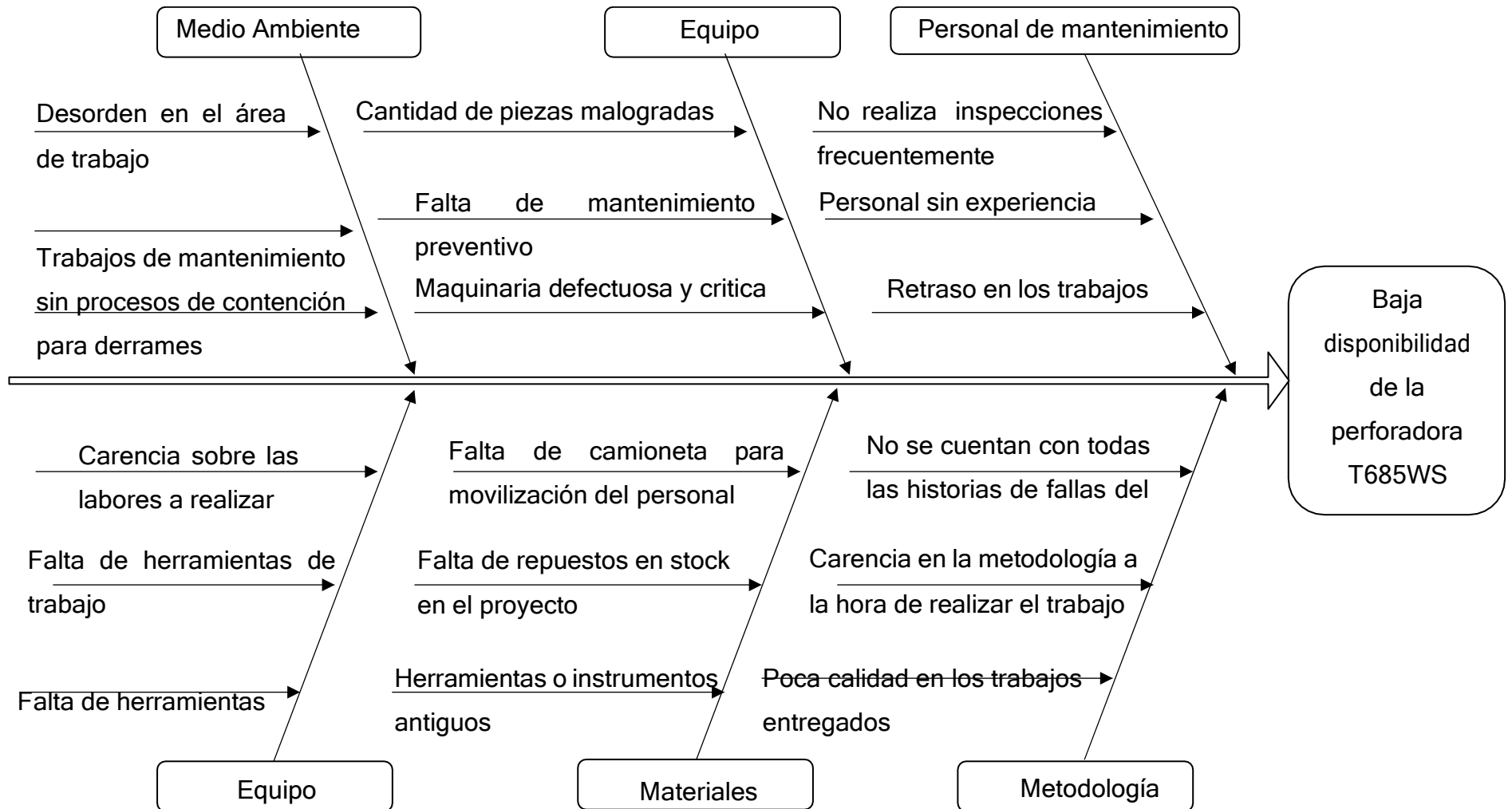
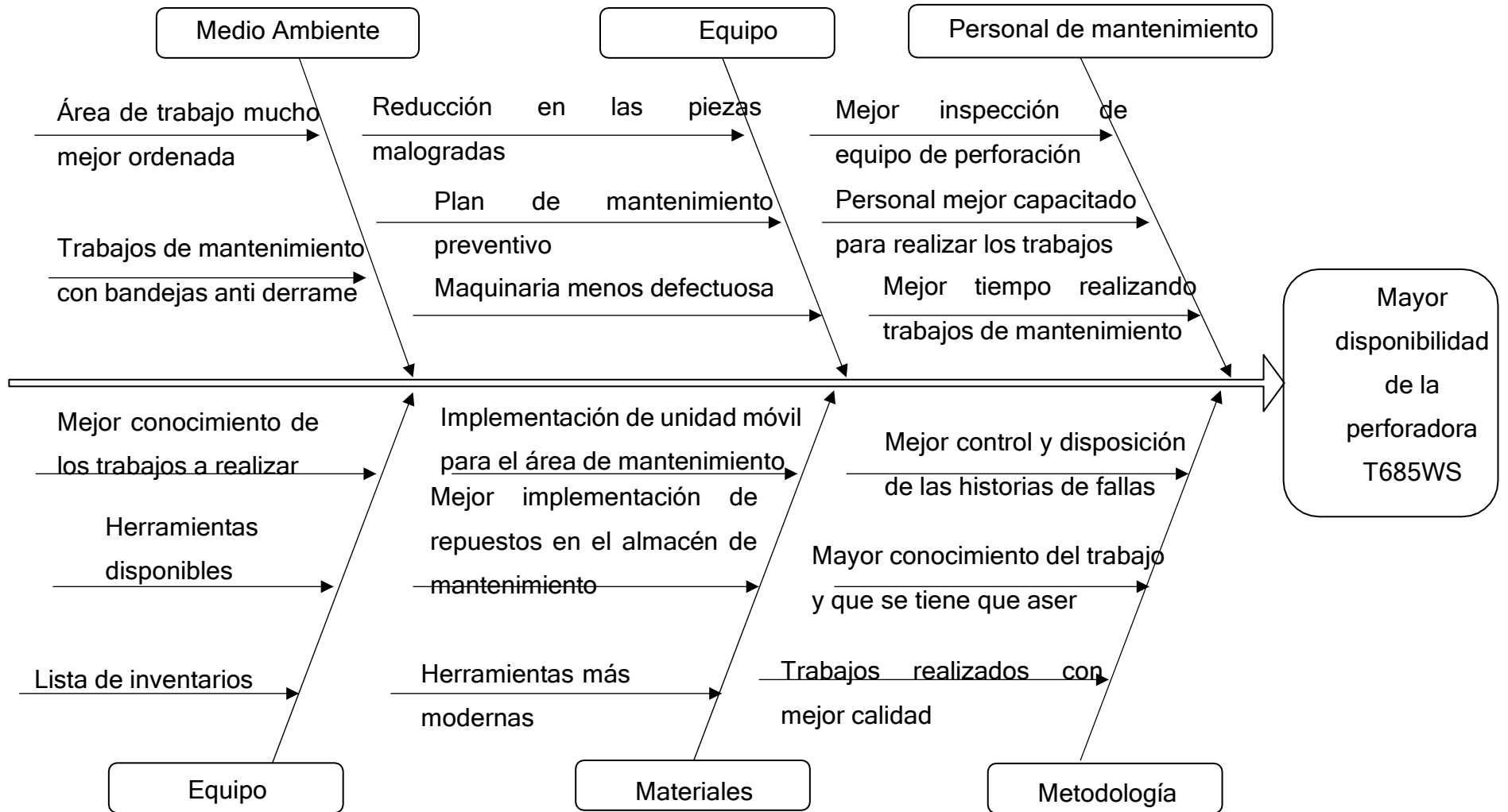


Figura 5

Diagrama de Ishikawa (Causa - Efecto) con mayor disponibilidad después del diseño



4.3. Calcular la disponibilidad del equipo antes y después de haberse elaborado el diseño del plan de mantenimiento.

Para identificar la disponibilidad del equipo de aire reverso T685WS se extrajo la información de los historiales de mantenimiento del equipo durante 11 meses antes de diseñar el plan de mantenimiento. Incluido en el anexo 2A, facilitado por la empresa Geotec S.A.

Tabla 4

Tiempo de reparación antes de elaborar el diseño de mantenimiento

Mes	Equipo parado por motivos operacionales A	Equipo en reparación (Hr) B	reparación después del mantenimiento (Hr) C	Falta de repuestos y Herramientas (Hr) D
Febrero	9	11	6	6
Marzo	7	14	5	4
Abril	7	14	7	6
Mayo	10	12	4	5
Junio	9	14	7	6
Julio	8	17	5	6
Agosto	8	13	4	5
Setiembre	9	11	7	8
Octubre	6	13	4	6
Noviembre	4	13	5	9
Diciembre	6	12	6	8
Total	83	144	60	69

Fuente: Elaboración propia

Los datos que se mostraran en la tabla 5, son luego de haberse diseñado el plan de mantenimiento del equipo perforador de aire reverso T685WS de acuerdo al informe obtenido presentado en el anexo 2B.

En la siguiente tabla 5, se pudo analizar en qué medida incide el programa de mantenimiento y cuanto se mejoró la disponibilidad del equipo perforador, así se observó una mejora en el personal y como este plan de mantenimiento contribuyo a acortar el tiempo de reparación.

Tabla 5

Tiempo de reparación después de elaborar el diseño de mantenimiento

Mes	Equipo parado por motivos operacionales (Hr) A	Equipo en reparación (Hr) B	reparación después del mantenimiento (Hr) C	Falta de repuestos y Herramientas (Hr) D
Febrero	4	5	2	3
Marzo	5	6	2	2
Abril	4	5	3	4
Mayo	4	6	3	2
Junio	4	5	4	3
Julio	4	6	5	3
Agosto	3	5	4	2
Setiembre	5	4	3	2
Octubre	4	6	3	3
Noviembre	3	5	2	2
Diciembre	3	5	1	2
Total	43	58	32	28

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Datos para realizar el Diagrama de Pareto antes del diseño del plan de mantenimiento

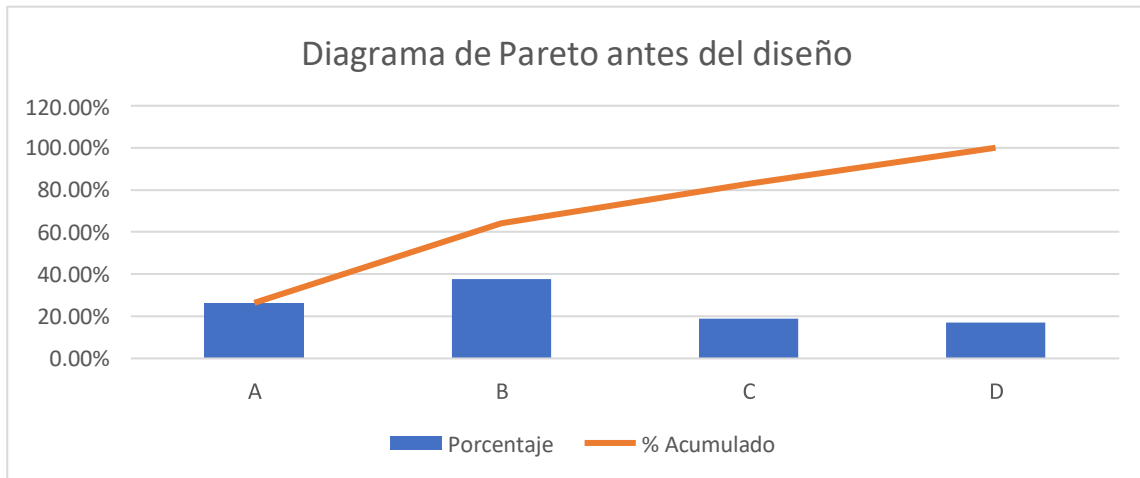
Mes	Equipo parado por motivos operacionales A	Equipo en reparación (Hr) B	reparación después del mantenimiento (Hr) C	Falta de repuestos y Herramientas (Hr) D
Febrero	9	11	6	6
Marzo	7	14	5	4
Abril	7	14	7	6
Mayo	10	12	4	5
Junio	9	14	7	6
Julio	8	17	5	6
Agosto	8	13	4	5
Setiembre	9	11	7	8
Octubre	6	13	4	6
Noviembre	4	13	5	9
Diciembre	6	12	6	8
Total	83	144	60	69
Porcentaje	23.31%	40.44%	16.85%	19.40%
% Acumulado	23.31%	63.75%	80.6%	100%

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de la tabla 6, se creó un diagrama de Pareto tomando en cuenta los once meses anteriores de la elaboración del diseño del plan de mantenimiento, lo que permitió calcular la indisponibilidad del equipo de perforación y así encontrar el porcentaje y porcentaje acumulado.

Figura 6

Diagrama de Pareto antes del diseño del plan de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

La tabla 7, que se expone a continuación tiene datos que se obtuvieron una vez que se aplicó el plan de mantenimiento, que se realizó durante 11 meses donde se pudo apreciar que si existió una mejora significativa en los resultados en comparación en los trabajos que se venían realizando anteriormente antes de elaborar el plan de mantenimiento como nos mostró la tabla 6. Al obtener los datos totales mediante el porcentaje y porcentaje acumulado se pudo hacer un Diagrama de Pareto.

Tabla 7

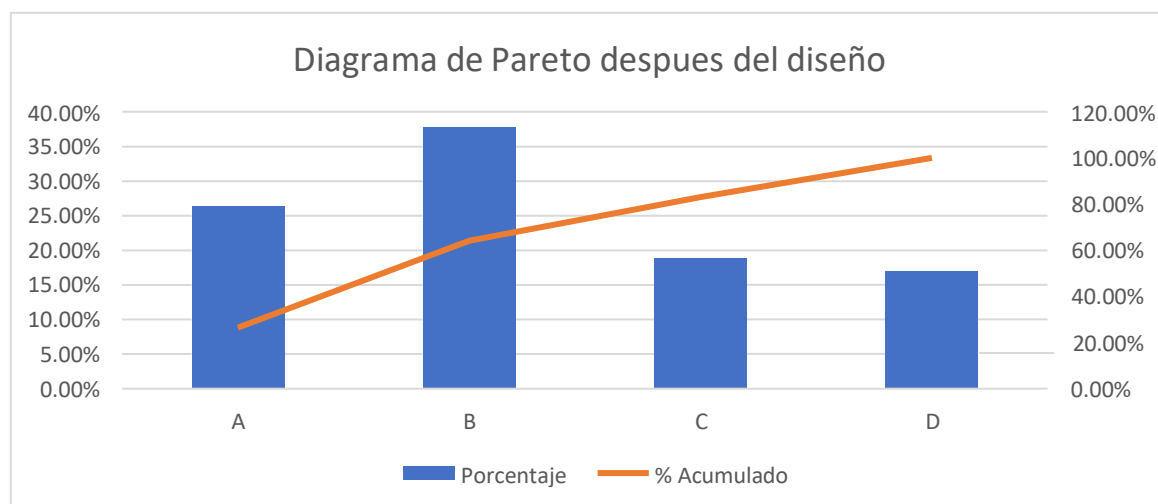
Datos para realizar el diagrama de Pareto después del diseño de mantenimiento

Mes	Equipo parado por motivos operacionales (Hr)	Equipo en reparación (Hr)	reparación después del mantenimiento (Hr)	Falta de repuestos y Herramientas (Hr)
	A	B	C	D
Febrero	4	5	2	3
Marzo	5	6	2	2
Abril	4	5	3	4
Mayo	4	6	3	2
Junio	4	5	4	3
Julio	4	6	5	3
Agosto	3	5	4	2
Setiembre	5	4	3	2
Octubre	4	6	3	3
Noviembre	3	5	2	2
Diciembre	3	5	1	2
Total	43	58	32	28
Porcentaje	26.70%	36.02%	19.87%	17.41%
% Acumulado	26.70%	62.72%	82.59%	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Diagrama de Pareto luego de elaborar el diseño del plan de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la disponibilidad antes de elaborar el plan de mantenimiento (año 2021):

$$\text{Disponibilidad} = \frac{HP - \sum(\text{Mantenimiento} + \text{Rep} + \text{Fallas})}{HP} * 100\%$$

Febrero:

$$D = \frac{250 - (9 + 11 + 6 + 6)}{250} * 100\%$$

$$D = 87.2\%$$

Marzo:

$$D = \frac{250 - (7 + 14 + 5 + 4)}{250} * 100\%$$

$$D = 88\%$$

Abril:

$$D = \frac{250 - (7 + 14 + 7 + 6)}{250} * 100\%$$

$$D = 86.4\%$$

Mayo:

$$D = \frac{250 - (10 + 12 + 4 + 5)}{250} * 100\%$$

$$D = 87.6\%$$

Junio:

$$D = \frac{250 - (9 + 14 + 7 + 6)}{250} * 100\%$$

$$D = 85.6\%$$

Julio:

$$D = \frac{250 - (8 + 17 + 5 + 6)}{250} * 100\%$$

$$D = 85.6\%$$

Agosto:

$$D = \frac{250 - (8 + 13 + 4 + 5)}{250} * 100\%$$

$$D = 88\%$$

Setiembre:

$$D = \frac{250 - (9 + 9 + 7 + 8)}{250} * 100\%$$

$$D = 86.8\%$$

Octubre:

$$D = \frac{250 - (6 + 13 + 4 + 6)}{250} * 100\%$$

$$D = 88.4\%$$

Noviembre:

$$D = \frac{250 - (4 + 13 + 5 + 9)}{250} * 100\%$$

$$D = 87.6\%$$

Diciembre:

$$D = \frac{250 - (6 + 12 + 6 + 8)}{250} * 100\%$$

$$D = 87.2\%$$

Una vez analizados los datos de la tabla número 7 se procedió al cálculo la disponibilidad luego de haberse elaborado el diseño del plan de mantenimiento (año 2022).

Febrero:

$$D = \frac{250 - (4 + 5 + 2 + 3)}{250} * 100\%$$

$$D = 94.4\%$$

Marzo:

$$D = \frac{250 - (5 + 6 + 2 + 2)}{250} * 100\%$$

$$D = 94\%$$

Abril:

$$D = \frac{250 - (4 + 5 + 3 + 4)}{250} * 100\%$$

$$D = 93.6\%$$

Mayo:

$$D = \frac{250 - (4 + 6 + 3 + 2)}{250} * 100\%$$

$$D = 94\%$$

Junio:

$$D = \frac{250 - (4 + 5 + 4 + 3)}{250} * 100\%$$

$$D = 93.6\%$$

Julio:

$$D = \frac{250 - (4 + 6 + 5 + 3)}{250} * 100\%$$

$$D = 92.8\%$$

Agosto:

$$D = \frac{250 - (3 + 5 + 4 + 2)}{250} * 100\%$$

$$D = 94.4\%$$

Setiembre:

$$D = \frac{250 - (5 + 4 + 3 + 2)}{250} * 100\%$$

$$D = 94.4\%$$

Octubre:

$$D = \frac{250 - (4 + 6 + 2 + 2)}{250} * 100\%$$

$$D = 93.6\%$$

Noviembre:

$$D = \frac{250 - (3 + 5 + 2 + 2)}{250} * 100\%$$

$$D = 95.2\%$$

Diciembre:

$$D = \frac{250 - (3 + 5 + 1 + 2)}{250} * 100\%$$

$$D = 95.6\%$$

Después de haber encontrado la disponibilidad del equipo de aire reverso T685WS antes y después de elaborar el diseño del plan de mantenimiento se procedió a hacer un análisis con los resultados obtenidos.

Tabla 8

Comparación de disponibilidad antes y después de implementar el diseño del plan de mantenimiento

Perforadora T685WS ROTADRILL			
Disponibilidad antes del diseño (2021)		Disponibilidad después del diseño (2022)	
Febrero	87.2%	Febrero	94.4%
Marzo	88%	Marzo	94%
Abril	86.4%	Abril	93.6%
Mayo	87.6%	Mayo	94%
Junio	85.6%	Junio	93.6%
Julio	85.6%	Julio	92.8%
Agosto	88%	Agosto	94.4%
Setiembre	86.8%	Setiembre	94.4%
Octubre	88%	Octubre	93.6%
Noviembre	87.6%	Noviembre	95.2%
Diciembre	87.2%	Diciembre	95.6%
Total	87.12%	Total	94.10%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Disponibilidad antes del plan de mantenimiento

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulado
87.2	2	18.18%	18.18%	18.18%
88	3	27.25%	27.25%	45.43%
86.4	1	9.08%	9.08%	54.51%
87.6	2	18.18%	18.18%	72.69%
85.6	2	18.18%	18.18%	90.87%
86.8	1	9.08%	9.08%	100%
total	11	100%	100%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Disponibilidad después del plan de mantenimiento

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulado
94	2	18.18%	18.18%	18.18%
94.4	3	27.25%	27.25%	45.43%
93.6	3	27.25%	27.25%	72.68%
92.8	1	9.08%	9.08%	81.76%
95.2	1	9.08%	9.08%	90.84%
95.6	1	9.08%	9.08%	100%
total	11	100%	100%	

Fuente: Elaboración propia

4.4. Realizar una evaluación económica mediante indicadores VAN y TIR

Para la evaluación económica se hizo un análisis del VAN Y TIR, se tomaron los datos correspondientes al flujo de ingresos y flujo de egresos de la compañía Geotec S.A., teniéndose en cuenta que el proyecto está activo, la inversión inicial de 458,936.00 soles, que corresponden a los insumos, materiales, planilla de trabajadores y capacitación, para elaborar el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, así se pudo calcular el VAN y TIR. Los datos mostrados en las siguientes tablas son extraídos del anexo 3.

Tabla 11
Inversión inicial para la elaboración del plan de mantenimiento

Ítem	Descripción	Costo anual (S/.)
1	Mano de obra	S/. 342,000.00
2	Insumos	S/. 46,848.00
3	Herramientas	S/. 54,390.00
4	Capacitación	S/. 15,698.00
5	Costos de perforación	S/. 415,579.00
Total		S/. 874,515.00

Fuente: Geotec S.A.

En la tabla N° 12 se observó los ingresos sin plan de mantenimiento, durante 11 meses desde febrero hasta diciembre del 2021.

Tabla 12
Ingresos del año 2021 sin plan de mantenimiento

Ítem	Descripción	Costo anual (S/.)
1	Perforadora de aire reverso T685WS	S/. 9,947,725.00
Total		S/. 9,947,725.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13
Ingresos estimados del año 2022

Ítem	Descripción	Costo anual (S/.)
1	Perforadora de aire reverso T685WS	S/. 16,111,950.00
Total		S/. 16,111,950.00

Fuente: Elaboración propia

Para poder calcular el (VAN), que es la suma de los flujos de efectivo acumulados durante el proyecto para un tiempo cero. El VAN se calcula con la ecuación siguiente según Coss (2005)

$$VAN = Inversion\ inicial + \frac{Fn1}{(1+i)^1} + \frac{Fn2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNn}{(1+i)^n}$$

El TIR, es la tasa máxima que hace al VAN se cero. Esto se puede calcular igualando a cero la ecuación del VAN. Todo esto según Coss (2005), y la ecuación del TIR se expresa de la siguiente forma.

$$0 = -Inversion\ inicial + \frac{Fn1}{(1+i)^1} + \frac{Fn2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNn}{(1+i)^n}$$

Para el cálculo del VAN y TIR tenemos una inversión inicial de S/. 874,515.00 siendo su costo de capital del 18%, asiéndose un estudio de 11 meses antes del diseño del plan de mantenimiento (2021) y 11 meses de la elaboración del diseño del plan de mantenimiento (2022), con estos datos se halló el VAN = S/. 1,480,183.76 y el TIR = 49.66%, una vez realizado los cálculos se pudo concluir que dicha propuesta es viable. Datos obtenidos del anexo 3.

Tabla 14
Flujo beneficio neto

Mes	Flujo Beneficio (S/.)	Flujo costo (S/.)	Flujo beneficio Neto (S/.)
Inv. inicial	0	854,515.00	-874,515.00
Febrero	1,261,045.23	910,841.46	350,203.77
Marzo	1,312,754.55	989,693.22	323,061.33
Abril	1,420,070.82	863,235.51	556,835.31
Mayo	1,519,828.05	973,275.93	546,552.12
Junio	1,399,912.11	870,063.03	529,849.08
Julio	1,480,306.92	960,969.63	519,337.29
Agosto	1,547,900.13	942,155.85	605,744.28
Setiembre	1,579,793.64	850,338.66	729,454.98
Octubre	1,702,597.56	908,517.36	794,080.20
Noviembre	1,562,804.85	898,116.06	664,688.79
Diciembre	1,367,336.61	806,222.67	561,113.94

Fuente: Elaboración propia

VAN	S/1,480,183.76
TIR	49.66%

Después de haber analizado los objetivos anteriores se determinó que el mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad es un método que permite diseñar y optimización los planes de mantenimiento a través del análisis de cada sistema, identificando posibles fallas funcionales y sus posibles consecuencias, pueden derivarse de estas fallas. Las consecuencias de cada modo de falla serán evaluadas de acuerdo con su influencia que tenga con la seguridad, el medio ambiente, la operación y los costos. Por ello se ha realizado el diseño de un plan de mantenimiento basado en los componentes críticos del equipo y del mismo equipo, el cual indica los procedimientos, pasos, tiempos y evaluaciones que se realizarán al equipo de perforación, se controlara los tiempos al mantenimiento, de esta manera se tendrá acción directa de las fallas que podrían ocurrir. Se expone lo siguiente:

- Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad
- Formación y registro de un equipo de trabajo para el RCM
- Análisis de criticidad (Equipo, subsistemas y sistemas)
- Determinar las funciones del grupo (Primaria y Secundarias)
- Identificar fallas funcionales
- Analizar modos de fallas
- Describir efecto de fallas
- Analizar características de las fallas del equipo de perforación
- Iniciar acción del mantenimiento que debe aplicarse al equipo

Estos pasos para la elaboración del diseño del plan de mantenimiento preventivo se muestran en el anexo 5.

V. DISCUSIÓN

En el estudio de Maya (2018), incorporo sistemas administrativos, asociados a todos los periodos de la elaboración de galletas de la compañía. Con esto, se suponía ofrecer una exclusiva de los proyectos recientes de mantenimiento preventivo y planificado del sector, lo que permitió el desarrollo y la planificación de nuevos programas de mantenimiento basado en condiciones (MBC). Además, se planteó desarrollar un modelo informático que permita administrar el mantenimiento bajo una orientación a evaluación, sistemático e independiente del software que tiene la empresa, que permita la visualización del comportamiento y la trazabilidad a las maquinas a través de curvas de confiabilidad. En este proceso de desarrollo se mostró una estructura de la matriz de criticidad operacional en los equipos, partiendo de antecedentes del área de mantenimiento, comenzando con el diagnostico de esta matriz desde las áreas de calidad, seguridad y medio ambiente; mientras que en la presente investigación no experimental se proyectaron resultados en corto tiempo, sin esperar la finalización del periodo de mantenimiento anual y nuestros indicadores se acercan a lo prescrito por Maya que es la planificación de programas nuevos de mantenimiento basado en el RCM y gracias a estos planes se pudo mejorar la confiabilidad del equipo en un 7% superior al referente.

De igual manera, Osorio (2016) en su estudio que se realizó en Huancayo, para poder conocer la situación actual del mantenimiento en la empresa, se observó detalladamente el funcionamiento de los equipos y converso con el gerente; no aplico ningún check list, las herramientas utilizadas permitieron detallar el diagnóstico inicial de la empresa, esto quiere decir que hay más una manera de conocer la situación de la empresa en relación a su mantenimiento que se viene dando. En el momento de aplicar el análisis de criticidad en el equipo de perforación de aire reverso T685WS a la que se le vino diseñando el plan de mantenimiento preventivo permito conocer cuales eras los componentes más críticos del equipo y

así poder tomar las acciones correspondientes. Se empezó con el modo de análisis y la implementación de la mejora para el equipo y así conseguir que incremente su disponibilidad ya que es una de las máquinas que más beneficios de a la compañía. Así mismo se evaluó la tasa de fallas que presentaba el equipo perforador de aire reverso T685WS, para lo cual se hizo una matriz en donde se puso la cantidad de fallas que presentaba este, se observó que no había ningún control para controlar dichas fallas y menos un plan de mantenimiento adecuado para ellas.

Caballero (2018), esta investigación se basó en la elaboración de guías o instrumentos de mantenimiento para los equipos de perforación boart longyear LY-34, LY-38 y CORE DRILL RC15T, para el departamento de geología. Se estudiaron los manuales de los equipos perforación para ver que partes y cuál de ellas es la más crítica, y en esas partes se enfocó para elaborar los manuales de mantenimiento, así mismo se analizaron los libros y manuales de motores de combustión interna del fabricante, luego de esto se colocaron recomendaciones para el manejo de los motores, también se crearon formatos de las actividades de mantenimiento y se realizó una propuesta de mantenimiento predictivo para los equipos perforación y las actividades del supervisor. En el trabajo expuesto se utilizaron formatos, encuestas que fueron llenados por el personal del área de mantenimiento y los operadores del equipo de aire reverso T685WS para luego poder mapear las fallas más comunes. Se incorporo actividades en el mantenimiento preventivo que se venía llevando a cabo, para ello se elaboró un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para las actividades de mantenimiento del equipo de aire reverso T685WS en donde se puso todas las partes a las que se realizaría una inspección o un mantenimiento, como lo solicite la máquina de perforación en el momento del mantenimiento. Se llegó a establecer mantenimientos de 250 horas, 500 horas, 1000 horas y 2000 horas, aparte de inspecciones rutinarias que se realizaban todos los días, como semanal mente, gracias a esto se incrementó la confiabilidad del equipo de perforación. El tiempo

que se usó a la hora de realizar cada mantenimiento fue menor a los que les precedían.

De igual modo, para definir los problemas más comunes de las detenciones del equipo de perforación de aire reverso de la compañía Geotec S.A., mediante el análisis de historiales de causa, se elaborara un diagrama de Ishikawa donde se obtuvo que la falla está en la carencia de la metodología a la hora de realizar el trabajo y la falta de historiales de los mantenimientos, esto permitido elevar el indicador de disponibilidad al culminar la investigación pues también se observó que estas fallas sumaban en los tiempos de reparación y que ocasionaban pérdidas económicas, para (Zavala, 218) en su investigación en la cual se obtuvo como resultado que las causas de las paradas del equipo se debían organizar de acuerdo al nivel de importancia y fue a raíz de esto que se acordó elaborar planes de acción de acuerdo a la importancia de las fallas reportadas, lográndose así desarrollar actividades dirigidas según la importancia de la falla.

Las fortalezas del plan de mantenimiento preventivo para el equipo de perforación de aire reverso T685WS fueron que se redujo el tiempo de reparación del equipo, se logró tener un historial de mantenimiento más actualizado y efectivo. Con las capacitaciones del personal del área de mantenimiento y el personal de operaciones se lo logro que obtuvieran conocimientos del funcionamiento de este y de su cuidado, asimismo se logró tener un mejor stock de repuestos que son críticos para el equipo. Así mismo lo que dificulto la implementación de este plan fue que no se contaban con los historiales de falla: la documentación o reportes de historiales de falla del equipo de perforación no están completos o no se llenaron en su debido tiempo esto causa que el personal de mantenimiento no sepa que trabajos se realizaron en el equipo y se tengan que llevar nuevos controles o historiales de fallas. Personal sin experiencia: el personal no tiene idea de la mayoría de los procedimientos de mantenimiento que se llevan a cabo a la máquina de perforación ya que la mayoría son nuevos o sin experiencia con el equipo y al no conocer dichos

pasos realizan otro tipo de procedimiento, esto causa demoras en el mantenimiento y elevación en los costos por parada del equipo. Falta de fichas de registro de fallas ocurridas en el mantenimiento. La suma de ellos genera que el número de horas de reparación aumente, que haya un mayor número de paradas imprevistas al no dar un mantenimiento adecuado al equipo y por consiguiente un alza constante de los costos en el mantenimiento. A través de este análisis se podrá tomar una decisión, permite una evaluación más exacta de los componentes. También se tendrán en cuenta las consecuencias por la falta de repuestos.

VI. CONCLUSIÓN

Una vez realizado las evaluaciones adecuadas y utilizando la metodología ya conocida y mencionada con anticipación se puede decir que:

La implementación de este plan de mantenimiento se podrá realizar con el compromiso y los cumplimientos de las tareas por el personal del área de mantenimiento de la empresa de Geotec S.A. donde gracias a la elaboración del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad se podrá minimizar las fallas en la máquina de perforación de aire reverso, reduciendo los tiempos de mantenimiento en el equipo.

Al haber evaluado los componentes más críticos del equipo perforador de aire reverso T685WS nos ayudó a incrementar las horas de trabajo. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad permitió analizar el equipo de perforación y sus componentes más críticos con la detección de los modos de falla, lo cual ayudo a prevenir un efecto negativo en cada uno de los sistemas críticos.

De esta manera se encontraron los sistemas y componentes de mayor criticidad en la perforadora de aire reverso. Estas fallas son en mayor parte en el sistema hidráulico, en las mangueras del sistema hidráulico, motor y otros mantenimientos. Donde se encontraron muchos modos de falla y se dispusieron inspecciones para cada una de ellas. Se definieron los planes del mantenimiento para tener una mayor disponibilidad del equipo de aire reverso de la compañía Geotec S.A.

Se pudo evidenciar que la eficiencia tuvo un incremento significativo del 87,12% a un 94.10% luego de la aplicación del mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad, en la cual se ve que la compañía tiene mayor disponibilidad de su equipo y mejor personal de mantenimiento para así poder confrontar los mantenimientos correctivos y preventivos del equipo.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda cumplir con la programación del diseño del plan de mantenimiento preventivo planificado y elaborado con la metodología RCM, esto contribuirá a reducir las paradas innecesarias del equipo de perforación de aire reverso T685WS y así poder aumentar la disponibilidad, esto ayudara a aumentar la vida de los componentes e incrementar la disponibilidad del equipo y prevenir otras fallas y aminorar los costos por reparación que se pudieron prevenir con el mantenimiento preventivo.

A la vez aconseja continuar con la capacitación tanto sobre el equipo de perforación y la implementación del RCM. La cual seria las charlas hacia el personal del área de mantenimiento de 40 minutos antes del inicio de los trabajos, esta charla se puede brindar dejando un día o semanal, esto ayudaría a mejorar la calidad de los trabajos, la productividad y ayudar a solucionar los problemas del día a día y minimizar los incidentes laborales por falta de conocimiento.

Utilizar de manera correcta y tener un mayor control y cuidado de los formatos facilitados durante la elaboración del RCM, para poder llevar los mantenimientos correctivos y preventivos de la perforadora de aire reverso T685WS de manera adecuada, aplicar el uso de ordenes de trabajo es esencial para poder llevar un mayor control de las labores y también generar matrices para conocer la tasa de averías y fallas del equipo.

También se recomienda tener personal comprometido y calificado, promover el liderazgo compartido es decir que todos sean lideres y tomen decisiones para bien, para esto se debe tener el compromiso de brindar al personal capacitaciones constantes del equipo y de otros equipos que tiene la compañía.

REFERENCIAS

- Aenor, E. 1. (2018). Norma UNE-EN 13306. *Terminología de Mantenimiento*, Madrid, España: AENOR. Madrid, España. <https://studylib.es/doc/9047028/une-13306-2018>
- Begazo, V. (2019). *Investigación para la mejora del mantenimiento preventivo utilizando la herramienta RCM para optimizar el servicio de mantenimiento a viviendas*. Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú. <http://repositorio.ucsp.edu.pe>
- Blecua, S. (2017). *Diseño de un plan de mantenimiento basado en RCM, en equipos de taller mecánico, con el criterio de máxima disponibilidad*. Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar, Celta de Vigo, España. <http://calderon.cud.uvigo.es/handle/123456789/204>
- Braglia, M., Castellano, D., & Gallo, M. (07 de 02 de 2019). *A novel operational approach to equipment maintenance: TPM and RCM jointly at work*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 25(4), págs. 612-634. <https://doi.org/10.1108/JQME-05-2016-0018>
- Caballero, L. (2018). *Gestión de mantenimiento preventivo para las perforadoras Boart Longyear LY-34, LY-38 Y Core Drill RC 15T*. [Tesis de Ingeniería .Universidad Tecnológica de Tula - Tepeji], Mexico. Retrieved 10 de 01 de 2022, from <https://www.uttt.edu.mx/CatalogoUniversitario/imagenes/galeria/102A.pdf>
- Castillo, A. (2017). *Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad de las unidades de bombeo horizontal multietapas del sistema Power Oil de la estación Atacapi del B57-LI de Petroamazonas*. Tesis de Magister. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6300>

- Cerrón, J. (2016). *Influencia del RCM en la disponibilidad de los elevadores de cangilones de la refinería Votorantim Metais-Cajamarquilla S.A. Universidad Nacional del Centro del Perú*, Huancayo, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/3639>
- Da Costa Burga, M. (2011). *Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/567>
- Flores, D., & Molina, D. (2021). *Elaboración de un plan de mantenimiento basado en RCM para la flota vehicular de la empresa pública EMMAIPC-EP*. Tesis de titulación. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20559>
- G., G., & P., M. (02 de 05 de 2018). *Identification of Critical Components Using ANP for Implementation of Reliability Centered Maintenance*. 69, págs. 905-909. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.122>
- Gandur, F. (2017). *Adaptación de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) en un sistema crítico de aire acondicionado de la Clínica Universitaria Bolivariana (CUB)*. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/3577>
- Gardella, M. (2010). *Mejora de metodología RCM a partir del AMFEC e implantación de mantenimiento preventivo y predictivo en plantas de procesos*. [Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia], España. Retrieved 05 de 07 de 2022, from <https://riunet.upv.es/handle/10251/9686>
- Geldres, R. (2018). *Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) en la industria peruana*. Una revisión sistemática de literatura científica de los últimos 10 años. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. <https://hdl.handle.net/11537/14908>
- Godinez, J. (2015). *Diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo basado en Rcm para los Equipos de Bombeo de Off Site*. [Tesis de Licenciatura. Tecnológico de

Costa Rica], Costa Rica. Retrieved 20 de 06 de 2022, from <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6120?show=full>

Guarniz, L. (2018). *Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los activos físicos de los camiones cisterna del Consorcio JRamírez E.I.R.L.* Tesis de Titulación. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36983>

Huaire, E. (2017). *Manual de metodología de la investigación*. Lima, Perú: Fondo Rditorial USIL. Retrieved 17 de 05 de 2022.

Janeta, A., & Cajas, C. (2009). *Planificación de mantenimiento basado en el método de confiabilidad RCM para motores estacionarios de la planta Termopichincha S.A., Central Guangopolo*. Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1750>

Lee, P., P, L., & W., C. (1 de 06 de 2016). *Analysis of an air-cooled chiller replacement project using a probabilistic approach for energy performance contracts*. 171, págs. 415-425. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.03.035>

Marchena, F. (2018). *Implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (rcm) para aumentar la productividad del área de producción de tableros de la empresa Sertes S.A.C, Lima, 2018*. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/22981>

Mashra, G. (2016). *Propuesta de estrategia de mantenimiento para sistemas de aire acondicionado de alta criticidad, mediante la aplicación de la metodología RCM en el marco de una política de confiabilidad operacional*. tesis de titulación. Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaiso, Chile. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/22114>

Maya, J. (2018). *Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM*. [Tesis de Magister. Universidad Nacional de

Colombia], Colombia. Retrieved 15 de 06 de 2022, from <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/64727>

Mayorca, R. (2019). *Propuesta de mejora de la disponibilidad de maquinaria pesada en una PYME utilizando el RCM*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. <https://doi.org/10.19083/tesis/625619>

Mayorca, R. (s.f.). *Propuesta de mejora de la disponibilidad de maquinaria pesada en una Pyme utilizando el RCM*. Tesis de titulación. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625619/MAYORCA_A.A.R..pdf?sequence=1&isAllowed=y

Merma, J. (2018). *Implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM2) en las palas hidráulicas PC4000-6 Komatsu para el incremento de la disponibilidad*. Tesis de titulación. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8262>

Meza, L. (2020). Plan de mantenimiento preventivo apoyado en el RCM para mejorar el rendimiento de disponibilidad mecánica maquinaria pesada excavadora cat 336 – Compañía Minera Raura S.A. 2019. Tesis de Bachiller. Universidad Continental, Huancayo, Perú. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8061>

Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Biddles Ltd, Guildford and King Lynn.

Muñoz, R. (2021). *Propuesta de una Plan de Mantenimiento Preventivo para acrecentar la disponibilidad del Volquete Sinotruk Homo A7 de la Constructora Meneses S.R.L. - 2021*. Tesis de titulación. Universidad Cesar Vallejo, Piura, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87217>

- Nicho, J. (2017). *Diseño de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para motores cummins QSK78 en la Minera Antamina*. Tesis de titulación. Universidad Nacional del Callao, Callao. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/4261>
- Osorio, R. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la perforadora diamantina superdrill H900 de la empresa Manqpower S.A.C.* [Tesis de titulación. Universidad Nacional del centro del Perú], Peru. Retrieved 15 de 07 de 2022, from <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1657>
- Pacheco, L. (2018). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la Empresa Hydro Pátapo S.A.C.* Tesis de título profesional. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1353>
- Peyman, A., Farshid, K., & Masoud, R. (15 de 03 de 2019). *A new model for reliability-centered maintenance prioritisation of distribution feeders*. 171, págs. 701-709. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.040>
- Prado, N. (2018). *Aplicación del RCM para mejorar la gestión de mantenimiento de la empresa INDUSTRIAL DEL PAPEL s.a. Chacacayo, 2018*. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/33110>
- Raffo, J. (2016). *PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PARA SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DE ALTA CRITICIDAD MEDIANTE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA RCM EN EL MARCO DE UNA POLÍTICA DE CONFIABILIDAD OPERACIONAL*. Univesidad Tecnica Federico Santa Maria, Santiago, Chile. <http://hdl.handle.net/11673/22114>
- Reaño, L. (2019). *Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad en una empresa reprocesadora de subproductos de arroz para minimizar el número de averías*. Tesis

de Titulación. Universidad tecnológica del Perú, Chiclayo, Perú.
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2058>

Santos, J., & Agüero, M. (2007). *Análisis de criticidad integral de activos, Reliability and Risk Management R2M*. Universidad Simón Bolívar, Maracaibo, Venezuela.
<http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/incien/v4n1-2/art02.pdf>

Tasilla, S. (2016). *Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa TECNOLDHER, Cajamarca, 2016*. Tesis de titulación profesional. Universidad César Vallejo, Cajamarca, Perú.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/10088>

TECSUP. (2016). *Gestión del mantenimiento basado en confiabilidad*. Lima, Perú.

Tencio, A. (2016). *Diseño del sistema de gestión de mantenimiento para equipo de refrigeración y aire acondicionado en Poulton Ingeniería*. Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
<https://catalogosiidca.csuca.org/Record/TEC.000269228#details>

Valentín, V. (2014). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de las excavadoras CAT 336DL en el proyecto Toromocho*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
<http://hdl.handle.net/20.500.12894/3216>

Vásquez, D. (2008). *Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM en motores Detroit 16V-149TI en Codelco división Andina*. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfciv335a/doc/bmfciv335a.pdf>

Vilca, P. (2018). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM para la mejora de disponibilidad de los equipos del sistema de carga y transporte en una empresa minera, Lima 2018*. Universidad Privada del Norte, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/11537/15227>

Yengle, E. (2016). *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en RCM para incrementar la rentabilidad en la operación Cerro Corona de la empresa San Martin Contratistas Generales S.A.* [Tesis de titulacion. Universidad Privada del Norte], Perú. Retrieved 13 de 07 de 2022, from <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10224/Yengle%20Medina%20Edwin%20Fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zavala, C. (2018). [*Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para el chancador primario fuller, operación mantoverde*]. Tesis de Ingeniero. Universidad tecnica Federico Santa Maria , Chile. Retrieved 30 de 06 de 2022, from <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/40797>

ANEXOS 1

Tabla 15

Matriz de Operacionalización

Matriz de operacionalización de variables					
Variabes de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Diseño del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad	El mantenimiento centrado en la confiabilidad, como base cuanta con un equipo multidisciplinario que busca la mejora de las operaciones de un equipo o sistema que ya han sido establecidas. a través de la efectividad de las actividades, acorde a los riesgos identificados. (Afif. y Awad. 2016, p. 436)	Esta metodología, con la ayuda de algunas herramientas, se basa en la detección y eliminación de residuos en los procesos que generan valor en las empresas, analizando su confiabilidad. Esta variable será quien ejerza e influya en mejoras sobre la disponibilidad del equipo o equipos (finalidad de la investigación), esto permitirá modificar la variable dependiente.	Tareas de mantenimiento	(%) porcentaje de cumplimiento de tareas de mantenimiento	Razón
			Mantenimiento centrado en la confiabilidad	N.º de inspecciones integrales y detalladas	Razón
			Confiabilidad operacional	N.º de eventos detectados por mes	Razón

Disponibilidad de la perforadora de aire reverso T685WS	La disponibilidad puede ser comprendida como la medida de tiempo en la que un equipo realiza sus operaciones, es decir su funcionamiento normal de un equipo en el proceso de sus labores operacionales bajo condiciones controladas y normales (Mishra y Gupta 2016, p.133)	La disponibilidad en los equipos es uno de los principales objetivos luego de un programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad, puesto que los procesos productivos requieren en gran medida su presencia, y los equipos de perforación no son la excepción a ello. En el presente trabajo para que la confiabilidad mejore se ha empleado la metodología RCM la cual influye sobre la disponibilidad, el tiempo promedio entre fallas y el tiempo promedio entre reparaciones	Disponibilidad	$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	Razón
			Tiempo promedio entre fallas (MTBF)	$\frac{N.º \text{ horas de operación}}{N.º \text{ paradas correctivas}}$	Razón
			Tiempo promedio entre reparaciones (MTTR)	$\frac{\text{Tiempo total de reparación}}{N.º \text{ de reparaciones}}$	Razón

FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Fecha: 01/10/2022

Apellidos y nombres: Jimenez Salinas Johanson
 Profesión: Ingeniero de Minas
 Grado académico: Titulado
 Actividad laboral: Supervisor

INDICACIONES.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 ninguno	2 poco	3 regular	4 alto	5 muy alto
			X	

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados		X	
Experiencia como profesional		X	
Trabajos estudiados de autores nacionales		X	
Trabajos estudiados de autores extranjeros		X	
Conocimientos personales sobre el tema de investigación	X		


IMPRESA Y ENTREGA EN...
IMPRESA Y ENTREGA EN...
IMPRESA Y ENTREGA EN...
IMPRESA Y ENTREGA EN...
 Firma

2. Los instrumentos de ficha de recolección de datos y la guía de observación cumple con los siguientes indicadores

Indicadores	Criterios	Deficiente 0 – 25%	Regular 26 – 50%	Bueno 51 – 75%	Muy bueno 76 – 100%
Claridad	Promedio de validación			X	
Objetividad	Esta expresado en conducta observable			X	
Actualidad	Es adecuado al avance de la ciencia			X	
Organización	Existe una organización lógica				X
Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y claridad			X	
Consistencia	Está basado en aspectos teóricos, científicos acordes a la tecnología de investigación				X
Coherencia	Está basado en aspectos teóricos, científicos acordes a la tecnología de investigación			X	
Metodología	Responde al propósito del trabajo, bajo los objetivos a lograr			X	
Pertinencia	El instrumento es adecuado al tipo de investigación			X	
Promedio de validación					
Observaciones					

Estimado (a):

El instrumento de recolección de datos a validar es de la tesis denominada: "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA LA PERFORADORA DE AIRE REVERSO T685WS DE LA EMPRESA GEOTEC S.A."

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responder a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: () No es pertinente: ()

Por favor, indique las razones:

Evalua adecuadamente los equipos

2. ¿Considera que la entrevista formulada las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes: ()

Por favor, indique las razones:

Si, ya que por motivos de tiempo de operación las preguntas formuladas son adecuadas para el personal

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: () Inadecuadas: ()

Por favor, indique las razones:

Si son claras y concisas

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco relevante	Irrelevante	
	X			X			

5. Qué sugerencias haría Ud. ¿Para mejorar el instrumento de recolección de datos?


Que sea dirigido a más equipos de planta para así poder estandarizar la recolección de datos

Le agradecemos por su colaboración.


DR. ERNESTO CHENECAR, M.D.
Johannes Simón Saldaña
INS. DE SEGURIDAD
C.R. 255177

Firma del experto

Anexo 1A: Datos del equipo en funcionamiento antes del diseño de mantenimiento

				
DATOS GENERALES		DATOS DEL CLIENTE		
NOMBRE DE LA EMPRESA		NOMBRE DE LA EMPRESA		
Geotec S.A.		BAMBAS		
RESPONSABLES DEL TRABAJO		INFORME GENERAL		
Jose Jahuira		Estos datos fueron recabados durante 11 meses desde la puesta en marcha de la perforadora de aire reverso T685WS SCHRAMM		
Ivan Carbajal				
Jimmy Grajeda				
Jose Rodriguez				
Fecha de entrega de informe 10/01/2022				
Area	Mantenimiento			
DESCRIPCION DEL EQUIPO				
MARCA		DESCRIPCION	SERIE	CONDICIONES TECNICAS
PERFORADORA SCHRAMM		ROTADRILL	T685WS	Funcionando
DESCRIPCION DE TIEMPO DE REPARACION				
Mes	Equipo parado por motivos operacionales (Hr)	Equipo en reparación (Hr)	reparación después del mantenimiento (Hr)	Falta de repuestos y Herramientas (Hr)
Febrero	9	11	6	6
Marzo	7	14	5	4
Abril	7	14	7	6
Mayo	10	12	4	5
Junio	9	14	7	6
Julio	8	17	5	6
Agosto	8	13	4	5
Setiembre	9	11	7	8
Octubre	6	13	4	6
Noviembre	4	13	5	9
Diciembre	6	12	6	8
OBSERVACION				
Los trabajos efectuados en la reparación del equipo se tuvo percances, una vez hecho la reparación de la falla se presentaron inconvenientes después de haber hecho el mantenimiento y otro factor importante en el tiempo de demora de los trabajos fue la falta de repuestos y en otro caso no había herramientas adecuadas para dicho				
Firma del Residente del área de mantenimiento			Firma de conformidad	
Jose Jahuira				

Anexo 2B: Datos del equipo en funcionamiento después del diseño

				
DATOS GENERALES		DATOS DEL CLIENTE		
NOMBRE DE LA EMPRESA		NOMBRE DE LA EMPRESA		
Geotec S.A.		BAMBAS		
RESPONSABLES DEL TRABAJO		INFORME GENERAL		
Jose Jahuira		Estos datos fueron recabados durante 11 meses desde la puesta en marcha del diseño de mantenimiento creado para la perforadora de aire reverso T68WS SCHRAMM de la empresa Geotec S.A.		
Ivan Carbajal				
Jimmy Grajeda				
Jose Rodriguez				
Fecha de entrega de informe	08/01/2023			
Área	Mantenimiento			
DESCRIPCION DEL EQUIPO				
MARCA	DESCRIPCION	SERIE	CONDICIONES TECNICAS	
PERFORADORA SCHRAMM	ROTADRILL	T685WS	Funcionando	
DESCRIPCION DE TIEMPO DE REPARACION				
Mes	Equipo parado por motivos operacionales (Hr)	Equipo en reparación (Hr)	reparación después del mantenimiento (Hr)	Falta de repuestos y Herramientas (Hr)
Febrero	4	5	2	3
Marzo	5	6	2	2
Abril	4	5	3	4
Mayo	4	6	3	2
Junio	4	5	4	3
Julio	4	6	5	3
Agosto	3	5	4	2
Setiembre	5	4	3	2
Octubre	4	6	3	3
Noviembre	3	5	2	2
Diciembre	3	5	1	2
OBSERVACION				
En la reparación del equipo se tuvo percances, pero fueron leves y aunque se presentaron inconvenientes después de haber realizado los trabajos de reparación (trabajos no reportados) se los pudo resolver en un tiempo corto.				
Firma del Residente del área de mantenimiento		Firma de conformidad		
Jose Jahuira				

Anexo 3: Costos del plan de mantenimiento preventivo

Tabla 16

Costos de la mano de obra

Ítems	Cargo	Cantidad	Costo mensual (s/.)	Costo anual (s/.)
1	Residente	1	S/. 6,000.00	S/. 84,000.00
2	Asiste	1	S/. 4,000.00	S/. 48,000.00
3	Planner	1	S/. 3,500.00	S/. 42,000.00
4	Electricista	2	S/. 6,400.00	S/. 76,800.00
5	Mecánico	2	S/. 7,600.00	S/. 91,200.00
Total		7	S/. 27,500.00	S/. 342,000.00

Fuente: Geotec S.A.

Tabla 17

Listado de insumos utilizados

Ítems	Descripción del producto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio total (S/.)
1	Aceite de motor Móvil Delvac SAE 15W-40	GLN	14	S/. 69	S/. 966.00
2	Aceite de transmisión SAE 80W-90	GLN	5	S/. 78	S/. 390.00
3	Filtro de aceite	UND	2	S/. 85	S/. 170.00
4	Filtro de agua	UND	1	S/. 45	S/. 45.00
5	Filtro de combustible	UND	2	S/. 125	S/. 250.00
6	Hidrolina	GLN	1	S/. 98	S/. 98.00
7	Refrigerante	GLN	3	S/. 135	S/. 405.00
8	Grasa Vistony	KG	15	S/. 17	S/. 255.00
9	Filtro de aire primario y secundario	UND	1	S/. 330	S/. 330.00
10	Filtro de cabezal de rotación	UND	1	S/. 55	S/. 55.00
11	Aceite hidráulico	GLN	10	S/. 67	S/. 670.00
12	Filtro de aceite hidráulico	UND	2	S/. 135	S/. 270.00
Total					S/. 3,904.00

La tabla número 12, nos muestra un gasto de S/. 3,904.00 mensuales y de S/. 46,848.00 soles anuales en insumos


Tabla 18
Costos de herramientas para realizar tareas de mantenimiento

Ítems	Descripción del producto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio total (S/.)
1	Compresor de 3HP 50 galones	UND	1	S/. 2,300.00	S/. 2,300.00
2	Torquímetro Stanley ¾" 571-2000 pies-libras	UND	1	S/. 2,119.00	S/. 2,119.00
3	Juego de llaves mixtas 1/2"	UND	1	S/. 540.00	S/. 540.00
4	Juego de dados hexagonales en mm	UND	1	S/. 120.00	S/. 120.00
5	Juego de dados hexagonales en pulgadas	UND	1	S/. 120.00	S/. 120.00
6	Juego de destornilladores	UND	1	S/. 120.00	S/. 120.00
7	Juego de hexagonales en mm	UND	1	S/. 70.00	S/. 70.00
8	Juego de hexagonales en pulgadas	UND	1	S/. 70.00	S/. 70.00
9	Juego de limas Stanley	UND	1	S/. 82.00	S/. 82.00
10	Multímetro Fluke 117	UND	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
11	Juego de alicates dieléctricos	UND	1	S/. 219.00	S/. 219.00
12	Juego de alicates mecánicos	UND	1	S/. 210.00	S/. 210.00
13	Juego de dados Stanley en milímetros	UND	1	S/. 640.00	S/. 640.00
14	Juego de dados Stanley en pulgadas	UND	1	S/. 640.00	S/. 640.00
15	Alicate de presión	UND	1	S/. 40.00	S/. 40.00
16	Moto soldadora Miller 600	UND	1	S/. 45,600.00	S/. 45,600.00
Total					S/. 54,390.00

Fuente: Geotec S.A.

Tabla 19

Costos de capacitación para el área de mantenimiento

Geotec S.A.								
	Costo de capacitación para el área de mantenimiento							
	Capacitación sobre el equipo T685WS de aire reverso	Costo de capacitación (S/.)	Horas de capacitación	Numero de colaboradores	Costo por hora de capacitación	Costo de hora hombre (S/.)	Costo de mano de obra (S/.)	Costo total (S/.)
Características de las maquinas			5		S/. 1,326.50	S/. 9.16	S/. 274.8	S/. 1,601.3
Sistema neumático			7		S/. 1,857.10	S/. 9.16	S/. 384.12	S/. 2,241.2
Sistema hidráulico			8		S/. 2,122.40	S/. 9.16	S/. 439.68	S/. 2,561.6
Sistema eléctrico			7		S/. 1,857.10	S/. 9.16	S/. 384.12	S/. 2,241.2
Control de enfriamiento	S/. 13,000.00		7	6	S/. 1,857.10	S/. 9.16	S/. 384.12	S/. 2,241.2
Control de cabezal y sus características			7		S/. 1,857.10	S/. 9.16	S/. 384.12	S/. 2,241.2
Control de potencia de motor vs consumo de combustible			8		S/. 2,122.40	S/. 9.16	S/. 439.68	S/. 2,561.6
Total			49					S/. 15,689.3

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla número 19 se mostró los ingresos obtenidos en el año 2020 aun sin elaborar el diseño del plan de mantenimiento y en la tabla numero 19 ubican los ingresos estimados del año 2022.

Tabla 20
Ingresos del año 2021

Pre - Test								
Meses	Días	Horas de operación	Metros perforados	Costo por metros perforados	Metro/hora	Tiempo de reparación	Costo de reparación	Costo total (S/.)
Febrero	24	372	2688	241,920.00	7.22	32	2,854.00	S/. 239,066.00
Marzo	27	418.5	2916	262,440.00	6.96	28	2,678.00	S/. 259,762.00
Abril	24	434	2544	228,960.00	5.86	29	2,389.00	S/. 226,571.00
Mayo	27	405	2862	257,580.00	7.06	23	2,127.00	S/. 255,453.00
Junio	24	360	2568	231,120.00	7.13	46	2,757.00	S/. 228,363.00
Julio	24	375	2832	254,880.00	7.55	31	2,657.00	S/. 252,223.00
Agosto	25	350	2775	249,750.00	7.92	27	2,465.00	S/. 247,285.00
Setiembre	23	345	2507	225,630.00	7.26	38	2,444.00	S/. 223,186.00
Octubre	26	390	2678	241,020.00	6.86	29	2,564.00	S/. 238,456.00
Noviembre	25	350	2650	238,500.00	7.57	31	2,774.00	S/. 235,726.00
Diciembre	22	330	2376	213,840.00	7.20	28	2,233.00	S/. 211,607.00
Total								S/.2,617,698.00

Fuente: Geotec S.A.

Tabla 21

Ingresos estimados del año 2022

Post - Test								
Meses	Días	Horas de operación	Metros perforados	Costo por metros perforados	Metro/hora	Tiempo de reparación	Costo de reparación	Costo total (\$.)
Febrero	24	432	3696	\$ 332,640.00	8.55	22	\$1,657.00	\$ 330,983.00
Marzo	26	468	3848	\$ 346320.00	8.22	21	\$1,765.00	\$ 344,555.00
Abril	26	455	4160	\$ 374,400.00	9.14	19	\$1,678.00	\$ 372,722.00
Mayo	28	476	4452	\$ 400,680.00	9.35	20	\$1,775.00	\$ 398,905.00
Junio	25	450	4100	\$ 369,000.00	9.11	18	\$1,569.00	\$ 367,431.00
Julio	26	455	4342	\$ 390,078.00	9.54	18	\$1,546.00	\$ 388,532.00
Agosto	27	486	4536	\$ 408,240.00	9.33	25	\$1,967.00	\$ 406,273.00
Setiembre	26	494	4628	\$ 416,520.00	9.36	22	\$1,876.00	\$ 414,644.00
Octubre	28	490	4984	\$ 448,560.00	10.17	18	\$1,684.00	\$ 446,876.00
Noviembre	26	468	4576	\$ 411,840.00	9.77	19	\$1,655.00	\$ 410,185.00
Diciembre	22	396	4004	\$ 360,360.00	10.11	15	\$1,479.00	\$ 358,881.00
Total								\$4,239,987.00

Fuente: Geotec S.A.

Tabla 22

Costos de perforación

Costos de perforación		
Ítem	Costo mensual	Costo anual
Aditivos	\$ 3,345.00	\$ 36,795.00
Combustible	\$ 3,788.00	\$ 41,668.00
Materiales y accesorios	\$ 1,546.00	\$ 17,006.00
Desgaste de equipo	\$ 1,237.00	\$ 13,607.00
total		\$ 109,076.00

Fuente: Geotec S.A.

Anexo 4: tiempos para realizar mantenimiento preventivo a la perforación de aire reverso T685WS.

Tabla 23

Pauta de mantención cada 10 horas o diariamente

Descripción	Actividad
Motor Diesel	Comprobar el nivel de aceite
Radiador	Comprobar el nivel de refrigerante
Estanque Compresor	Comprobar el nivel de aceite
Filtro de combustible	Engrase
Caja de transferencia	Drene el agua del deposito
Estanque hidráulico	Comprobar el nivel de aceite
Estanque lubricador martillo	Comprobar el nivel de aceite
Cabezal de rotación	Comprobar el nivel de aceite
Rodamientos de guía de cabezal	Engrase
Ruedas dentadas inferiores	Engrase
Bomba de inyección de agua	Comprobar el nivel de aceite

Tabla 24

Pauta de mantenimiento de 50 horas

Descripción	Actividad
Mantención diaria	Todos los ítems mantención 10 horas
Mástil	Engrasar todas las ruedas dentadas
Polea de huinche	Engrasar
Mástil	Engrasar eje pivote del mástil
Cilindros	Engrasar pasadores
Cabezal rotación	Engrasar mangueras articuladas
Admisión del compresor	Revisar condición de los elementos
Admisión del motor	Revisar condición de los elementos
Filtros de aire del compresor	Revisar indicador de saturación
Filtros de aire del motor	Revisar indicador de saturación
Correas del motor	Revisar tensión y condición
Inspección general	Revisar mangueras, protecciones, etc.

Tabla 25

Pauta de mantenimiento de 100 horas

Descripción	Actividad
Mantenimiento programada	Todos los ítems de mantención de 10 horas y 50 horas
Cabezal de rotación	Revisar nivel de aceite
Llave tubos	Inspeccionar por desgaste
Llave de retención	Inspeccionar por desgaste
Anillo centralizador	Inspeccionar por desgaste
Cadenas de avance	Revisar tensión y condición

Tabla 26

Pauta de mantención de 250 horas

Descripción	Actividad
Mantenimiento programada	Todos los ítems de mantención de 10 horas, 50 horas y 100 horas
Motor Diesel	Cambiar de filtros y lubricantes
Motor Diesel	Cambiar filtro de combustible
Motor Diesel	Cambiar filtro de aire primario
Compresor	Cambiar filtro de aire
Cadenas de avance	Lubricar manualmente
Enfriadores y radiador	Revisar condición
Huinche	Revisar apriete de pernos de montaje
Baterías	Revisar nivel de electrolito

Tabla 27

Pauta de mantención de 500 horas

Descripción	Actividad
Mantención programada	Todos los ítems desde PM 10 horas hasta 250 horas
Estanque hidráulico	Cambiar filtros de retorno
Motor Diesel	Cambiar filtros de aire secundario y primario
Compresor	Cambiar filtros de aire secundario y primario
Estanque hidráulico	Cambiar aceite hidráulico
Compresor	Cambiar filtros de aceite de retorno
Caja de transmisión	Cambiar aceite
Bomba de inyección de agua	Cambiar aceite
Huinche	Cambiar grasa
Cabezal de rotación	Limpiar el respiradero
Estanque hidráulico	Reemplazar respiradero

Tabla 28

Pauta de mantención de 1000 horas

Descripción	Actividad
Mantención programada	ítems desde PM 10 horas hasta 500 horas
Estanque lubricación de martillo	Drenar el aceite y limpie su interior
Estanque hidráulico	Cambiar aceite
Estanque hidráulico	Cambiar filtros
Compresor	Cambiar aceite
Compresor	Cambiar separador
Compresor	Cambiar filtro presurización de estanque
Compresor	Cambiar filtros
Cabezal de rotación	Cambiar aceite
Caja de transferencia	Cambiar aceite
Motor Diesel	Cambio de refrigerante y aceite

Tabla 29

Pauta de mantención de 2000 horas

Descripción	Actividad
Mantención programada	Todos los ítems de las PM 10 horas hasta 1000 horas
Cabezal de rotación	Inspeccionar engranajes cambiar respiradero
Cabezal de rotación	Cambiar respiradero
Cadena de avance	Inspeccionar cadenas y ruedas dentadas
Cilindros hidráulicos	Inspeccionar bujes y pasadores
Inspección general	Revisar pernos y ajustar de ser Necesario
Estanque hidráulico	Cambio de aceite hidráulico del tanque
Sistema eléctrico	Inspección de focos, sensores de guarda, sensores de rotación y panel de control.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Elaboración del plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para la perforadora de aire reverso T685WS

Diseño del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, con la implementación del modelo de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la perforadora de aire reverso se fundamenta una estrategia previa, por los diferentes recursos que consume en el tiempo de su implementación, recursos como: tiempo requerido, necesidad de definir alternativas, los recursos humanos que precisan este trabajo y entender que es un proceso lento y caro.

Se debe detallar que el contexto operacional debe ser claro y entendible para todos los participantes en la ejecución y realización para así poder lograr los objetivos que la compañía persigue con la implementación del RCM.

Formación y registro del equipo de trabajo para el RCM

Tabla 30

Formación y Registro del Equipo de Trabajo para el RCM

N.º	Parámetros	Cargo
1	Dennis Aris quipa	Ingeniero Residente
2	Jorge Chavez	Jefe de operaciones
3	Carlos Albújar	Jefe de mantenimiento
4	José Jahuira	Supervisor de mantenimiento
5	Ivan Carbajal	Asistente de mantenimiento
6	Jimmy Grajeda	Técnico mecánico
7	José Rodríguez	Técnico Electricista

Fuente: Elaboración propia

Análisis de criticidad

Se realizó el análisis de criticidad para el equipo de perforación de aire reverso, se tomaron como criterios para la evaluación de criticidad cinco factores de criticidad, los cuales se muestran en la siguiente imagen.

Figura 8

Criticidad de los Factores Basado en el Concepto del Riesgo.

<p>Frecuencia de fallas:</p> <p>Pobre mayor a 2 fallas/año 4</p> <p>Promedio 1-2 fallas/año 3</p> <p>Buena 0.5-1 fallas/año 2</p> <p>Excelente menor de 0.5 fallas/año 1</p>	<p>Costo de mantenimiento:</p> <p>Mayor o igual a 20 000\$ 2</p> <p>Inferior a 20 000\$ 1</p>
<p>Impacto Operacional:</p> <p>Perdida de todo el despacho 10</p> <p>Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas 7</p> <p>Impacta en niveles de inventario o calidad 4</p> <p>No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción 1</p>	<p>Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (SAH):</p> <p>Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización. 8</p> <p>Afecta el ambiente/instalaciones 7</p> <p>Afecta las instalaciones causando daños severos 5</p> <p>Provoca daños menores (ambiente seguridad). 3</p> <p>No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente 1</p>
<p>Flexibilidad Operacional:</p> <p>No existe opción de producción y no hay función de repuesto. 4</p> <p>Hay opción de repuesto compartido/almacén. 2</p> <p>Función de repuesto disponible. 1</p>	

Donde:

Criticidad = Consecuencia * Factor de recurrencia de eventos de fallas

Consecuencia = Factor de impacto operacional * Factor de flexibilidad

Operacional + Factor de costos Mantenimiento correctivo

+ Factor de seguridad y ambiente

Matriz de criticidad para la evaluación del nivel de criticidad del equipo

		PROBABILIDAD				
		E RARO	D IMPROBABLE	C POSIBLE	B PROBABLE	A CASI CERTERO
C O N S E C U E N C I A	NIVEL					
	CATASTROFICO	15	19	22	24	25
	MAYOR	10	14	18	21	23
	MODERADO	6	9	13	17	20
	MENOR	3	5	8	12	16
	INSIGNIFICANTE	1	2	4	7	11

Fuente: Elaboración propia

La siguiente matriz de criticidad, expresa una variedad de colores que interpretan un grado de criticidad, nivel del riesgo:

Nivel de riesgo
Alto del 17 - 25
No se realiza el trabajo en ninguna circunstancia
Medio 17 - 16
Se realiza el trabajo con supervisión permanente
Bajo 1 - 6
Se procede con el trabajo

resultado de la evaluación del equipo

	Atlas Copco	CT-20
	Atlas Copco	CS-3001
	Atlas Copco	CS-4002
Perforadoras	Atlas Copco	Diamec / Smart 6
	Boart Longyear	LM 110
	Schramm	T685WS
	Atlas Copco	CS-14

En el análisis de criticidad, dio un resultado del equipo de perforación Schramm como el equipo más crítico.

Evaluación de criticidad del equipo.

Factores de equipamiento	Factores de recurrencia de fallas	Factor de impacto operacional	Factor de flexibilidad operacional	Factor de costos de mantenimiento correctivo	Factor de seguridad y ambiente	Consecuencia	Total
T685WS	3	10	4	4	8	52	156

Análisis de criticidad de los sistemas del equipo de perforación de aire reverso, cuando se encuentren determinados los sistemas críticos se realizará un análisis de criticidad de los sistemas. Según los resultados del análisis los sistemas más críticos son: Sistema de potencia, sistema eléctrico, sistema de rotación, sistema hidráulico y sistema de protección.

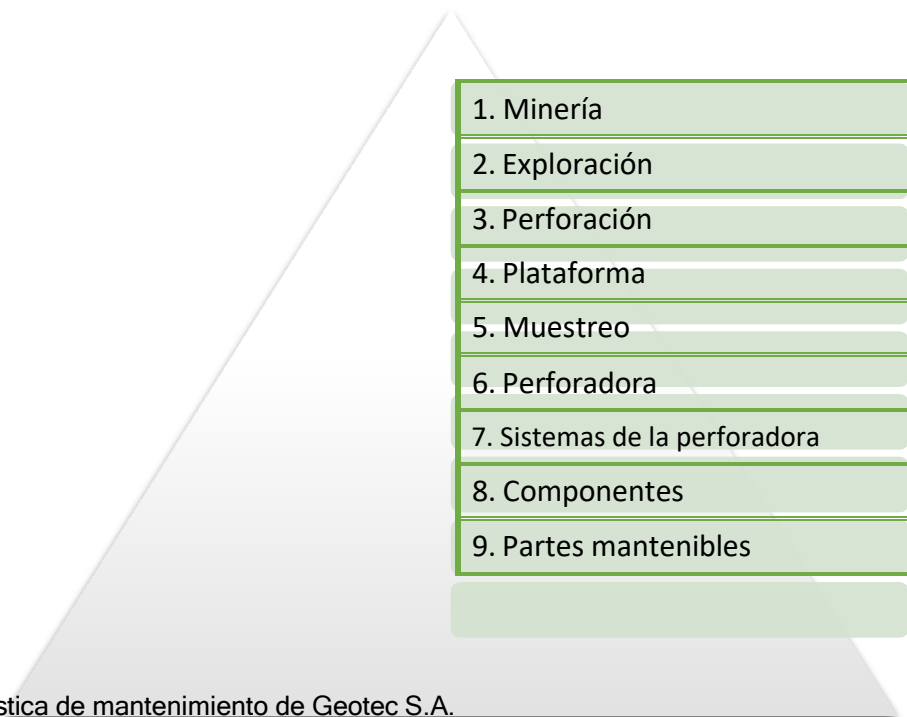
Factores de equipamiento	Factores de recurrencia de fallas	Factor de impacto operacional	Factor de flexibilidad operacional	Factor de costos de mantenimiento correctivo	Factor de seguridad y ambiente	Consecuencia	Total
Sistema hidráulico	4	10	2	2	6	28	112
Sistema de rotación	4	10	2	2	8	30	120
Sistema de potencia	4	10	4	2	6	48	192
Sistema de seguridad	2	10	2	1	8	29	58
Sistema eléctrico	3	8	1	1	8	17	51
Sistema de refrigeración	3	8	1	1	8	17	51
Estructura	2	6	4	2	8	34	68

Se hizo un análisis de criticidad de cada uno de los componentes por sistema y se pasó a determinar los sistemas críticos del equipo.

- En el caso del sistema de rotación: el componente crítico es el cabezal de rotación.
- En el caso del sistema de potencia: en este caso sería el motor de combustión que genera toda la potencia para mover todos los demás sistemas.
- En el caso del sistema hidráulico: son varios componentes tales como la bomba primaria, la bomba secundaria y auxiliar. Que son las encargadas de enviar el aceite hidráulico a presión por todas las mangueras del sistema.

Figura 9

Taxonomía del equipo de perforación de aire reverso.



Fuente. Logística de mantenimiento de Geotec S.A.

Jerarquía de taxonomía

Nivel	Jerarquía de Taxonomía					
1	Minería					
2	Exploración					
3	Perforación					
4	Plataforma de perforación					
5	Muestreo					
6	Perforadora					
7	Sistema de potencia	Sistema de rotación	Sistema hidráulico	Estructura	Sistema eléctrico	Sistema de refrigeración
8	Motor	Unidad de rotación	Bombas hidráulicas	Bastidor	Sistema de arranque	Bomba de agua
9	Radiador	Carcasa	Principal	Estructura	Baterías	Bomba
	Enfriador	Mangueras	Mangueras	Guardas	Alternador	Mangueras
	Turbo	Conectores	Tanque hidráulico	Estabilizador	Arrancador	Conectores
	Inyectores	Sensores	Conectores	Soportes	Sensores de guarda	Llave de paso
	Bomba de agua	Impulsor	Sensores	Mástil	Sensor de rotación	Bomba chamber
	Bomba de combustible	Ejes	Filtros	Polea	Cableado eléctrico	Bomba hidrostal
	Monoblock	Sellos	Controles	Winche principal	Red Lion	Radiador
	Culata	Empaques		Pistones de levante		
	Filtro de combustible	Rodamientos				
	Filtros de aire	Cabezal de rotación				
	Aceite					
	Filtro de aceite					

Funcionamiento del contexto operacional

Función primaria del equipo

Funcion primaria	Falla total	Falla parcial
Su funcion primaria del equipo T685WS es realizar taladros que van desde los 300 metros hasta los 1500 metros de profundidad, con diametros que varian dependiendo del cliente que pueden ser de 12.5" hast las 20", con una velocidad de perforacion de los 2200 rpm en exploraciones mineras de cielo abierto.	Es cuando el equipo queda inoperativo para realizar sus labores de exploracion.	Aunque el equipo tenga fallas no paraliza sus operaciones, pero sus labores son mas lentas de lo habitual.

Funciones secundarias del equipo

Tipo de función	Funcion secundaria	Falla total	Falla parcial
Medio ambiente	Evitar ruidos que superen los 80dB.	No se pueden controlas en su totalidad las emisiones de gases.	Aumento de los gases de combustión.
	Evitar derrames de hidrocarburos en el suelo	Derrames de hidrocarburos .	Presencia de fugasleves de aceite hidraulico.
Seguridad	Proteger al personal de atrapamientos. Evitar que los trabajadores tengan lesiones por quemaduras.	No se pueden aislar las partes moviles. No se puede aislar la energia termica.	Guardas de proteccion no cierran correctamente.
	Proteger que el personal tenga contacto directo con sustancias peligrosas. Evitar lesiones auditivas.	No se pueden contener los materiales peligrosos. Ruidos mayores a los 80dB.	Fuga minima de los depositos de hidrocarburos. Aumento de ruido a la hora de perforación.
Proteccion	Proteger al operador y sus ayudantes ante situaciones de riesgo por fallas o malas maniobras.	No se puede proteger al oe	
Apariencia	El equipo tiene que estar bien señalado, para entregar la información correspondiente de las areas de peligro del equipo.	Observaciones por mala señalizacion para prevenir accidentes.	
Eficiencia	Realizar perforaciones de 300 metros hasta los 1500 metros. Realizar perforaciones con una velocidad de rotación de 2200 rpm constantes. Nivelación del equipo dando el grado de inclinación que el cliente solicite.	Incapaz de realizar perforaciones. No ofrece estabilidad a la hora de taladrar los pozos.	Velocidad de rotacion lenta e inestable. Disminución en el par de rotación. Reducción en la potencia del equipo.

Función principal de la unidad de rotación

Función principal de la unidad de rotación	Falla total	Falla parcial
Proveer un torque de 7200 Nm a 2200 rpm para una operación continua de 19 horas diarias	Incapaz de proveer torque	Provee torque, pero no llega a lo esperado.

Funciones secundarias de la unidad de rotación

Tipo de función	Función secundaria	Falla total	Falla parcial
Medio ambiente	Evitar cualquier tipo de contaminación al medio ambiente.	No se puede contener los hidrocarburos derramados.	Tiene pequeñas fugas de hidrocarburos, pero no afecta las operaciones.
Seguridad	Protección del personal de operación y mantenimiento de atrapamientos por partes móviles. Evitar quemaduras del personal. Evitar contacto con sustancias peligrosas.	No se puede evitar los atrapamientos del personal. No se puede aislar la energía calorífica. Incapaz de contener los hidrocarburos.	Guardas y barandas no cierran correctamente evitando el paro total del sistema de rotación. Bandejas de contención tienen pequeñas fisuras.
Protección	Proteger al operador y sus ayudantes de lesiones por malas maniobras o fallas en el sistema de protección.	El sistema de protección no protege ni al operador ni a los ayudantes.	
Eficiencia	Se tiene que proveer un torque de 7200 Nm a 2200 rpm.	No se logra llegar al torque deseado para una buena perforación.	Leve disminución en la velocidad de rotación y el torque.

Fuente: Elaboración propia

Funciones principales del conjunto de bombas

Función principal del conjunto de bombas	Falla total	Falla parcial
Entregar 500 bar 350l/min en la bomba primaria, 350 bar 300 l/min en la bomba secundaria y 250 bar 200 l/min en la bomba auxiliar.	No se consigue la presión y el caudal adecuado en ninguna de las bombas del equipo.	Las bombas entregan presión y caudal pero no es el adecuado, está por debajo de los parámetros.

Funciones secundarias del conjunto de bombas

Tipo de función	Función secundaria	Falla total	Falla parcial
Medio ambiente	Lograr cero contaminaciones con residuos de hidrocarburos.	No se puede contener los hidrocarburos derramados.	Se observan leves fugas de los hidrocarburos.
Seguridad	Protección del personal de operación y mantenimiento de atrapamientos por partes móviles. Evitar quemaduras del personal. Evitar contacto con sustancias peligrosas.	No se logra aislar las partes móviles del equipo en su totalidad. El aislamiento de las energía térmica o calorífica no es al 100%. El ruido que genera el equipo sobrepasa los 80 dB.	Guardas y barandas no cierran correctamente evitando el paro total del sistema de rotación. Bandejas de contención tienen pequeñas fisuras.
Protección	Proteger al operador y sus ayudantes de lesiones por malas maniobras o fallas en el sistema de protección.	Los sistemas de protección dejan de funcionar tales como: parada de emergencia, sensores de guarda y de rotación.	Los sensores de rotación y guarda no funcionan, pero no afecta en las operaciones.

Fuente: Elaboración propia

Modos de fallas

Modos de fallas de la unidad de potencia

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7
Falla en perforadora de aire reverso	Falla en unidad de potencia	Falla del motor	No enciende	Baterías con desgaste		
				Bornes de batería flojos	Mal montaje	
				Nivel de electrolito bajo		
				Celdas cruzadas	Terminales mal conectados	Error de montaje
				Fusibles quemados	Fusibles de mala calidad	Suministro erróneo de fusibles
				Falso contacto en los fusibles	Fusibles mal conectados	Error de montaje
				Cables en cortocircuito	Cables deteriorados	
					Cables de pésima calidad	
				Falso contacto en los conectores	Calidad mala	Error de montaje
					Mal instalados	Suministro que no corresponde
				Arrancador no gira	No le llega energía eléctrica	
					Rodamientos amarrados	
					Piñón de arranque no sale	
					Desgaste en los dientes del piñón de arranque	
					Desgaste en la cremallera de la volante	
				Falla en el alternador	Fajas flojas	Desgaste de las fajas
					Rotura de fajas	Mala instalación
					Diodos en cortocircuito	
				Refrigerante congelado	Mala selección de refrigerante	Error de suministro
				Nivel de refrigerante bajo	Fuga de refrigerante	
				Aceite congelado	Mala selección de aceite	Error de suministro
				Nivel de aceite bajo	Fuga de aceite	
				Filtro de aceite saturado	Mala calidad de los filtros	
Filtros de petróleo saturados	Mala calidad de los filtros	Error de suministro				
Poco combustible	Fuga de combustible					
	Combustible contaminado	Error de suministro				
Vibración	Pernos del motor sueltos	Mal montaje				

				Pernos de soporte de motor rotos	Pernos defectuosos
			Filtros de aire saturado	Desgaste	
				Mala calidad	Error de suministro
			Filtros de aire deformes	Error en el montaje	
			Turbos con desgaste	Sellos con fuga de aceites	Tiempo de servicio
				Impulsor con desgaste	Tiempo de servicio
				Compresor con desgaste	Tiempo de servicio
				Carcasa con rajadura	Tiempo de servicio
				Empaquetaduras con fugas	Tiempo de servicio
			Perdida de compresión	Empaque de culata soplada	
				Culata doblada o rajada	
				Monobloc con fisura	
				Anillos desgastados o rotos	
				Cilindros con desgaste	
				Asiento de válvula con desgaste	
				guías de válvulas desgastadas	
				Válvulas torcidas	
			Inyectores saturados	Solenoides malogrados	
			Sobre calentamiento	Fajas del ventilador flojas	
				Fuga de refrigerante	
				Radiador con agujeros	
			Filtros de combustible saturados	Combustible de mala calidad	
				Golpeados o deformes	
				Mala calidad	Error de suministro
			Sensor de saturación de filtros	Mala calidad	Error de suministro
				Falso contacto	Mala instalación
				Cable roto	Golpes por maniobras

Fuente: Elaboración propia

Modos de falla de la unidad de rotación

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7
Falla en perforadora de aire reverso	Falla en unidad de rotación	Falla en cabezal de rotación	No gira	Fusibles en cortocircuito	Fusibles de mala calidad	
					Suministro erróneo de fusibles	
				Falso contacto de los fusibles	Mala instalación de los fusibles	Mala instalación
				Cables en corto	Cables deteriorados	
				Cables quemados	Cables de mala calidad	Suministro erróneo de cables
				Conectores asiendo falso contacto	Mala instalación de los conectores	Error de montaje
					Calidad mala de los conectores	Suministro erróneo de conectores
					No llega energía eléctrica	
				Lubricante congelado	Aceite no adecuado para esa altura	Error en el suministro
				Nivel de aceite bajo	Fugas de aceite	
				Filtro de aceite saturado	Tiempo de trabajo	Falta de mantenimiento
					Deformación del filtro por golpe	Golpes
				Fuga de aceite hidráulico	Rotura de mangueras	Mala instalación
					Conectores rápidos con desgaste	Mala instalación
						Mala calidad
						Golpes con las herramientas
				Fuga por mangueras	Golpes con tubería	
					Rajadura de mangueras	Por desgaste
					Conexiones de las mangueras	Mala calidad
					Sellos	Desgastados
vibración	Pésima calidad					
	Pernos mal ajustados	Mal montaje				

				Pernos de fijación rotos	Pernos desgastados
			Filtro de aceite saturado	Mala calidad	Error de suministro
				Desgaste	Falta de mantenimiento
			Fuga de aceite hidráulica externa		Golpes
				Mangueras rotas	Mal suministro
				Conectores sueltos	Mal montaje
			Fuga de aceite hidráulico interna	Carcasa rajada	Golpes
				Por componentes internos	Por desgaste
				Por sellos	Rotos
				Retenes internos	Desgastados
			Bajo caudal de aceite	Erros al medir la cantidad de aceite	
			Baja presión de aceite	Mala calibración en la presión	
			Empaquetaduras con fuga	Horas de servicio	

Fuente: Elaboración propia

Modos de fallas del conjunto de bombas

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7
Falla en perforadora de aire reverso	Falla en el sistema hidráulico	Falla de las bombas	No giran	Fusibles quemados	Fusibles no corresponden	
				Fusibles asiendo falso contacto	Mala instalación de fusibles	Mala instalación
				Cables eléctricos asiendo corto	Cables deteriorados	Suministro erróneo
				Falso contacto de los conectores	Mala instalación	Mala instalación
				Aceite congelado	Mala selección de aceite	Suministro erróneo
				Nivel de aceite bajo	Perdida de aceite	
				Saturación en los filtros de aceite	Deformaciones	Golpes
				Fuga de aceite hidráulico externas	Mangueras rajadas y/o rotas	Mala instalación
					Conectores sueltos	Mala instalación
					Carcasa con rajadura	Golpes
					Fuga de aceite hidráulica interna	Por componentes internos
				Por sellos		Toros
Por retenes	Desgaste					
Pernos flojos	Fallas en el montaje					
Falla en perforadora de aire reverso	Falla en el sistema hidráulico	Falla del cilindro hidráulico	No acciona	vibración	Pernos de fijación mal ajustados	Error en el montaje
					Pernos rotos	Perno desgastado
					Vástago roto	Mala instalación
					Cilindro doblado	Mala instalación
					Soportes rotos	Mala instalación
				Fuga de aceite hidráulico externa	Mangueras rotas	Mala instalación
					Conectores rápidos sueltos	Mala instalación
					Carcasa rajada	Golpes
				Fuga de aceite hidráulica interna	Componentes internos	Desgaste

					Orines	Rotos
					Retenes	Tiempo de trabajo
Falla en perforadora de aire reverso	Falla en el sistema hidráulico	Falla del cilindro hidráulico	Acciona lentamente	vibración	Pernos flojos	Mala instalación
					Pernos rotos	Pernos con hilos robados
						Suministro erróneo
					Fuga hidráulica externa	Mangueras rotas
				Rajadas o rotas		
				Fuga de aceite hidráulica interna	Conectores rápidos flojos	Mala instalación
					Carcasa rajada	Golpeada
					Componentes internos	Por tiempo de trabajo
Por sellos	Rotos					
	retenes	Desgate				
Falla en perforadora de aire reverso	Falla en el sistema hidráulico	Paquete de válvulas	No acciona	vibración	Pernos flojos	Mala instalación
					Pernos rotos	Por tiempo de trabajo
				Fuga de aceite hidráulico externa	Pernos	Pernos desgastados
					Mangueras rotas	Tiempo de trabajo
					Mangueras rajadas	Golpes
					Conectores sueltos	Mala instalación
				Fuga de aceite hidráulico interna	Carcasa dañada	Golpes
					Por componentes internos	Por desgaste
					Orines	Rotos
					Retenes	Desgaste

Fuente: Elaboración propia

Efectos de fallas

Efectos de falla en la unidad de potencia

PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.			Fecha: 05-15-2022	Hoja N° 1 de 05	
NOMBRE SISTEMA:	Sistema de potencia			FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo		
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS						
FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO	
1. Proveer potencia de 224 kW (305 hp) a 2200 RPM, con un consumo de combustible mínimo, para una operación continua de 12 horas	A	Incapaz de proveer potencia	1	No arranca por Desgaste de Baterías	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos. Se requiere 3 horas para cambio de baterías	
			2	No arranca por Bornes de batería sueltos por Error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 15 minutos para ajustar bornes	
			3	No arranca por Fusibles cortocircuitados por Malacalidad de fusibles	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 30 minutos para detectar y cambiar fusibles	
			4	No arranca por Fusibles en falso contacto por Error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 30 minutos para detectar y ajustar fusibles	
			5	No arranca por Cables cortocircuitados por Cables deteriorados	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 2 horas para detectar y cambiar cables	
			6	No arranca por Falso contacto de conectores por Error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 30 minutos para detectar y cambiar conectores	
			7	No arranca por Motor de arranque que no gira volante del motor por Rodamientos amarrados	Ocasiona riesgo al personal por golpes. Se requiere 3 horas para cambio de motor de arranque	
			8	No arranca por Motor de arranque que no gira la volante del motor por Piñón de arranque no engrana a la volante	Ocasiona riesgo al personal por golpes. Se requiere 3 horas para cambio de motor de arranque	
			9	No arranca por Desgaste de cremallera de la volante	Ocasiona riesgo al personal por lesiones. Se requiere 48 horas para cambio de cremallera de volante de motor	

PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.			Fecha: 05-15-2022	Hoja N° 2 de 05
NOMBRE SISTEMA:	Sistema de potencia			FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo	
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS					
FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO
1. Proveer potencia de 224 kW (305 hp) a 2100 RPM, con un consumo de combustible, para una operación	A	Incapaz de proveer potencia	10	No arranca por Alternador que no genera energía por Fajas sueltas por Error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 30 minutos para cambio de fusibles
			11	No arranca por Fajas de ventilador rotas por Desgaste de la faja	Ocasiona riesgo al personal por golpes. Se requiere 2 horas para cambio de fajas
			12	No arranca por Refrigerante congelado por Mala selección del refrigerante por Error en el suministro	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por rajadura del monoblock y culata por incremento de volumen del refrigerante, contaminación de suelos. Se requiere 2 horas para cambio del refrigerante
			13	No arranca por Bajo nivel de refrigerante por Fuga del refrigerante	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por recalentamiento de motor, contaminación de suelos. Se requiere 5 horas para corregir fuga y rellenar refrigerante
			14	No arranca por Lubricante congelado por Mala selección del aceite por Error en el suministro	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por rajadura del monoblock y culata por incremento de volumen del aceite, contaminación de suelos. Se requiere 3 horas para cambio de aceite
			15	No arranca por Bajo nivel de aceite por Fuga de aceite por	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por recalentamiento de motor, contaminación de suelos. Se requiere 2 horas para corregir fuga y rellenar aceite
			16	No arranca por Filtros de aceite saturados por Mala calidad por Error en el suministro	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por recalentamiento de motor, contaminación de suelos. Se requiere 2 horas para cambio de filtros
			17	No arranca por Bajo nivel de combustible por Fuga de combustible por	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por daños a la unidad de rotación, contaminación de suelos. Se requiere 4 horas para corregir fuga y rellenar combustible

			18	No arranca por Filtros de combustible Saturados por Combustible contaminado por Error en el	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por daño a inyectores, filtros y
--	--	--	----	---	---

PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.	Fecha: 05-15-2022	Hoja N° 3 de 05
NOMBRE SISTEMA:	Sistema de potencia	FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo	

AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS						
FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO	
1. Proveer potencia de 224 kW (305 hp) a 2200 RPM, con un consumo de combustible, para una operación continua de 12 horas	B	Provee baja potencia	1	Perdida potencia por Vibración por Pernos de soporte de motor sueltos por Error de montaje	Ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes o pernos de montaje. Se requieren 30 minutos para ajustar pernos del soporte	
			2	Perdida potencia por Pernos de soporte de motor rotos por Perno defectuoso	Ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes y caída del motor. Se requieren 3 horas para cambio de pernos del soporte	
			3	Perdida potencia por Filtros de aire saturados por Desgaste	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del motor. Se requieren 1 hora para cambio de filtros	
			4	Perdida potencia por Filtros de aire deformados por Error en el montaje	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del motor. Se requieren 1 hora para corregir montaje de filtros	
			5	Perdida potencia por Turbos con desgaste por Sello con fuga de aceite	Ocasiona riesgo al equipo por baja alimentación de aire a la cámara de combustión, contaminación de suelo por fuga de aceite. Se requieren 2 horas para cambio de turbo	
			6	Perdida potencia por Impulsor desgastado o roto	Ocasiona riesgo al equipo por baja alimentación de aire a la cámara de combustión, daño del motor por ingreso de partículas metálicas y contaminación de suelo. Se requieren 3 horas para cambio de turbo limpieza de cámaras de combustión	
			7	Perdida potencia por Compresor desgastado o roto por Horas de servicio	Ocasiona riesgo al equipo por baja alimentación de aire a la cámara de combustión, daño del motor por ingreso de partículas metálicas y contaminación de suelo. Se requieren 3 horas para cambio de turbo limpieza de cámaras de combustión	

			8	Perdida potencia por Carcasa de turbo rota o rajada por Horas de servicio	Ocasiona riesgo al equipo por ingreso de partículas metálicas al motor y contaminación de suelo. Se requieren 3 horas para cambio de turbo y limpieza de cámaras de combustión	
			9	Perdida potencia por Perdida de compresión por Empaque de culata soplado	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del motor. Se requiere 5 horas para cambio de empaque	
PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.				Fecha: 05-15-2022	Hoja N° 4 de 05
NOMBRE SISTEMA:	Sistema de potencia				FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo	
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS						
FUNCION	FALLA FUNCIONAL			MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA	TIPO
1. Proveer potencia de 224 kW (305 hp) a 2100 RPM, con un consumo de combustible, para una operación continua de 12 horas	B	Provee baja potencia	10	Perdida potencia por Culata doblada o rajada	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del motor. Se requiere 36 horas para cambio de culata	
			11	Perdida potencia por Monoblock con fisura	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del motor. Se requiere 36 horas para cambio de monoblock	
			12	Perdida potencia por Anillos desgastados o rotos	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite, desgaste acelerado del motor y contaminación del ambiente por gases de escape. Se requiere 36 horas para cambio de monoblock, anillos o cilindros	
			13	Perdida potencia por Cilindros desgastados	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite, desgaste acelerado del motor y contaminación del ambiente por gases de escape. Se requiere 36 horas para cambio de monoblock o cilindros	
			14	Perdida potencia por Asientos de válvula no sellan por	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado del motor y contaminación del ambiente por gases de escape. Se requiere 24 horas para reparación de culata	
			15	Perdida potencia por Guías de válvula desgastadas por	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado del motor y contaminación del ambiente por gases de escape. Se requiere 24 horas para reparación de culata	

			16	Perdida potencia por Válvulas desgastadas por	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado del motor y contaminación del ambiente por gases de escape. Se requiere 12 horas para reparación de culata	
			17	Perdida potencia por Inyectores Saturados por Solenoide en corte	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado del motor. Se requiere 3 horas para cambio de Solenoide	
			18	Perdida potencia por Sobre calentamiento por fajas del ventilador sueltas por	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado del motor. Se requiere 2 horas para Ajustar fajas sueltas	
PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.				Fecha: 05-15-2022	Hoja N° 5 de 05
NOMBRE SISTEMA:	Sistema de potencia				FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo	
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS						
FUNCION	FALLA FUNCIONAL			MODOS DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO
1. Proveer potencia de 224 kW (305 hp) a 2100 RPM, con un consumo de combustible, para una operación continua de 12 horas	B	Provee baja potencia	19	Perdida potencia por fuga de refrigerante	Ocasiona riesgo al equipo por fundición del motor al medio ambiente por contaminación de suelo. Se requiere 2 horas para corregir fugas y rellenar refrigerante	
			20	Perdida potencia por Radiador en falla	Ocasiona riesgo al equipo por fundición del motor al medio ambiente por contaminación de suelo. Se requiere 3 horas para reparar radiador y rellenar refrigerante	
			21	Perdida potencia por Filtros de combustible saturados por Combustible de mala calidad	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado de inyectores y motor. Se requiere 2 horas para cambio de filtros	
			22	Perdida potencia por filtros golpeados deformados	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado de inyectores y motor. Se requiere 2 horas para cambio de filtros	

			23	Perdida potencia por Mala calidad de filtros por Error en el suministro	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado de inyectores y motor. Se requiere 2 horas para cambio de filtros	
			24	Perdida potencia por Sensor de saturación de filtro de combustible fallado por Mala calidad por error en el suministro	Ocasiona riesgo a la producción por mala información. Se requiere 2 horas para cambio de sensor de saturación	
			25	Perdida potencia por Falso contacto de conectores del sensor de saturación por error en el montaje	Ocasiona riesgo a la producción por mala información. Se requiere 2 horas para cambio corregir el falso contacto	

Fuente: Elaboración propia

Efectos de falla Unidad de rotación

PROYECTO RCM:		Perforadora T685WS Geotec S.A.		Fecha: 05-15-2022		Hoja N° 1 de 04
NOMBRE SISTEMA:		Unidad de rotación		FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo		
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS						
FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA	TIPO
Proveer un torque de 7200 Nm a 2200 rpm para una operación continua de 19 horas por día	A	Incapaz de proveer torque.	1	No gira por Fusibles cortocircuitados por Mala calidad de fusibles	Ocasiona riesgo a la producción. Se requiere 30 minutos para cambio de fusibles	
			2	No gira por Suministro erróneo de fusibles	Ocasiona riesgo a la producción. Se requiere 2 horas para cambio de fusibles	
			3	No gira por Fusibles en falso contacto Fusibles mal instalados por Error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requieres 30 minutos para detectar y ajustar fusibles	
			4	No gira por Cables cortocircuitados por Cables deteriorados	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requieres 2 horas detectar y cambiar cables	
			5	No gira por Cables de mala calidad por Suministro erróneo de cables	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requieres más de 2 horas para detectar y cambiar cables	
			6	No gira por Falso contacto de conectores por Conectores mal instalados por Error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requieres 30 minutos para detectar y cambiar conectores	
			7	No gira por Mala calidad de conectores por Suministro erróneo de conectores	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requieres 30 minutos para detectar y cambiar conectores	
			8	No gira por No llega energía eléctrica	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requieres 30 minutos para detectar y cambiar conectores	
			9	No gira por Lubricante congelado por Mala selección del aceite por Error en el suministro	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por rajadura de carcasa por incremento de volumen del aceite, contaminaciónde suelos. Se requieres 1 hora para cambio de aceite	

PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.		Fecha: 05-15-2022	Hoja N° 2 de 04		
NOMBRE SISTEMA:	Unidad de rotación		FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo			
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS						
FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO	
Proveer un torque de 6245Nm a 1300 rpm para una operación continua de 19horas por día	A	Incapaz de proveer torque.	10	No gira por Bajo nivel de aceite por Fuga de aceite	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. Se requieren 6 horas para corregir fuga y rellenar aceite	
			11	No gira por Filtro de aceite saturado por Malacalidad por Error en el suministro	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por desgaste acelerado, al ambiente por contaminación de suelos. Se requieren 2 horas para cambio de filtros	
			12	No gira por filtro de aceite deformado por Golpes	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por desgaste acelerado, al ambiente por contaminación de suelos. Se requieren 1 horas para cambio de filtros	
			13	No gira por fuga hidráulica externa por mangueras rotas por Suministro erróneo	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al componente por cavitación, contaminación de suelos. Se requieren 2 horas para corregir fuga y rellenar aceite	
			14	No gira por fuga hidráulica externa por Conectores sueltos por error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al componente por cavitación, contaminación de suelos. Se requieren 2 horas para corregir fuga y rellenar aceite	
			15	No gira por Carcasa rajada o rota por Mala calidad	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. Se requieren 10 horas para cambio de unidad de rotación	
			16	No gira por Carcasa rajada por Golpes con herramientas, tuberías, etc.)	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. Se requieren 11 horas para cambio de unidad de rotación	
			17	No gira por fuga hidráulica interna por componentes internos por desgaste	Ocasiona riesgo al componente Se requieren 12 horas para cambio de unidad de rotación	
			18	No gira por fuga hidráulica interna por componentes internos por mala calidad	Ocasiona riesgo al componente Se requieren 9 horas para cambio de unidad de rotación	
			19	No gira por fuga hidráulica interna por sellos rotos o de mala calidad	Ocasiona riesgo al componente Se requieren 7 horas para cambio de unidad de rotación	

PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.		Fecha: 05-15-2022		Hoja N° 3 de 04	
NOMBRE SISTEMA:	Unidad de rotación		FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo			
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS						
FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO	
Proveer un torque de 6245 Nm a 1300 rpm para una operación continua de 19 horas por día	A	Incapaz de proveer torque.	20	No gira por Vibración por Pernos de fijación sueltos por Error de montaje	Ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes o pernos de montaje. Se requieren 30 minutos para ajustar pernos del soporte	
			21	No gira por vibración por Pernos de fijación rotos por Perno desgastado	Ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes y caída de la unidad de rotación. Se requieren 2 horas para cambio de pernos del soporte	
			22	No gira por vibración por Pernos de fijación rotos por error de suministro	Ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes y caída de la unidad de rotación. Se requieren 2 horas para cambio de pernos del soporte	
	B	Provee torque por debajo de lo esperado.	23	Perdida de potencia por Filtro de aceite saturado por Mala calidad por Error en el suministro	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del componente. Se requieren 2 hora para cambio de filtros	
			24	Perdida de potencia por Filtro de aceite saturado por Desgaste por Falta de mantenimiento	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del componente. Se requieren 1 hora para cambio de filtros	
			25	Perdida de potencia por Filtro de aceite saturado por Deformado por Golpes	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del componente. Se requieren 1 hora para cambio de filtros	
			26	Perdida de potencia por Fuga hidráulica externa por Mangueras rotas por Suministro erróneo	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. Se requieren 2 horas corregir fuga y rellenar aceite	
			27	Perdida de potencia por Fuga hidráulica externa por conectores sueltos por Error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. Se requieren 2 horas corregir fuga y rellenar aceite	
			28	Perdida de potencia por Fuga hidráulica externa por Conectores sueltos por Suministro erróneo	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. Se requieren 2 horas corregir fuga y rellenar aceite	
			29	Perdida de potencia por Fuga hidráulica externa por Carcasa rajada por Mala calidad	Ocasiona riesgo al componente. Se requieren 12 horas para cambio de unidad de rotación	

			30	Perdida de potencia por Fuga hidráulica externa por Carcasa rajada o rota por Golpes	Ocasiona riesgo al componente. Se requieren 12 horas para cambio de unidad de rotación	
			31	Perdida de potencia por Vibración por Pernos de fijación sueltos por Error de montaje	Ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes o pernos de montaje. Se requieren 30 minutos para ajustar pernos del soporte	
PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.				Fecha: 05-15-2022	Hoja N° 4 de 04
NOMBRE SISTEMA:	Unidad de rotación				FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo	
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS						
FUNCION	FALLA FUNCIONAL			MODO DE FALLA	EFEECTO DE FALLA	TIPO
Proveer un torque de 6245 Nm a 1300 rpm para una operación continua de 19 horas por día	B	Provee torque por debajo de lo esperado.	32	Perdida de potencia por fuga hidráulica interna por componentes internos por desgaste	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, a la producción, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente Se requieren 12 horas para cambio de componente	
			33	Perdida de potencia por fuga hidráulica interna por componentes internos por Mala calidad	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, a la producción, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente Se requieren 12 horas para cambio de componente	
			34	Perdida de potencia por fuga hidráulica interna por sellos por Rotos por mala calidad	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, a la producción, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente Se requiere 12 horas para cambio de bomba	
			35	Perdida de potencia por fuga hidráulica interna por sellos por Desgastados	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al a componente Se requiere 12 horas para cambio de componente	
			36	Perdida de potencia por bajo caudal de aceite por Error de calibración o montaje por	Ocasiona riesgo al equipo y a la producción. Se requiere 3 horas para corregir caudal	
			37	Perdida de potencia por baja presión de aceite por Error de calibración o montaje por	Ocasiona riesgo al equipo y a la producción. Se requiere 3 horas para corregir presión	

			38	Perdida de potencia por empaquetaduras con fuga por Horas de servicio por	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente, se requiere 12 horas para cambio del componente	
--	--	--	----	---	--	--

Fuente: Elaboración propia

Efectos de falla del conjunto de bombas

PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.		Fecha: 05-15-2022		Hoja N° 1 de 02	
NOMBRE SISTEMA:	Sistema hidráulico		FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo			
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS						
FUNCION	FALLA FUNCIONAL			MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO
Proveer 310 bar 295 l/min en la Bomba primaria, 200 bar 145 l/min en la bomba secundaria y 215 bar 55 l/min en la bomba auxiliar para una operación continua de 19 horas por día	A	Incapaz de proveer presión y caudal en la bomba primaria, secundaria y auxiliar.	1	No giran por fusibles cortocircuitados por suministro erróneo	ocasiona riesgo a la producción. se requiere 2 horas para cambio de fusibles	
			2	No gira por fusibles asiendo falso contacto mal instalados por error de montaje	ocasiona riesgo a la producción. se requiere 2 horas para cambio de fusibles	
			3	No giran por cables cortocircuitados por cables deteriorados por suministro erróneo	ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. se requieren 2 horas para detectar y cambiar cables	
			4	No giran por falso contacto de conectores por conectores mal instalados por error de montaje	ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. se requieren 30 minutos para detectar y cambiar conectores	
			5	No giran por lubricante congelado por mala selección del aceite por error en el suministro	ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por rajadura de carcasa por incremento de volumen del aceite, contaminación de suelos. se requieren 4 horas para cambio de aceite	
			6	No giran por bajo nivel de aceite por falta de inspección.	ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. se requieren 2 horas para rellenar aceite	
			7	No giran por filtro de aceite saturado por deformado por golpes	ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por desgaste acelerado, al ambiente por contaminación de suelos. se requieren 2 horas para cambio de filtros	
			8	no giran por fuga hidráulica externa por mangueras rotas por error de montaje	ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al componente por cavitación, contaminación de suelos. se requieren 4 horas para corregir fuga y rellenar aceite	

			9	No giran por conectores sueltos, por error de montaje	ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al componente por cavitación, contaminación de suelos. se requiere 4 horas para corregir fuga y rellenar aceite	
PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.			Fecha: 05-15-2022		Hoja N°
NOMBRE SISTEMA:	Sistema hidráulico			FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo		2 de 02
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS						
FUNCION	FALLA FUNCIONAL			MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO
Proveer 310 bar 295 l/min en la Bomba primaria, 200 bar 145 l/min en la bomba secundaria y 215 bar 55 l/min en la bomba auxiliar para una operación continua de 19 horas por día	A	Incapaz de proveer presión y caudal en la bomba primaria, secundaria y auxiliar.	10	No giran por carcasa de bomba rajada o rota por golpes	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. ocasiona riesgo al a componente se requiere 36 horas para cambio de bomba	
			11	No giran por carcasa de bomba rajada o rota por error en suministro	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. ocasiona riesgo al a componente se requiere 36 horas para cambio de bomba	
			12	No giran por fuga hidráulica interna por componentes internos por desgaste	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. ocasiona riesgo al a componente se requiere 36 horas para cambio de bomba	
			13	No giran por fuga hidráulica interna por sellos rotos o desgastados	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. ocasiona riesgo al a componente se requiere 36 horas para cambio de bomba	
			14	No giran por fuga hidráulica interna por sellos desgastados	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. ocasiona riesgo al a componente se requiere 36 horas para cambio de bomba	
			15	No giran por fuga hidráulica interna por error en el montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. ocasiona riesgo al a componente se requiere 36 horas para cambio de bomba	
			16	No giran por filtro de aceite saturado por falta de mantenimiento	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por desgaste acelerado, al ambiente por contaminación de suelos. se requiere 2 horas para cambio de filtros	

			17	Por filtro de aceite saturado por error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por desgaste acelerado, al ambiente por contaminación de suelos. se requieren 2 horas para cambio de filtros	
			18	No giran por pernos de fijación sueltos por error de montaje	Ocasiona riesgo al personal y al componente se requieren 2 horas para ajustar pernos	
			19	No giran por pernos de fijación rotos por error en suministro	Ocasiona riesgo al personal y al componente se requieren 3 horas para cambiar pernos	

FUNCION		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO
Proveer un torque de 6245Nm a 1300 rpm para una operación continua de 19horas por día	B	Provee presión y caudal en la bomba primaria, secundaria y auxiliar por debajo de lo esperado.	20	perdida de potencia por vibración por pernos defijación sueltos	ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes o pernos de montaje. se requieren 30 minutos para ajustar pernos del soporte	
			21	perdida de potencia por filtro de aceite saturado por error de suministro	ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del componente. Se requieren 2 hora para cambio de filtros	
			22	perdida de potencia por filtro de aceite saturado por deformado por golpes	ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del componente. Se requieren 2 hora para cambio de filtros	
			23	perdida de potencia por fuga hidráulica externa por mangueras rotas	ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. se requieren 4 horas corregir fuga y rellenar aceite	
			24	perdida de potencia por fuga hidráulica externa por conectores sueltos por error de montaje	ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. se requieren 4 horas corregir fuga y rellenar aceite	
			25	perdida de potencia por fuga hidráulica externa por carcasa rajada o rota por golpes	ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. se requieren 36 horas para cambiar bomba	
			26	perdida de potencia por fuga hidráulica interna por componentes internos por desgaste	ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. se requieren 36 horas para cambiar bomba	

			27	perdida de potencia por fuga hidráulica internapor sellos por desgastados	ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. Se requiere 36 horas para cambiar bomba
			28	Perdida de potencia por Bajo caudal de aceite por, error de calibración o montaje por	Ocasiona riesgo al equipo y a la producción. Se requieres 3 horas para corregir caudal
			29	Perdida de potencia por Baja presión de aceite por error de calibración o montaje	Ocasiona riesgo al equipo y a la producción. Se requieres 3 horas para corregir presión

Fuente: Elaboración Propia

Implementación de las tareas de mantenimiento para la unidad de potencia

PROYECTO RCM:	Perforadora 1685WS Geotec S.A.		Fecha:05-15-2022	Hoja N°	SELECCION DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO								
NOMBRE SISTEMA:	Sistema de potencia		FACILITADORES: Ivan Carbajal Jonathan Castillejo	1 de 02									
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS													
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFEECTO DE FALLA	TIPO	Tipo de Manto	Disciplina	Descripción del Manto	Ejecutante	Frecuencia (h)	HH	Repuestos		
1. Proveer potencia de 224 kW (350 hp) a 2200 RPM, con un consumo de combustible, para una operación continua de 12 horas	A	Incapaz de proveer potencia	1	No arranca por Desgaste de Baterías	O3	Sustitución cíclica	Electricidad	Cambiar baterías	Mantenimiento eléctrico	10 000	6	02 baterías de 24 V	
			2	No arranca por Bornes de batería sueltos por Error de montaje	O2	Reacondicionamiento cíclico	Electricidad	Ajustar Bornes de batería	Mantenimiento eléctrico	250	0,5		
			3	No arranca por Fusibles cortocircuitados por Mala calidad de fusibles	O	Ningún mantenimiento preventivo	Electricidad	Cambiar fusibles	Mantenimiento eléctrico			1	
			4	No arranca por Fusibles en falso contacto por Error de montaje	O	Ningún mantenimiento preventivo	Electricidad	Ajustar fusibles	Mantenimiento eléctrico				
			5	No arranca por Cables cortocircuitados por Cables deteriorados	O2	Reacondicionamiento cíclico	Electricidad	Inspeccionar cables eléctricos	Mantenimiento eléctrico	500		1	
			6	No arranca por Falso contacto de conectores por Error de montaje	O2	Reacondicionamiento cíclico	Electricidad	Inspeccionar conectores eléctricos	Mantenimiento eléctrico	500		1	
			7	No arranca por Motor de arranque que no gira la volante del motor por Rodamientos amarrados	O3	Sustitución cíclica	Electricidad	Cambiar motor de arranque	Mantenimiento eléctrico	5 000		2	Motor de arranque
			8	No arranca por Motor de arranque que no gira la volante del motor por Piñón de arranque no engrana a la volante	O3	Sustitución cíclica	Electricidad	Cambiar motor de arranque	Mantenimiento eléctrico	5 000		2	Motor de arranque
			9	No arranca por Desgaste de cremallera de la volante	O3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambiar cremallera de volante de motor	Mantenimiento mecánico	20 000		24	cremallera de volante de motor
			10	No arranca por Alternador que no genera energía por Fajas sueltas por Error de montaje	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Ajustar fajas de alternador	Mantenimiento mecánico	250		1	
			11	No arranca por Alternador que no genera energía por Fajas sueltas por Error de montaje	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Ajustar fajas de alternador	Mantenimiento mecánico	250		1	
			12	No arranca por Fajas de ventilador rotas por Desgaste de la faja	O3	Sustitución cíclica	Mecánica	Ajustar fajas de alternador	Mantenimiento mecánico	2 000		1	Fajas de alternador
			13	No arranca por Bajo nivel de refrigerante por Fuga del refrigerante	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar mangueras y tapas de sistema de refrigerante de motor	Mantenimiento mecánico	250		1	
			15	No arranca por Bajo nivel de aceite por Fuga de aceite por mangueras rotas	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar mangueras de sistema de lubricación de motor	Mantenimiento mecánico	250		1	

			16	No arranca por Filtros de aceite saturados por Mala calidad	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por recalentamiento de motor, contaminación de suelos. Se requieren 2 horas para cambio de filtros	S3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambiar filtros de calidad	Mantenimiento mecánico	250	1	Filtros de aceite de motor
			17	No arranca por Bajo nivel de combustible por Fuga de combustible	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por daños a la unidad de rotación, contaminación de suelos. Se requieren 4 horas para corregir fuga y rellenar combustible	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar conductos del sistema de combustible de motor	Mantenimiento mecánico	250	1	
			18	No arranca por Filtros de combustible Saturados por Combustible contaminado	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por daño a inyectores, filtros y recalentamiento de motor, contaminación de suelos. Se requieren 2 horas para cambio de filtros	S3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambiar filtros de calidad	Mantenimiento mecánico	250	1	Filtros de combustible demotor

PROYECTO RCM:		Perforadora 1685WS Geotec S.A.		Fecha: 05-15-2022		Hoja N° 2 de 02						
NOMBRE SISTEMA:		Sistema de potencia		TÉCNICOS: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo								
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS				SELECCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO								
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA	TIPO	Tipo de Manto	Disciplina	Descripción del manto	Ejecutante	Frecuencia	HH	Repuestos	
1. Proveer potencia de 224 kW (350 hp) a 2200 RPM, con un consumo de combustible de XX l/h, para una operación continua de 12 horas	B Provee baja potencia	1	Perdida potencia por vibración por pernos de soporte de motor sueltos por error de montaje	Ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes o pernos de montaje. Se requieren 30 minutos para ajustar pernos del soporte	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Ajustar pernos de soporte de motor	Mantenimiento mecánico	2 000	2	
		2	Perdida potencia por pernos de soporte demotor rotos por pemo defectuoso	Ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes y caída del motor. Se requieren 2 horas para cambio de pernos del soporte	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Ajustar pernos de soporte de motor	Mantenimiento mecánico	20 000	4	Pernos de soporte de motor
		3	Perdida potencia por filtros de aire saturados por desgaste	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del motor. Se requieren 1 hora para cambio de filtros	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Cambiar filtros de aire	Mantenimiento mecánico	250	1	Filtro de aire
		5	Perdida potencia por turbos con desgaste por sello con fuga de aceite	Ocasiona riesgo al equipo por baja alimentación de aire a la cámara de combustión, contaminación de suelo por fuga de aceite. Se requieren 2 horas para cambio de turbo	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Cambiar turbo	Mantenimiento mecánico	10 000	8	Turbocompresor
		9	Perdida potencia por pérdida de compresión por empaque de culata soplado	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del motor. Se requiere 4 horas para cambio de empaque	O1	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Cambio de empaque	Mantenimiento mecánico	10 000	4	Empaque de culata
		10	Perdida potencia por culata doblada o rajada	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del motor. Se requiere 36 horas para cambio de culata	O1	Tarea a condición	Mecánica	Monitoreo de compresión de motor	Mantenimiento mecánico	5 000	6	
		11	Perdida potencia por monoblock con fisura	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del motor. Se requiere 36 horas para cambio de monoblock	O1	Tarea a condición	Mecánica	Monitoreo de aceite de motor	Mantenimiento mecánico	250	0.5	Kit de monitoreo de aceite
		12	Perdida potencia por anillos desgastados o rotos	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite, desgaste acelerado del motor y contaminación del ambiente por gases de escape. Se requiere 36 horas para cambio de monoblock, anillos o cilindros	O3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambio de anillos de motor	Mantenimiento mecánico	10 000	4	Kit de anillos de motor
		13	Perdida potencia por cilindros desgastados	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite, desgaste acelerado del motor y contaminación del ambiente por gases de escape. Se requiere 36 horas para cambio de monoblock o cilindros	O3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambio de anillos de motor	Mantenimiento mecánico	10 000	4	Kit de cilindros de motor
		14	Perdida potencia por asientos de válvula no sellan	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado del motor y contaminación del ambiente por gases de escape. Se requiere 48 horas para reparación de culata	O3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambio asientos de válvulas	Mantenimiento mecánico	10 000	4	Kit de asientos de válvulas
		15	Perdida de potencia por guías de válvula desgastadas	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado del motor y contaminación del ambiente por gases de escape. Se requiere 48 horas para reparación de culata	O3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambio de guías de válvulas	Mantenimiento mecánico	10 000	4	Kit de guías de válvulas

			16	Perdida potencia por válvulas desgastadas	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado del motor y contaminación del ambiente por gases de escape. Se requiere 48 horas para reparación de culata	O3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambio de válvulas	Mantenimiento mecánico	10 000	4	Kit de válvulas
			17	Perdida potencia por inyectores saturados	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado del motor. Se requiere 3 horas para cambio de inyector	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Limpieza de inyectores	Mantenimiento mecánico	5 000	4	
			19	Perdida potencia por sobre calentamiento por fajas del ventilador sueltas	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado del motor. Se requiere 2 horas para Ajustar fajas sueltas	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Ajustar tensión de fajas de ventilador	Mantenimiento mecánico	500	2	
			19	Perdida potencia por fuga de refrigerante	Ocasiona riesgo al equipo por fundición del motor al medio ambiente por contaminación de suelo. Se requiere 6 horas para corregir fugas y rellenar refrigerante	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar conductos y componentes del sistema de refrigeración de motor	Mantenimiento mecánico	250	1	
			20	Perdida potencia por radiador en falla	Ocasiona riesgo al equipo por fundición del motor al medio ambiente por contaminación de suelo. Se requiere 8 horas para reparar radiador y rellenar refrigerante	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar conductos y estructura del radiador de refrigeración de motor	Mantenimiento mecánico	250	1	
			21	Perdida potencia por filtros de combustible saturados por combustible de mala calidad	Ocasiona riesgo al equipo por desgaste acelerado de inyectores y motor. Se requiere 2 horas para cambio de filtros	O3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambiar filtros de combustible	Mantenimiento mecánico	250	1	Filtros de combustible demotor

Fuente: Elaboración Propia

Implementación de las tareas de mantenimiento unidad de rotación

PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.	Fecha: 05-15-2022	Hoja N°										
NOMBRE SISTEMA:	Unidad de rotación	FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo	1 de 02										
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS				SELECCION DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO									
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO	Tipo de manto	Disciplina	Descripción del Manto	Ejecutante	Frecuencia	HH	Repuestos		
Proveer un torque de 7200 Nma 2200 rpm para una operación continua de 19 horas por día	A	Incapaz de proveer torque.	1	No gira por fusibles cortocircuitados por mala calidad de fusibles	Ocasiona riesgo a la producción. Se requiere 30 minutos para cambio de fusibles	O	Ningún mantenimiento preventivo	Electricidad	Cambiar fusibles	Mantenimiento eléctrico	1		
			2	No gira por suministro erróneo de fusibles	Ocasiona riesgo a la producción. Se requiere 2 horas para cambio de fusibles	O	Ningún mantenimiento preventivo	Electricidad	Ajustar fusibles	Mantenimiento eléctrico			
			3	No gira por fusibles en falso contacto por fusibles mal instalados por error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 30 minutos para detectar y ajustar fusibles	O	Ningún mantenimiento preventivo	Electricidad	Ajustar fusibles	Mantenimiento eléctrico			
			4	No gira por cables cortocircuitados por cables deteriorados	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 2 horas para detectar y cambiar cables	O2	Reacondicionamiento cíclico	Electricidad	Inspeccionar cables eléctricos	Mantenimiento eléctrico	500	1	
			5	No gira por falso contacto de conectores por conectores mal instalados por error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 30 minutos para detectar y cambiar conectores	O2	Reacondicionamiento cíclico	Electricidad	Inspeccionar conectores eléctricos	Mantenimiento eléctrico	500	1	
			6	No gira por no llega energía eléctrica	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 30 minutos para detectar y cambiar conectores	O2	Reacondicionamiento cíclico	Electricidad	Megado de cables eléctricos	Mantenimiento eléctrico	500	1	
			7	No gira por bajo nivel de aceite por fuga de aceite	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. Se requiere 2 horas para corregir fuga y rellenar aceite	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar mangueras de sistema de lubricación de motor	Operaciones	12	0.2	
			8	No gira por filtro de aceite saturado por mala calidad por error en el suministro	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por desgaste acelerado, al ambiente por contaminación de suelos. Se requiere 2 horas para cambio de filtros	S3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambiar filtros de calidad	Mantenimiento mecánico	250	1	Filtros de aceite de motor

			9	No gira por fuga hidráulica externa por mangueras rotas por suministro erróneo	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al componente por cavitación, contaminación de suelos. Se requieren 2 horas para corregir fuga y rellenar aceite	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar mangueras hidráulicas	Operaciones	12	0.3	
			10	No gira por fuga hidráulica externa por conectores sueltos por error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al componente por cavitación, contaminación de suelos. Se requieren 4 horas para corregir fuga y rellenar aceite	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar conectores hidráulicos	Operaciones	12	0.2	
			11	No gira por carcasa rajada o rota por mala calidad	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. Se requieren 24 horas para cambio de unidad de rotación	S1	Tarea a condición	Mecánica	Análisis de ultrasonido	Mantenimiento mecánico	500	1	
			12	No gira por fuga hidráulica interna por componentes internos por desgaste	Ocasiona riesgo al a componente Se requieren 8 horas para cambio de unidad de rotación	S3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambio de unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	10 000	8	Unidad de rotación
			13	No gira por fuga hidráulica interna por sellos rotos por mala calidad	Ocasiona riesgo al a componente Se requieren 8 horas para cambio de unidad de rotación	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Reparación de unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	5 000	14	Unidad de rotación
			14	No gira por vibración por pernos de fijación sueltos por error de montaje	Ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes o pernos de montaje. Se requieren 30 minutos para ajustar pernos del soporte	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Ajustar pernos de montaje	Mantenimiento mecánico	2 000	2	
			15	No gira por vibración por pernos de fijación rotos por pemo desgastado	Ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes y caída de la unidad de rotación. Se requieren 2 horas para cambio de pernos del soporte	O3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambiar pernos de montaje	Mantenimiento mecánico	20 000	4	Pernos de montaje de la unidad de rotación

PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.	Fecha: 05-15-2022	Hoja N° 2 de 02									
NOMBRE SISTEMA:	Unidad de rotación	FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castiello										
AMEF: ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS		SELECCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO										
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO	Tipo de Manito	Disciplina	Descripción del Manito	Ejecutante	Frecuencia	HH	Repuestos	
Proveer un torque de 7200 Nima 2200 rpm para una operación continua de 19 horas por día	B Provee torque por debajo de lo esperado.	16	Perdida de potencia por filtro de aceite saturado por desgaste por falta de mantenimiento	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del componente. Se requieren 2 hora para cambio de filtros	S3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambiar filtro de aceite	Mantenimiento mecánico	500	1	Filtros de aceite de unidad de rotación
		17	Perdida de potencia por filtro de aceite saturado por deformado por golpes	Ocasiona riesgo al equipo por contaminación de aceite y desgaste acelerado del componente. Se requieren 2 hora para cambio de filtros	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar filtros de unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	12	0.2	
		18	Perdida de potencia por fuga hidráulica externa por mangueras rotas	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. Se requieren 2 horas corregir fuga y rellenar aceite	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar mangueras de sistema de unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	12	0.3	
		19	Perdida de potencia por fuga hidráulica externa por conectores sueltos por error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, contaminación de suelos. Se requieren 2 horas corregir fuga y rellenar aceite	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar conectores de mangueras de sistema de unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	12	0.2	
		20	Perdida de potencia por fuga hidráulica externa por carcasa rajada por mala calidad	Ocasiona riesgo al a componente Se requieren 24 horas para cambio de unidad de rotación	S1	Tarea a condición	Mecánica	Análisis de ultrasonido	Mantenimiento mecánico	500	1	
		21	Perdida de potencia por fuga hidráulica externa por carcasa rajada o rota por golpes	Ocasiona riesgo al a componente Se requieren 24 horas para cambio de unidad de rotación	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar carcasa de unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	12	0.1	
		22	Perdida de potencia por vibración por pernos de fijación sueltos por error de montaje	Ocasiona riesgo al equipo por rotura de soportes o pernos de montaje. Se requieren 30 minutos para ajustar pernos del soporte	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Ajustar pernos de montaje de unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	250	1	

			23	Perdida de potencia por fuga hidráulica interna por componentes internos por desgaste	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, a la producción, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente Se requiere 24 horas para cambio de componente	S3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambio de unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	10 000		8	
			24	Perdida de potencia por fuga hidráulica interna por componentes internos por mala calidad	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, a la producción, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente Se requiere 12 horas para cambio de componente	S1	Tarea a condición	Mecánica	Análisis de aceite	Mantenimiento mecánico	1 000		8	
			25	Perdida de potencia por fuga hidráulica interna por sellos por rotos por mala calidad	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, a la producción, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente Se requiere 18 horas para cambio de bomba	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Evaluar potencia de la unidad de rotación	Operaciones	12		0.2	
			26	Perdida de potencia por bajo caudal de aceite por error de calibración o montaje	Ocasiona riesgo al equipo y a la producción. Se requiere 3 horas para corregir caudal	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Calibrar caudal de aceite de la unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	1 000		1	
			27	Perdida de potencia por baja presión de aceite por error de calibración o montaje por	Ocasiona riesgo al equipo y a la producción. Se requiere 3 horas para corregir presión	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Calibrar presión de aceite de la unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	1 000		1	
			28	Perdida de potencia por empaquetaduras con fuga	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente Se requiere 24 horas para cambio del componente	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar hermeticidad de empaquetaduras de la unidad de rotación	Operaciones	12		0.1	

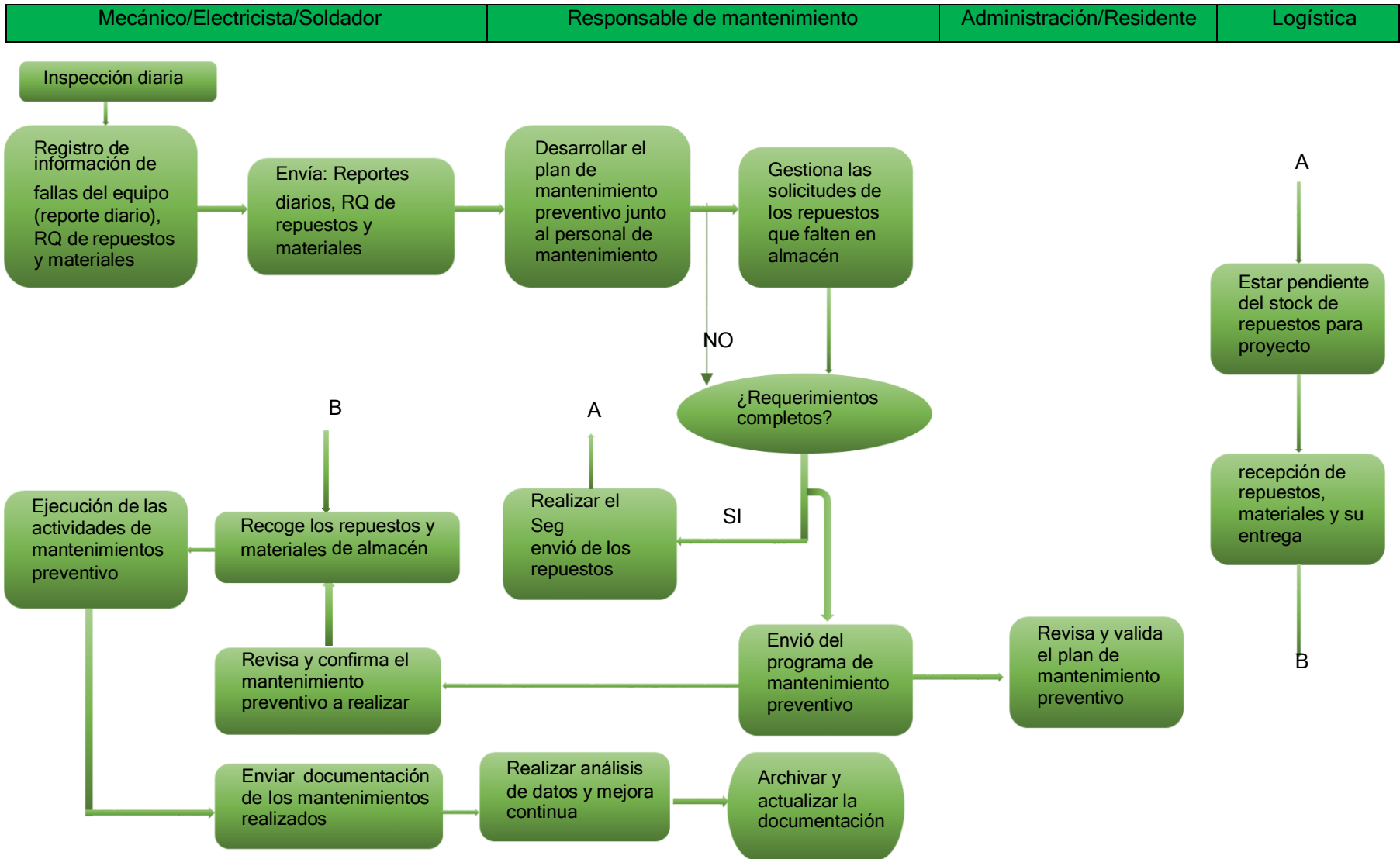
Fuente: Elaboración Propia

Implementación de las tareas de mantenimiento en las bombas hidráulicas

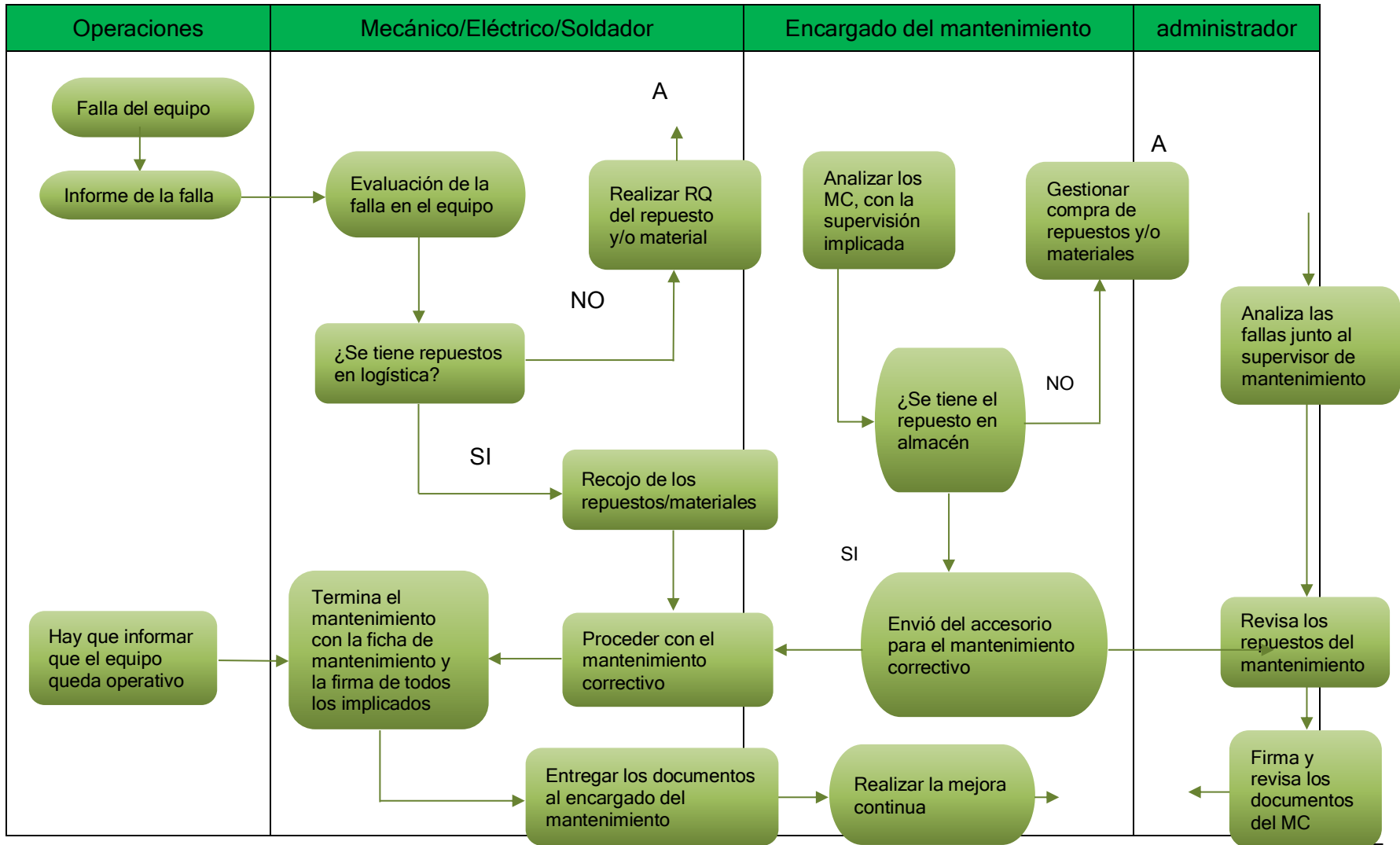
PROYECTO RCM:	Perforadora T685WS Geotec S.A.	Fecha: 05-15-2022	Hoja N° 1 de 01									
NOMBRE SISTEMA:	Unidad de rotación	FACILITADORES: Ivan Carbajal y Jonathan Castillejo										
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS		SELECCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO										
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	TIPO	Tipo de Manto	Disciplina	Descripción del Manto	Ejecutante	Frecuencia	HH	Repuestos	
Proveer 310 bar 295 l/min en la Bomba primaria, 200 bar 145 l/min en la bomba secundaria y 215 bar 55 l/min en la bomba auxiliar para una operación continua de 19 horas por día	Incapaz de proveer presión y caudal en la bomba primaria, secundaria y auxiliar.	1	No giran por fusibles en falso contacto por fusibles mal instalados por error de montaje	Ocasiona riesgo a la producción. Se requiere 1 hora para cambio de fusibles	O	Ningún mantenimiento preventivo	Electricidad	Ajustar fusibles	Mantenimiento eléctrico			
		2	No giran por cables cortocircuitados por cables deteriorados por suministro erróneo	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 1 hora para detectar y cambiar cables	O2	Reacondicionamiento cíclico	Electricidad	Inspeccionar cables eléctricos	Mantenimiento eléctrico	500	1	
		3	No giran por falso contacto de conectores por conectores mal instalados por error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con energía eléctrica. Se requiere 30 minutos para detectar y cambiar conectores	O2	Reacondicionamiento cíclico	Electricidad	Inspeccionar conectores eléctricos	Mantenimiento eléctrico	500	1	
		4	No giran por bajo nivel de aceite por falta de inspección.	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. Se requiere 2 horas para rellenar aceite	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar nivel de aceite	Operación	12	1	
		5	No giran por filtro de aceite saturado	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por desgaste acelerado, al ambiente por contaminación de suelos. Se requiere 2 horas para cambio de filtros	S3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambiar filtros hidráulicos	Mantenimiento mecánico	500	1	Filtros hidráulicos

			6	No giran por fuga hidráulica externa por mangueras rotas por error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al componente por cavitación, contaminación de suelos. Se requiere 2 horas para corregir fuga y rellenar aceite	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar mangueras de sistema hidráulico	Operaciones	12	1	
			7	No giran por conectores sueltos por error de montaje	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al componente por cavitación, contaminación de suelos. Se requiere 2 horas para corregir fuga y rellenar aceite	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar conectores hidráulicos	Operaciones	12	0.2	
			8	No giran por carcasa de bomba rajada o rota por golpes	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente Se requiere 24 horas para cambio de bomba	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Inspeccionar conjunto de bombas hidráulicas	Operaciones	12	0.2	
			9	No giran por fuga hidráulica interna por componentes internos por desgaste	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente Se requiere 8 horas para cambio de bomba	S3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambio de unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	10 000	8	Unidad de rotación
			10	No giran por fuga hidráulica interna por sellos rotos	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente Se requiere 5 horas para cambio de bomba	S3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambio de bomba hidráulica	Mantenimiento mecánico	10 000	8	Bomba hidráulica primaria secundaria y auxiliar
			11	No giran por fuga hidráulica interna por sellos desgastados	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al ambiente por contaminación de suelos. Ocasiona riesgo al componente Se requiere 4 horas para cambio de bomba	S2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Reparación de bomba hidráulica	Mantenimiento mecánico	5 000	14	Kit de sellos de Bomba hidráulica primaria secundaria y auxiliar
			12	No giran por filtro de aceite saturado	Ocasiona riesgo al personal por contacto con químicos, al equipo por desgaste acelerado, al ambiente por contaminación de suelos. Se requiere 2 horas para cambio de filtros	S3	Sustitución cíclica	Mecánica	Cambiar filtros	Mantenimiento mecánico	250	1	Filtros de aceite hidráulico
			13	No giran por pernos de fijación sueltos por error de montaje	Ocasiona riesgo al personal y al componente Se requiere 1 hora para ajustar pernos	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Ajustar pernos de montaje	Mantenimiento mecánico	2 000	1	
			14	No giran por pernos de fijación rotos por error en suministro	Ocasiona riesgo al personal y al componente Se requiere 2 horas para cambiar pernos	O3	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Cambiar pernos de montaje	Mantenimiento mecánico	20 000	6	Pernos de montaje de Bomba hidráulica primaria secundaria y auxiliar
			15	Pérdida de potencia por bajo caudal de aceite por error de calibración o montaje por	Ocasiona riesgo al equipo y a la producción. Se requiere 3 horas para corregir caudal	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Calibrar caudal de aceite de la unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	1 000	1	
			16	Pérdida de potencia por Baja presión de aceite por error de calibración o montaje por	Ocasiona riesgo al equipo y a la producción. Se requiere 3 horas para corregir presión	O2	Reacondicionamiento cíclico	Mecánica	Calibrar presión de aceite de la unidad de rotación	Mantenimiento mecánico	1 000	1	

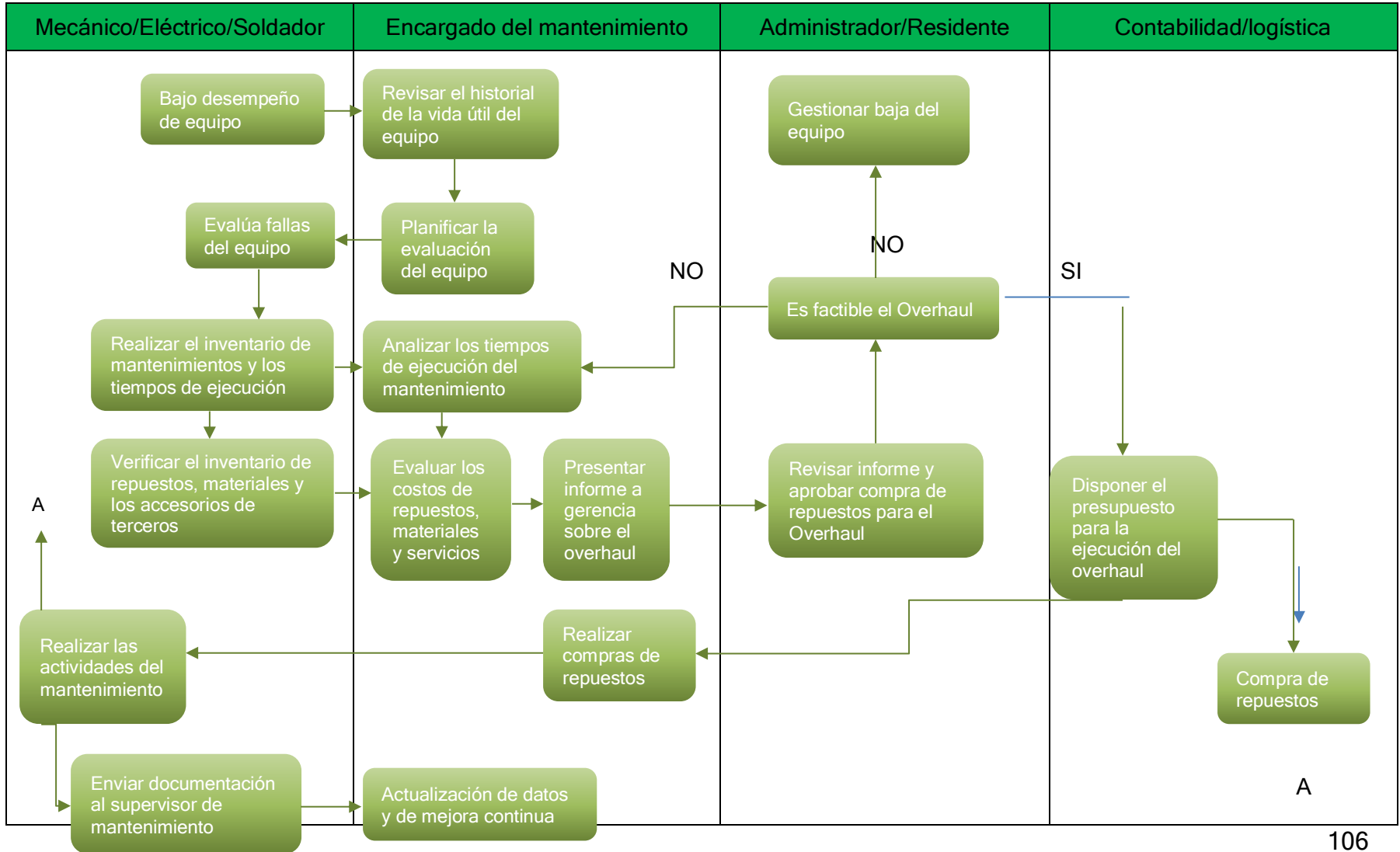
Diseño del proceso de mantenimiento preventivo



Diseño del proceso de mantenimiento correctivo



Flujograma del mantenimiento Overhaul



Anexo 6: Encuesta sobre el cumplimiento del mantenimiento programado

Encuesta

Nombre:

Cargo:

Maquina:

En cada una de las preguntas siguientes, rodee con un círculo el número que mejor se adecúe a su opinión sobre la importancia del asunto en cuestión. La escala que aparece encima de los números refleja las diferentes opiniones.

<i>Pregunta</i>	Escala de importancia				
	Muy malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno
¿Existe gestión de mantenimiento programado en la empresa?	1	2	3	4	5
¿Cree usted que el proceso de mantenimiento se cumple satisfactoriamente?	1	2	3	4	5
¿Está satisfecho con el modo en que se llevan a cabo los procesos de mantenimiento programado?	1	2	3	4	5
¿Cuentan con stock de repuestos para analizar los mantenimientos programados?	1	2	3	4	5
¿La empresa tiene técnicos capacitados para realizar el mantenimiento preventivo?	1	2	3	4	5
¿El área de mantenimiento cuenta con una persona encargada de la planificación de los mantenimientos?	1	2	3	4	5
¿Usted tiene conocimiento de algún formato o registro de mantenimiento de equipo de perforación de aire reverso T685WS?	1	2	3	4	5
¿Las fallas se detectan anticipadamente mediante inspecciones del equipo?	1	2	3	4	5
¿Conoce las frecuencias del mantenimiento que se debe de realizar a la perforadora?	1	2	3	4	5
¿Califique sobre la gestión de mantenimiento que actualmente se viene llevando en la perforadora de aire reverso T685ws?	1	2	3	4	5

Observación

TOTAL

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Encuesta sobre el cumplimiento de ordenes de trabajo

Encuesta

Nombre:

Cargo:

Maquina:

En cada una de las preguntas siguientes, rodee con un círculo el número que mejor se adecúe a su opinión sobre la importancia del asunto en cuestión. La escala que aparece encima de los números refleja las diferentes opiniones.

<i>Pregunta</i>	Escala de importancia				
	Muy malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno
¿Sabe usted que es una orden de trabajo?	1	2	3	4	5
¿Existe ordenes de trabajo de gestión de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad?	1	2	3	4	5
¿Cree usted que las ordenes de trabajo generadas se cumplen de manera satisfactoria?	1	2	3	4	5
¿Existe una persona encargada de crear las ordenes de trabajo?	1	2	3	4	5
¿Las ordenes de trabajo se aprueban de inmediato?	1	2	3	4	5
¿Existe direccionamiento de flujo para la ejecución de trabajos en base a ordenes de trabajo?	1	2	3	4	5
¿Todas las ordenes de trabajo generadas son ejecutadas?	1	2	3	4	5
¿Las ordenes de trabajo son registradas y archivadas por el área de mantenimiento?	1	2	3	4	5

Observación

TOTAL

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Encuesta sobre el mantenimiento que se da a la perforadora

ENCUESTA

Nombre:
Cargo:
Turno: Fecha:
Supervisor:

- 1. *¿Cuál es el nombre y modelo de la maquina?*

- 2. *¿Sabe usted de que año es el equipo que opera?*

- 3. *¿Sabe usted de que año es el equipo de perforación de aire reverso?*

- 4. *¿Qué funciones realiza la máquina?*

- 5. *¿En qué condiciones trabaja la máquina?*

- 6. *¿Revisa usted el equipo antes de empezar a usarla?*

7. *¿Cuántos días a la semana trabaja la máquina?*

8. *¿Cuáles son las fallas más comunes de la maquina?*

9. *¿Qué tipo de mantenimiento y cada cuanto tiempo se le da a la maquina?*

10. *¿Se cumple el plan de mantenimiento según el catálogo de la máquina?*

11. *¿El mantenimiento de la maquina lo realiza usted o lo realiza el área de mantenimiento de la empresa?*

12. *¿Tiene conocimiento del costo de los repuestos del equipo?*

13. *¿Lleva un control de cada mantenimiento que se le realiza al equipo?*

Observaciones:

Anexo 9: Instrumento - ficha de registro

Ficha de registro

Observación
 Lugar de investigación
 Ubicación de la empresa
 Indicador observado
 Periodo de la observación

Maquina T685WS	Fecha	PRE - TEST						POST - TEST								Incremento		
		Horas correctivas	Número de horas	Horas periodo	Horas operadas	MTBF	MTTR	confiabilidad	Disponibilidad	Horas correctivas	Numero de fallas	Horas periodo	Horas operadas	MTBF	MTTR		Confiabilidad	Disponibilidad
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Plan de mantenimiento preventivo SCHRAMM T685WS

Mantenimiento Preventivo Equipo SCHRAMM T685WS									
TURNO				FECHA					
MECANICO RESPONSABLE				HOROMETRO					
HORA DE INICIO				HORA DE TERMINO					
IITEM	COMPONENTE	ACTIVIDAD	COMPONENTE	PM1	PM2	PM3	PM4	CANTIDAD	OBSERVACIÓN
1	MOTOR DIESEL	CAMBIAR ACEITE DE MOTOR							
2	MOTOR DIESEL	CAMBIAR FILTRO DE ACEITE MOTOR							
3	MOTOR DIESEL	REVISAR ESTADO DE TENSOR DE CORREA							
4	MOTOR DIESEL	CHEQUEAR CORREAS VENTILADOR, ASPA Y PROTECCIONES							
5	MOTOR DIESEL	REVISAR ESTADO DE DUCTOS DE ADMISION, FILTROS							
6	MOTOR DIESEL	CAMBIAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO							
7	MOTOR DIESEL	CAMBIAR FILTRO DE AIRE SEGUNDARIO							
8	MOTOR DIESEL	CAMBIAR FILTRO DE COMBUSTIBLE PRIMARIO							
9	MOTOR DIESEL	CAMBIAR FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO							
10	MOTOR DIESEL	CAMBIAR FILTRO COMBUSTIBLE - SEPARADOR AGUA / COMBUSTIBLE							
11	MOTOR DIESEL	REVISAR NIVEL DE REFRIGERANTE							
12	MOTOR DIESEL	REVISAR SI EXISTEN FUGAS EN SISTEMA DE REFRIGERACION							
13	MOTOR DIESEL	REVISAR TURBO POR FUGAS							
14	CAJA REDUCTORA FUNK	CAMBIO DE ACEITE							
15	COMPRESOR	CAMBIO DE ACEITE							
16	COMPRESOR	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE LUBRICACIÓN COMPRESOR							

17	COMPRESOR	CAMBIO DE FILTRO SEPARADOR LINEA DE AIRE							
18	COMPRESOR	REVISAR AJUSTE DE EMBRAGUE							
19	CABEZAL DE ROTACIÓN	CAMBIAR ACEITE							
20	CABEZAL DE ROTACIÓN	REVISAR ESTADO DE RESPIRADEROS							
21	CABEZAL DE ROTACIÓN	REVISAR ESTADO DE RETENES SUPERIORES E INFERIORES							
22	CABEZAL DE ROTACIÓN	ENGRASAR RETENES SUPERIORES E INFERIORES							
23	CABEZAL DE ROTACIÓN	REVISAR FUGAS DE AIRE (CAMISA DE DESGASTE, SELLOS DE CHEVRON Y PACKING EN V)							
24	CABEZAL DE ROTACIÓN	REVISAR ALINEACIÓN DE CABEZAL							
25	CABEZA DE AIRE	REVISAR ENGRASE, RUIDOS Y FUGAS DE AIRE							
26	WINCHE INSPECCIÓN Y ARRASTRE	REVISAR ESTADO DE CABLES							
27	WINCHE INSPECCIÓN Y ARRASTRE	REVISAR CONDICION DE PROTECCION							
28	WINCHE INSPECCIÓN Y ARRASTRE	ENGRASAR POLEAS							
29	BOMBA DE LODO	CAMBIAR ACEITE							
30	BOMBA DE LODO	REVISAR CONDICION DE ENGRASE DE COMPONENTE							
31	BOMBA DE LODO	REVISAR PRESION DE VALVULA DE ALIVIO							
32	SISTEMA HIDRAULICO	REVISAR COMPONENTES POR FUGAS							
33	SISTEMA HIDRAULICO	CAMBIAR ACEITE HIDRAULICO							
34	SISTEMA HIDRAULICO	CAMBIAR FILTROS HIDRAULICOS							
35	SISTEMA HIDRAULICO	CAMBIAR FILTRO COALESENTE							
36	MANIPULADOR DE BARRA	REVISAR ESTADO DE MORDAZA							
37	MANIPULADOR DE BARRA	REVISAR ESTADO DE TENSIÓN DE CADENA Y CONJUNTO DE GUIAS							

		DESPLAZAMIENTO MORDAZA							
38	MANIPULADOR DE BARRA	REVISAR ESTADO DE ESTRUCTURA (VIGA, SISTEMA AMORTIGUADOR EN TAZA, ETC.)							
39	SISTEMA DE AVANCE	REVISAR ENGRASE DE SPROKET SUPERIORES E INFERIORES							
40	SISTEMA DE AVANCE	REVISAR ESTADO DE CADENAS							
41	IMPLEMENTACION Y ACCESORIOS	REVISAR CONDICION Y ESTADO							
42	SISTEMA ELECTRICO	REVISAR FOCOS, AMPOLLETAS Y CABLEADO EN GENERAL							
PARA MANTENIMIENTOS DE 250 HORAS APLICAR PAUTA PM1. PARA MANTENIMIENTOS DE 500 HORAS APLICAR PAUTA SM2. PARA MANTENIMIENTOS 1000 APLICAR PAUTAS PM3 y PARA MANTENIMINETOS 2000 APLICAR PAUTA PM4.									
OBSERVACIONES GENERALES:									

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Inspección de taller, sistema 5'S

	FORMATO								Código:	
	INSPECCION DE TALLER O AREA LABORAL								Versión: 00	
									Fecha de versión: 15/06/2022	
									Página: 1 de 1	
SUPERVISOR / INSPECTOR					ZONA:				FECHA:	
TALLER DE:										
NIVEL:										
AREA:										
CARACTERISTICAS A INSPECCIONAR	CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE			
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
¿Está debidamente iluminada el área de trabajo?										
¿El acceso es adecuado a la zona de trabajo?										
¿Las áreas para reparación son amplias?										
¿Tiene piso de concreto?										
¿Está debidamente sostenida?										
¿La ventilación es adecuada?										
¿Se cuenta con extintores en el taller?										
¿Está limpio y ordenado?										
¿Esta adecuadamente señalizado?										
¿Cuenta con los servicios básicos (agua y SS. HH)?										
¿Los pasadizos peatonales están libres de obstáculos?										
Cuenta con centro de acopio de RR.SS.?										
¿Cuenta con Kit Antiderrame?										
¿El techo del taller está en perfectas condiciones?										
Los anaqueles de repuestos/herramientas son adecuados?										
¿Cuenta con sistemas de comunicación (Teléfono)?										
¿Cuenta con estación de rescate y salvataje Minero?										
¿Los depósitos de combustibles, aceites y grasas están protegidas contra choques?										
El depósito de combustibles y lubricantes está separado de la playa de estacionan.?										
¿Está equipado con medios para contener escapes o fugas de combustible o aceites?										
Las áreas de máquinas/equipos y pasadizos peatonales están debidamente pintados?										
¿Las aberturas en los pisos mayor de 20 cm están protegidas con parrillas o barandas?										
OBSERVACIONES:										

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Inspección de rutas de escape donde B es bueno y M es malo

		FORMATO										Código:	
		INSPECCIONES DE RUTAS DE ESCAPE										Versión: 00	
												Fecha de versión: 16/06/2022	
												Página: 1 de 1	
SUPERVISOR Y/O INSPECTOR:					ZONA:					FECHA:			
VIAS DE ESCAPE													
AL LUGAR:													
Número	PUNTOS PARA INSPECCIONAR	CONDICION		CONDICION		CONDICION		CONDICION		CONDICION		CONDICION	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
1	ACCESO												
2	ILUMINACION												
3	CABLES ELECTRICOS												
4	VENTILACION												
5	DESATADO DE ROCAS												
6	ORDEN Y LIMPIEZA												
7	PUERTA DE REJILLA												
8	ESCALERAS												
9	PELDAÑOS												
10	PUNTAL DE DESCANSO												
11	ENTABLADO DESCANSOS												
12	NUMERACION ESCALERA												
14	REFUGIO												
15	SEÑALIZACION												
OBSERVACIONES:													

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Inspección del almacén - Sistema 5'S

		INSPECCION DE ALMACEN										Versión: 00	
												Fecha de versión: 16/06/2022	
												Página: 1 de 1	
RESPONSABLE:						ZONA:				FECHA:			
BODEGA N°													
LUGAR:													
NIVEL:													
AREA:													
N°	PUNTOS PARA INSPECCIONAR	ESTADO		ESTADO		ESTADO		ESTADO		ESTADO		ESTADO	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
1	ACCESO / INGRESO												
2	VENTILACION												
3	PARED FRONTAL												
4	PISO DE CONCRETO												
5	ALDABAS												
6	CANDADO												
7	ANAQUELES ASEGURADOS												
8	ANAQUELES CODIFICADOS												
9	SEÑALIZACION												
10	ILUMINACION												
11	PUERTA												
12	ORDEN												
13	LIMPIEZA												
14	CODIFICACIONES												
15	SOSTENIMIENTO												
16	CUNETAS DE BODEGA												
OBSERVACIONES:													

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Inspección de kit antiderrame - Sistema 5'S

		FORMATO			Código:		
		INSPECCION DE KIT ANTIDERRAME			Versión: 00		
					Fecha de versión:16/06/2022		
					Página: 1 de 1		
AREA		ZONA		NIVEL	FECHA		
SUPERVISOR / INSPECTOR							
N°	PUNTOS PARA VERIFICAR	ESTADO		OBSERVACIONES			
		B	M				
1	Paños absorbentes						
2	Salchichas de Absorción						
3	Bolsas /saco metalero para recolección de RR. SS						
4	Bandeja						
5	Cilindro blanco con arena limpia						
6	Cilindro blanco para arena contaminada.						
7	Pico						
8	Lampa						
9	Señalización						

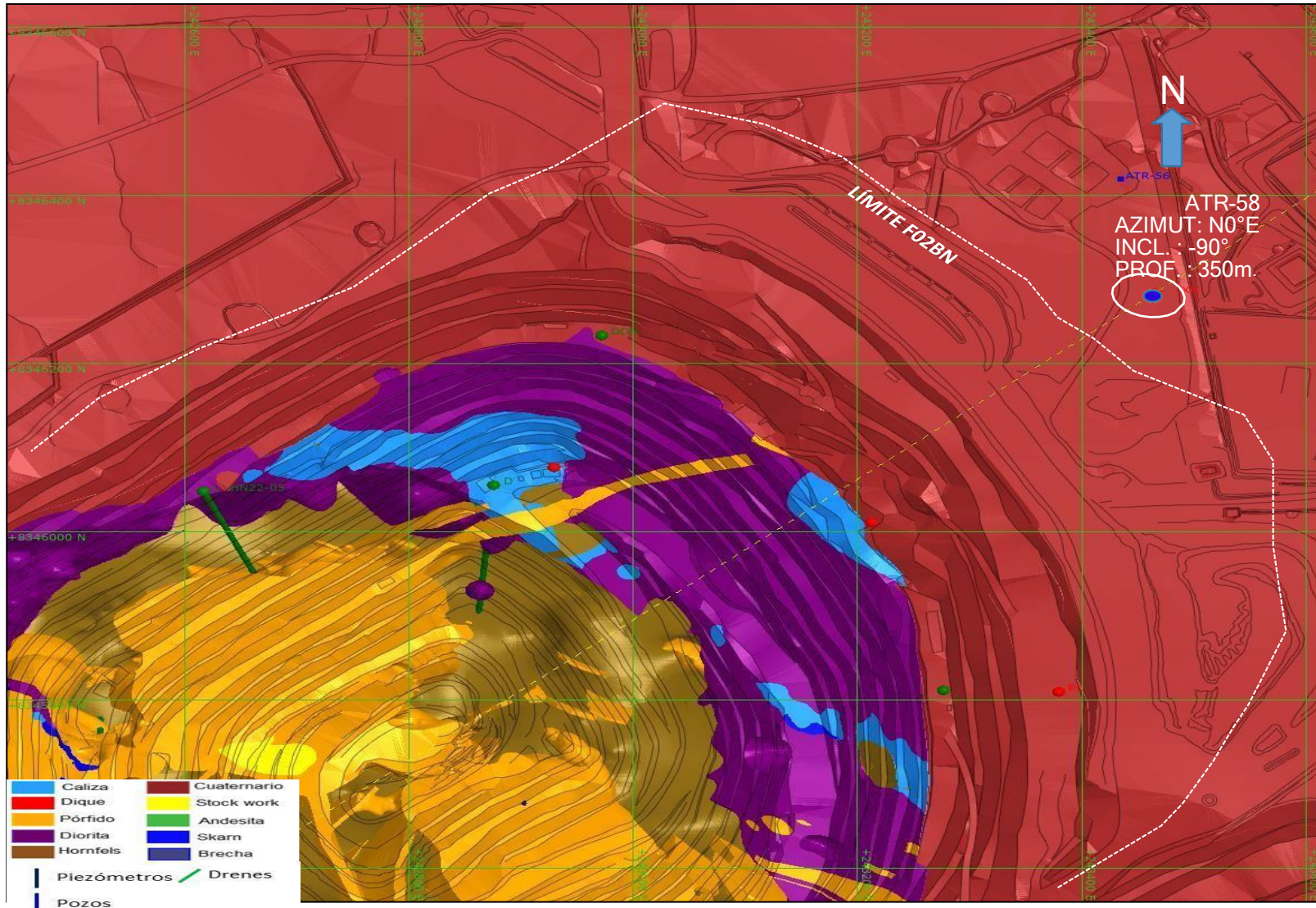
Fuente: Elaboración propia

SUPERVISOR / INSPECTOR

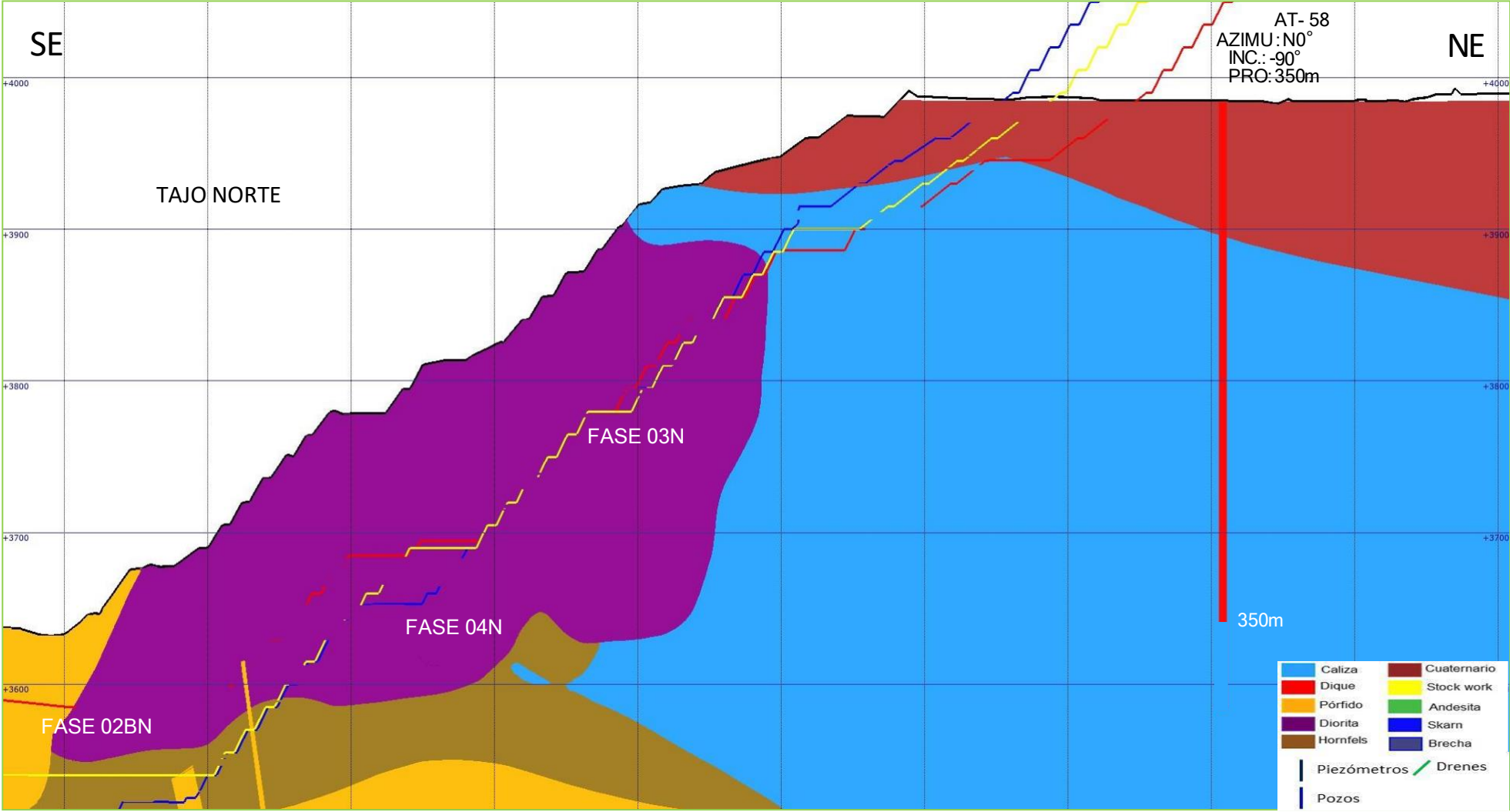
JEFE DE AREA

JEFE DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO SONDAJE ATR - 58



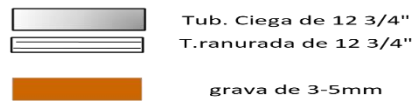
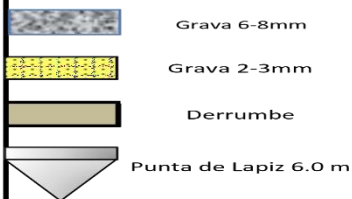
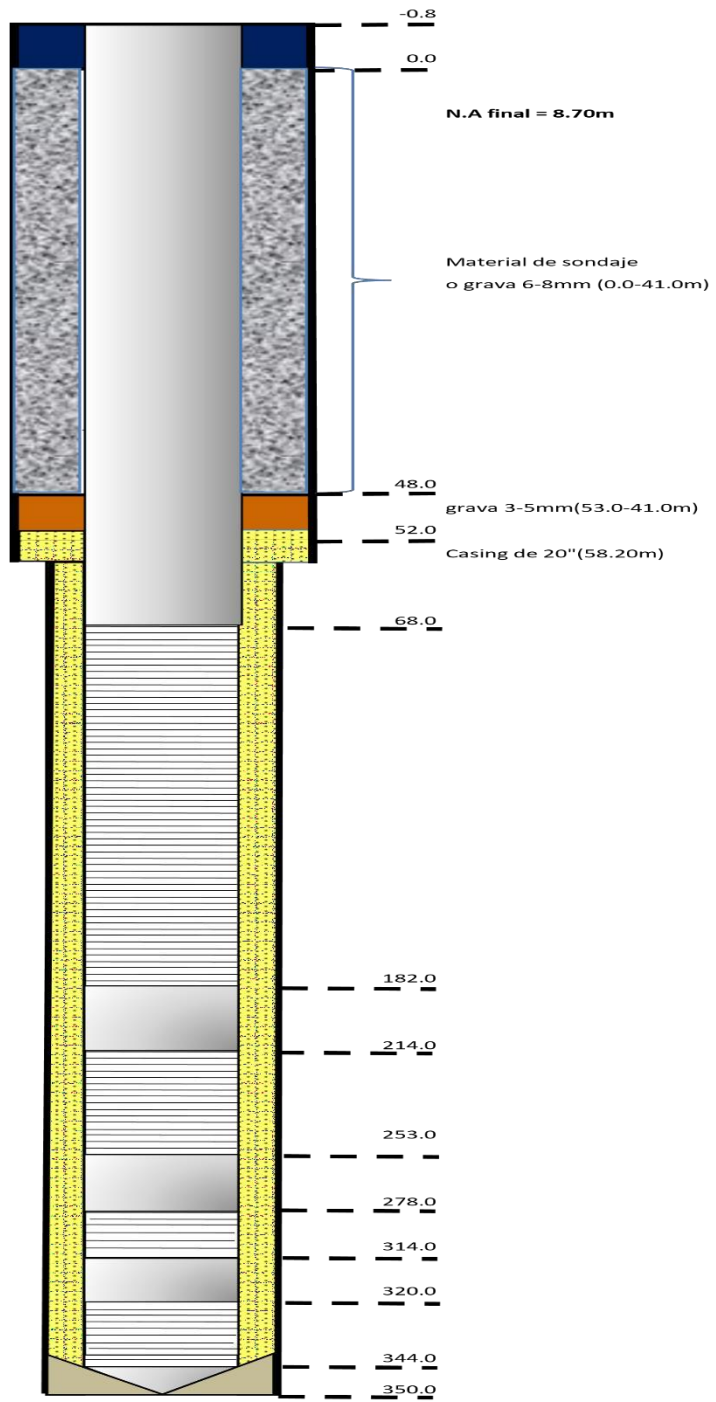
PROYECTO SONDAJE -5 - MIRANDO AL NW NORTE



Fuente: Geotec S.A.

DISEÑO POZO ATR-58

Nivel Superficie



Máquina: R-4-144

Zona: Almacenamiento de arena Fecha: 06/07/22

Turno: Día Noche

Perforista: Javier Horta Pérez Ayudante 1: Hosni M. Lopez

Ayudante 2: _____

Marcar antes de iniciar las Operaciones		7. Marcar al final del turno
1. Salud del Equipo de Trabajo		7.1 ESTADO DE MÁQUINA <input type="radio"/> C <input type="radio"/> NC 7.2 CABLE PRINCIPAL <input type="radio"/> C <input type="radio"/> NC 7.3 CABLE 1/2" (CABLE MUERTO), ABRAZADERA GRILLETE <input type="radio"/> C <input type="radio"/> NC 7.4 MANIPULADOR DE TUBERÍA Y GANCHOS <input type="radio"/> C <input type="radio"/> NC 7.5 ESTADO GENERAL DE LA TUBERÍA <input type="radio"/> C <input type="radio"/> NC 7.6 RADIO <input type="radio"/> C <input type="radio"/> NC 7.7 CANTIDAD DE TUBERÍA DESCARTADA <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> OTROS DE IMPORTANCIA <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100px; margin-top: 5px;"></div>
1.1 PERFORISTA <input checked="" type="radio"/> B <input checked="" type="radio"/> M	5.3 TUBERÍA DE PERFORACIÓN <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
1.2 AYUDANTE (1) <input checked="" type="radio"/> B <input checked="" type="radio"/> M	5.4 LETREROS DE SEGURIDAD <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
1.3 AYUDANTE (2) <input checked="" type="radio"/> B <input checked="" type="radio"/> M	5.5 LLAVES STILSON (46", 36", 24", 18") <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2. Seguridad en el Área de Trabajo	5.6 ABRAZAD. TIPO. MARIPOSA <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.1 RESGUARDOS DE LA MÁQUINA <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.7 BARRETA, PICOS, PALA, RASTRILLO <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.2 CADENAS DE PROTECCIÓN <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.8 COMBAS DE 8 Y 20 LIBRAS <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.3 PASADORES DE PINES <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.9 DADOS DE ENCASTE 1/2" Y 3/4" <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.4 APILAMIENTO DE TUBOS <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.10 ANCLAJES DEL CABLE GUIADOR <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.5 DISPONIB. DOCUMENTACIÓN SSMA (PET, IPERC, PLANES, POLÍTICAS, MSDS, FORMATOS) <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.11 LLAVES EN "U" <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.6 CONDICIÓN DE PLATAFORMA <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.12 ARCO, CIERRA, PATA DE CABRA <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.7 ACCESOS A LA PLATAFORMA <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.13 ACCESORIOS DE IZAJE <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.8 CONDICIONES DE LAS LUMINARIAS <input checked="" type="radio"/> B <input checked="" type="radio"/> M	5.14 PATO GRASERO, ACEITERO MANUAL <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.9 TACOS PARA CADA GATO <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.15 BRAZO DE LEVANTE (PLUMA) <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.10 ÁREA DE ESTACIONAMIENTO <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.16 TRÍPODES PARA LUZ <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.11 SISTEMA LO LOCK OUT <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.17 LLAVES PELTON <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.12 EXTINTORES <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.18 MÁSTIL CICLÓN <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.13 BOTIQUINES <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.19 MANGUERA CUTING, CADENA, POLEAS <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.14 WHIP SOCK DE MANGUERAS <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.20 TORNAMESA DE GIRO DE PLUMA <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.15 ZONA SEGURA <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.21 CAMIÓN PORTABARRAS <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.16 PARADA DE EMERGENCIA <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.22 COLGADORES EN CASETA <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
2.17 DELIMITACIÓN DE ÁREA <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.23 MARTILLO / TRICONO <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
3. Medio Ambiente	5.24 CONOS DE SEGURIDAD <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
3.1 CILINDROS DE RESIDUOS <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.25 TAPÓN, PROB. PAKER <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
3.2 LIMPIEZA DE PLATAFORMA <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.26 GANCHOS PARA SACAR DE TUBERÍA <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
3.3 SISTEMAS DE CONTENCIÓN MAQUINAS, TUBERIAS, ACEITES Y GRASAS <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.27 MALLAS PROTECT. DE MANGUERAS <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
3.4 CONDICIONES DE SS.HH. <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.28 CABLE PRINCIPAL 5/8" Y CABLE 1/2" (CABLE MUERTO), ABRAZADERA, GRILLETE <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
3.5 KIT AMBIENTAL COMPLETO <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	5.29 INCLINOMETRO <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
3.6 DISPONIBILIDAD DE MSDS <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	6. Condición de los Equipos	
3.7 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	6.1 NIVEL DE ACEITE <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
3.8 ROMBOGRAMAS DE LOS PRODUCTOS <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	6.2 NIVEL DE HIDROLINA <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
3.9 DISPONIBILIDAD DE MSDS <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	6.3 NIVEL DE AGUA <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
4. Equipos de Protección Personal	6.4 ¿HAY DESPERFECTO MECÁNICO? <input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO	
4.1 CASCOS <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	¿DÓNDE? _____	
4.2 OREJERAS / TAPONES <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	6.5 ¿EXISTE ALGUNA FUGA DE ACEITE? <input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO	
4.3 RESPIRADORES / FILTROS <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	¿DÓNDE? _____	
4.4 LENTES <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	6.6 ¿HAY DESGASTE DE LAS MANGUERAS? <input checked="" type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO	
4.5 GUANTES <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	¿DÓNDE? _____	
4.6 ROPA DE TRABAJO (MANEJICO) <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	6.7 ¿NECESITA TRABAJOS DE SOLDADURA? <input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO	
4.7 CHALECO DE SEGURIDAD <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	¿DÓNDE? _____	
4.8 ZAPATOS CON METATARSAL <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	6.8 NIVEL DE ELECTROLITO DE BATERÍA <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
4.9 BOTAS Y ROPA DE AGUA <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	6.9 BORNES DE BATERÍA LIMPIOS <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
4.10 ARNES Y LINEA DE VIDA <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	6.10 FAJAS DE ALTERNADOR TEMPLADAS <input type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	
4.11 BLOQUEADOR SOLAR <input checked="" type="radio"/> C <input checked="" type="radio"/> NC	6.11 ¿DESPERFECTO EN LA ILUMINACIÓN? <input type="radio"/> SI <input checked="" type="radio"/> NO	
	¿CUAL? _____	
	OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS DEL PERFORISTA	

	OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS DEL SUPERVISOR	

C = Conforme
 NC = No Conforme


SI = Si, Afirmativo
 NO = No, Negativo

B = Bueno
 M = Malo

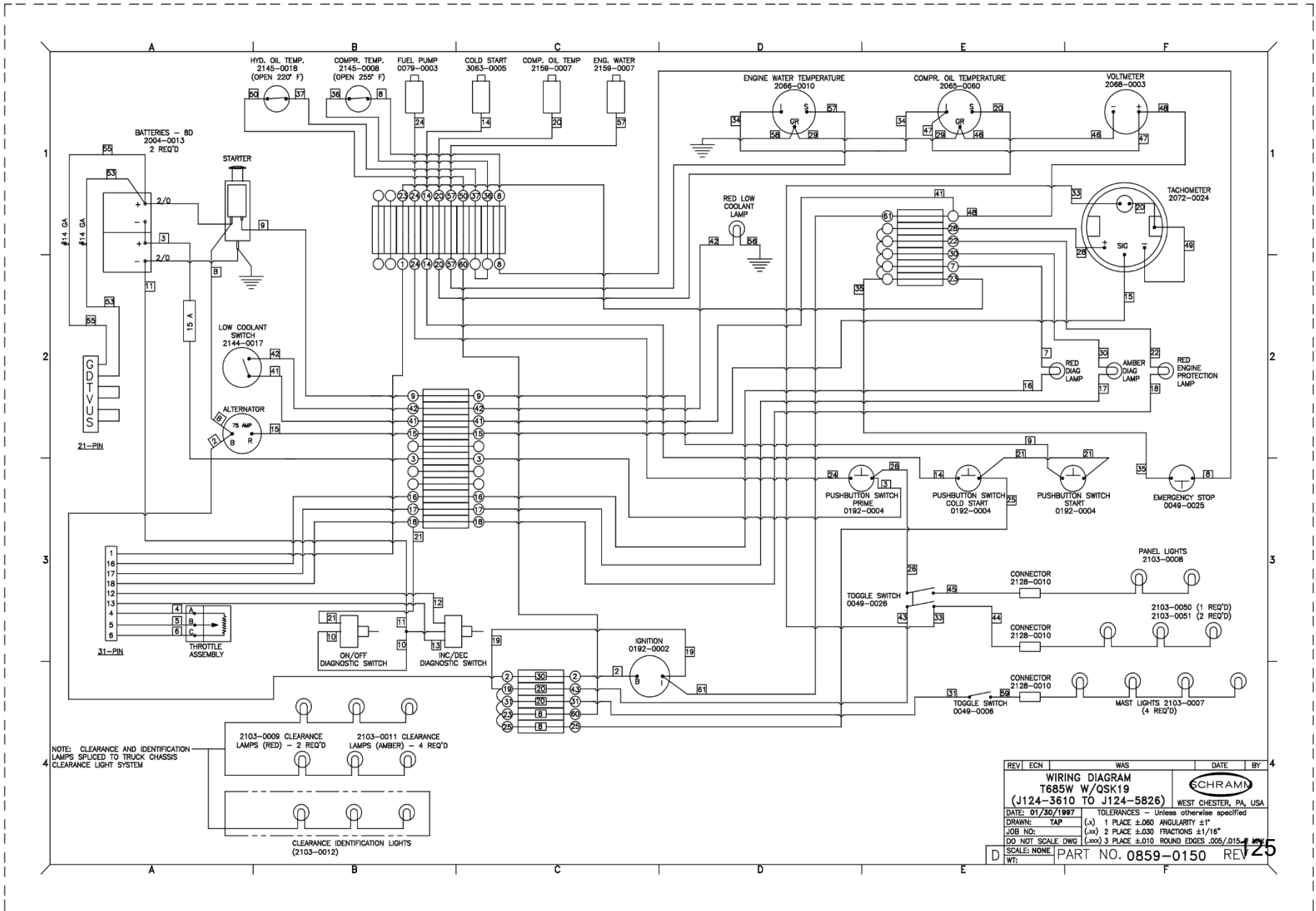
Colocar NA si la condición no aplica

Javier Horta Pérez
Firma del Perforista

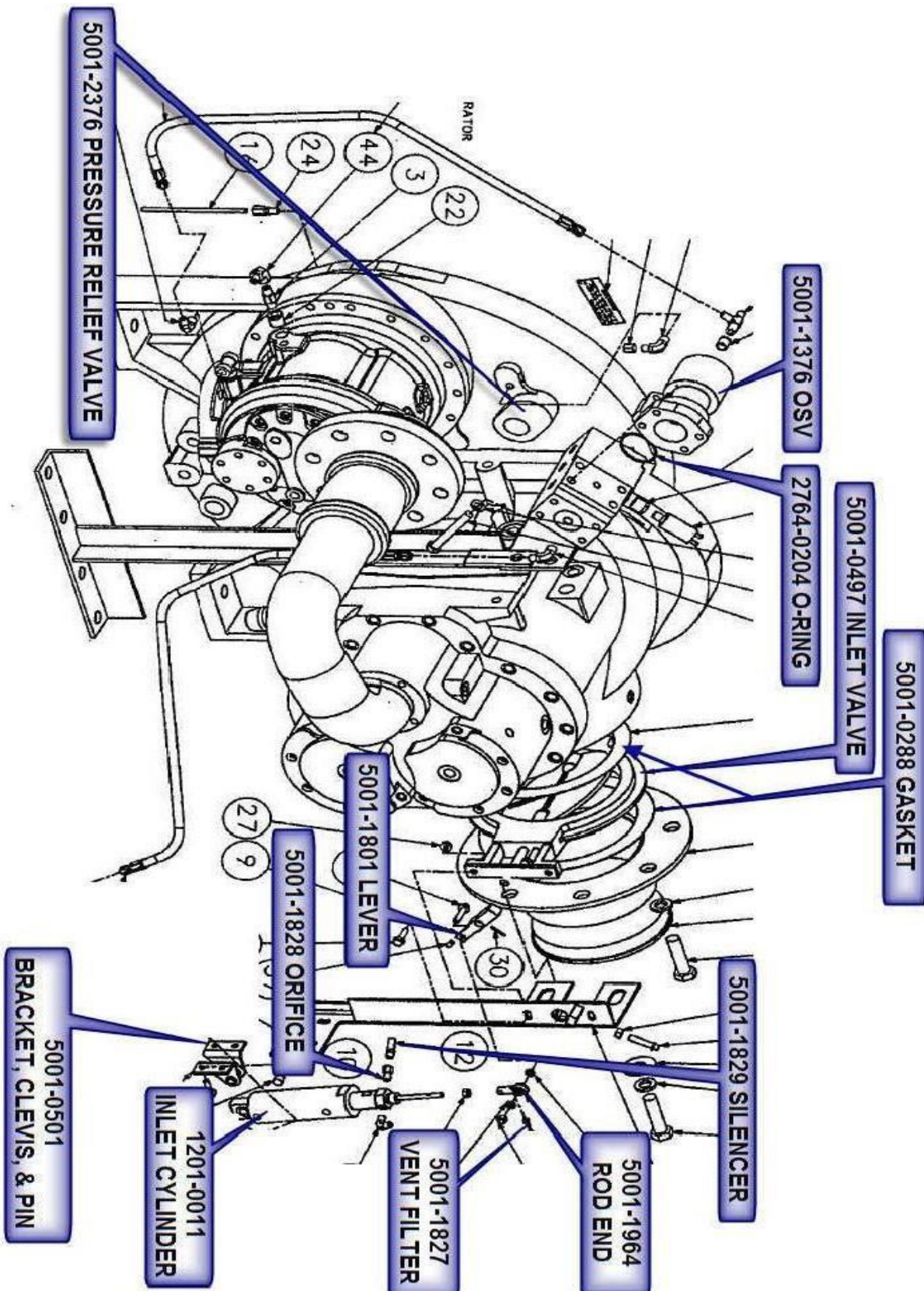
_____ **Firma del Sup. Operaciones**

		LISTA DE INSPECCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y EQUIPOS PORTATILES / FIJOS FORMATO				CÓDIGO:SSMA-EST-14-1 Versión : v.0			
DNI: 4458740 Inspector: <i>Ivan Carbajal Chavez</i>		Area: <i>Microseología</i>				Encargado de área:			
Fecha (d/m/a): <i>18-08-22</i>		Equipo portátil <input type="checkbox"/> Equipo Fijo <input type="checkbox"/>				Lugar/Código de Equipo:			
Tipo de Inspección: <input checked="" type="checkbox"/> Instalación eléctrica <input type="checkbox"/>						<i>PE-7-116 Almagos PE-7-149 PE-7-123</i>			
Periodo:									
Marcar con un aspa (X) según corresponda la respuesta a la descripción.									
Item	Descripción	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
INSPECCIONAR : INSTALACIONES ELECTRICAS /EQUIPO FIJO									
1	Cables se encuentran vulcanizados	/		/		/		/	
2	Tomacorrientes domestico /Industrial estan codificados/sellados	/		/		/		/	
3	Enchufes domestico /Industrial/ estan sellados	/		/		/		/	
4	Cables en el suelo estan protegidos para evitar su deterioro	/		/		/		/	
5	Iluminación suficiente en la zona de tableros eléctricos	/		/		/		/	
6	Cableado en buen estado en la zona de tableros eléctricos	/		/		/		/	
7	Equipos disponen de mangos aislantes	/		/		/		/	
8	Cables estan entubados o empotrados	/		/		/		/	
9	Tableros, cajas y conexiones eléctricas libres de polvo y grasa	/		/		/		/	
10	Se usan interruptores o llaves termomagnéticas en buen estado	/		/		/		/	
11	Tablero eléctrico principal esta conectado a tierra (puesta a tierra)	/		/		/		/	
12	Tableros estan alejados de líquidos inflamables y/o combustibles	/		/		/		/	
13	Circuitos y tableros estan codificados y rotulados	/		/		/		/	
14	Tableros disponen de señalización de riesgo eléctrico	/		/		/		/	
15	Existen cables que disponen de mas de tres empalmes	/	X	/	X	/	X	/	X
16	Estos cables requieren aislamiento o cambio debido a su uso	/	X	/	X	/	X	/	X
17	Se dispone Pararrayos (zonas de tormentas eléctricas)/ Insp. Trimestral	/		/		/		/	
18	Cajas de desconexión o tablero para equipos estan identificados	/		/		/		/	
19	Se tienen cables flexibles con deterioro del blindaje	/		/		/		/	
20	Cables flexibles simples o vulcanizados tienen el largo requerido	/		/		/		/	
21	Existen conexiones sueltas	/	X	/	X	/	X	/	X
22	Los cables cuenta con puesta a tierra	/		/		/		/	
23	Equipo portátil presenta mangos, carcazas u otras partes deterioradas	/	X	/	X	/	X	/	X
24	Los interruptores mantienen buenas condiciones de operación	/		/		/		/	
25	Equipo eléctrico presenta guardas de seguridad en buen estado	/		/		/		/	
26	Se tienen los registros de la ultima prueba de puesta a tierra	/	X	/	X	/	X	/	X
27	Pruebas de puesta a tierra cumplen con la resistencia requerida	/		/		/		/	
28	Existen equipos que operan con corriente continua	/		/		/		/	
29	La polaridad de las conexiones en corriente continua es correcta	/		/		/		/	
30	Existen un diagrama unifilar de la instalacion visible y actualizado	/		/		/		/	
31	Estan rotulados con cintas de color rojo para indicacion de peligro	/		/		/		/	
32	Responsable de mantenimiento cumple con fechas establecidas	/		/		/		/	
INSPECCIONAR : EQUIPO PORTATIL (esmeriles,taladros,amoladoras, soldadoras)									
33	Se tienen cables flexibles con deterioro del blindaje	/	X	/	X	/	X	/	X
34	Cables flexibles simples o vulcanizados tienen el largo requerido	/		/		/		/	
35	Existen conexiones sueltas	/	X	/	X	/	X	/	X
36	Los cables cuenta con puesta a tierra	/		/		/		/	
37	Equipo portátil presenta mangos, carcazas u otras partes deterioradas	/	X	/	X	/	X	/	X
38	Los interruptores mantienen buenas condiciones de operación	/		/		/		/	
39	Equipo eléctrico presenta guardas de seguridad en buen estado	/		/		/		/	
40	Existen equipos que operan con corriente continua	/		/		/		/	
41	Existen un diagrama unifilar de la instalacion visible y actualizado	/		/		/		/	
42	Estan rotulados con cintas de color rojo para indicacion de peligro	/		/		/		/	
43	Responsable de mantenimiento cumple con fechas establecidas	/		/		/		/	
44	Cables se encuentran vulcanizados	/		/		/		/	
45	Enchufes domestico /Industrial/ estan sellados	/		/		/		/	
46	Equipo disponen de mangos aislantes	/		/		/		/	
OBSERVACIONES:									
PLAN DE ACCION									
Item	Medida de Control	Responsable del Control				Fecha de Ejecución			

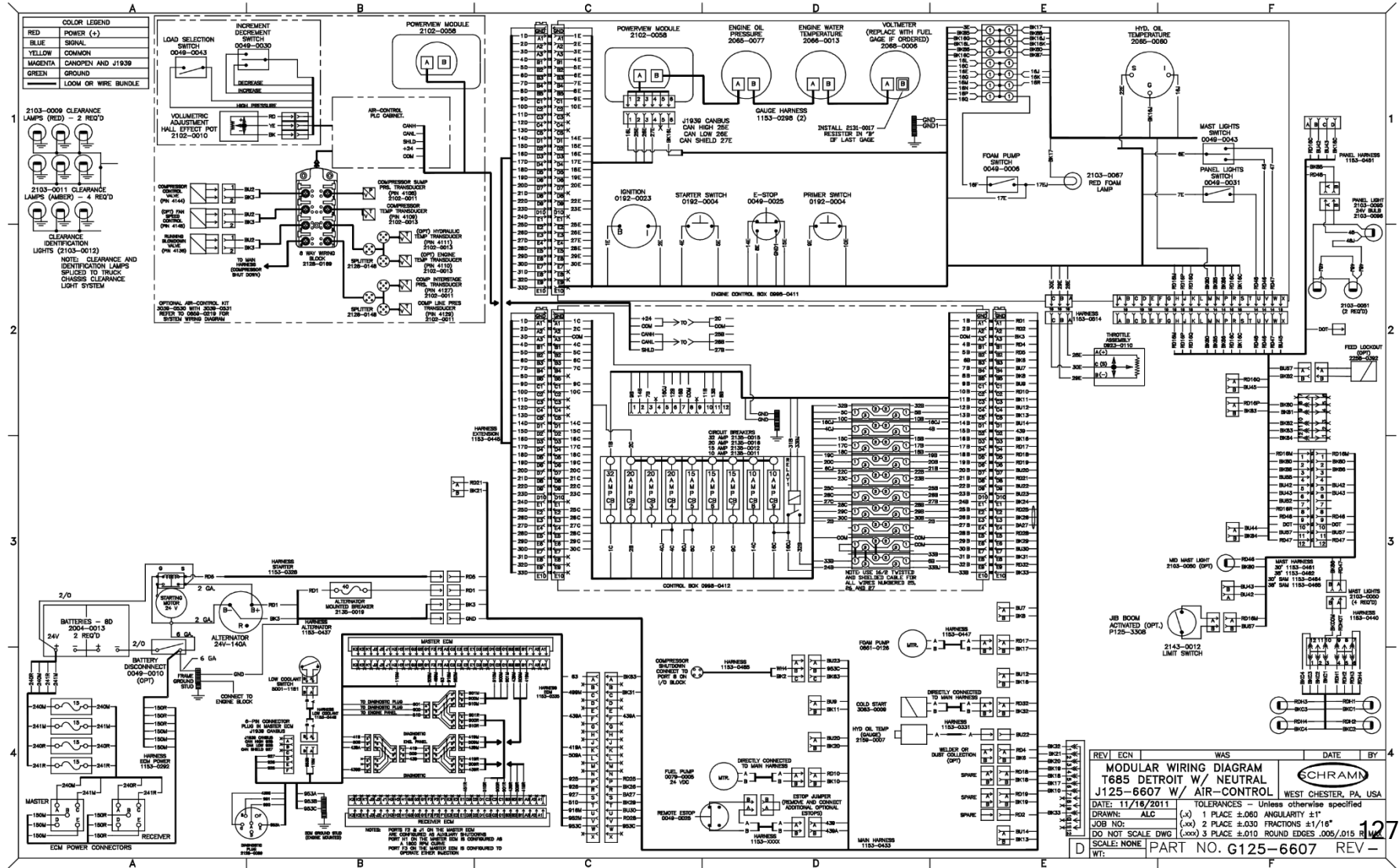
Anexo 16: Diagrama eléctrico de perforadora T685WS

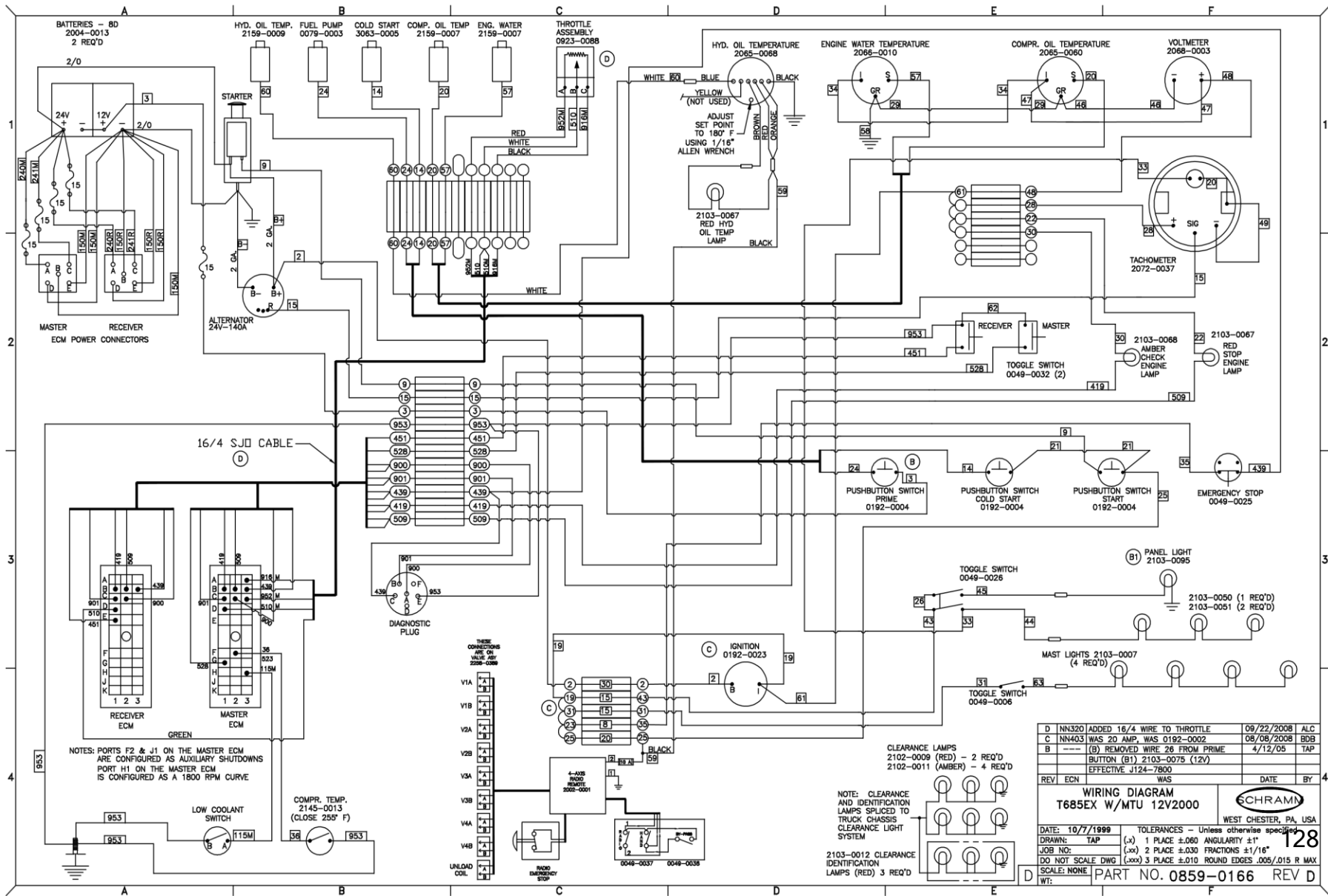


Anexo 17: Partes del compresor de aire



Anexo 18 : Diagrama de cableado modular eléctrico





NOTES: PORTS F2 & J1 ON THE MASTER ECM ARE CONFIGURED AS AUXILIARY SHUTDOWNS
PORT H1 ON THE MASTER ECM IS CONFIGURED AS A 1800 RPM CURVE

THESE CONNECTIONS ARE ON VALUE REF 2289-0088

VIA	X1
VIB	X1
VIA	X1
V2B	X1
V3A	X1
V3B	X1
V4A	X1
V4B	X1
V4C	X1
V4D	X1
UNLGD COIL	X1

CLEARANCE LAMPS
2102-0009 (RED) - 2 REQ'D
2102-0011 (AMBER) - 4 REQ'D

NOTE: CLEARANCE AND IDENTIFICATION LAMPS SPliced TO TRUCK CHASSIS CLEARANCE LIGHT SYSTEM
2103-0012 CLEARANCE IDENTIFICATION LAMPS (RED) 3 REQ'D

REV	ECN	WAS	DATE	BY
D	NN320	ADDED 16/4 WIRE TO THROTTLE	09/22/2008	ALC
C	NN403	WAS 20 AMP. WAS 0192-0002	08/08/2008	BDB
B		(B) REMOVED WIRE 26 FROM PRIME BUTTON (B1) 2103-0075 (12V)	4/12/05	TAP
		EFFECTIVE J124-7800		

WIRING DIAGRAM
T685EX W/MTU 12V2000
 WEST CHESTER, PA, USA
 DATE: 10/7/1999
 DRAWN: TAP
 JOB NO:
 DO NOT SCALE DWG
 SCALE: NONE
 WT:

TOLERANCES - Unless otherwise specified:
 (x) 1 PLACE ±.000 ANGULARITY ±1°
 (xx) 2 PLACE ±.030 FRACTIONS ±1/16"
 (xxx) 3 PLACE ±.010 ROUND EDGES .005/.015 R MAX

128
PART NO. 0859-0166 REV D



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA LA PERFORADORA DE AIRE REVERSO T685WS DE LA EMPRESA GEOTEC S.A.", cuyos autores son CASTILLEJO OLIVO JONATHAN KIRSCHEN, CARBAJAL CHAVEZ IVAN ANTHONY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 17 de Abril del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO DNI: 16728343 ORCID: 0000-0002-8925-4079	Firmado electrónicamente por: DRUBIODE el 17-04- 2023 10:33:44

Código documento Trilce: TRI - 0541515