

Implementación de la gestión de los indicadores de mantenimiento realizando la integración del CMMS y el software PBI utilizado en la empresa DRUMMOND ENERGY.

Julio Alberto Ricardo Herazo

Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director

Fabio Andrés Plata Torres

Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a todas esas personas que desde el primer momento fueron pieza fundamental para su culminación. El cariño incondicional de mi madre, que nunca faltó y fue un constante aliento para no desfallecer. La confianza inquebrantable de mi padre, fundamental para poder tomar decisiones. Los sabios consejos de mi hermana, que fueron un motivo constante para actuar. El cariño y la supervisión de mis queridas tías, Aida y Luz, fundamentales en momentos difíciles, como lo es una enfermedad. El amor de mis abuelos, que nunca faltó y siempre fue un motivo de superación. La constancia de mi amada Sorayita, compañera de viaje y de innumerables lecciones, quien siempre me recordó la importancia de abordar cualquier proyecto con buena actitud. A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

Agradecimientos

Este logro también se debe agradecer a mis superiores, quienes facilitaron los trámites de permisos para que pudiera asistir a clases. Les estoy completamente agradecido por su apoyo. Además, agradezco a Drummond Energy por su valiosa asistencia económica, la cual fue fundamental para ajustar las cuentas y convertir este proyecto en una realidad.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis profesores y compañeros de especialización por compartir su conocimiento y experiencia. Esta colaboración ha generado nuevas oportunidades y proyectos en mi trayectoria.

Asimismo, agradezco a la Universidad Industrial de Santander por su comprensión y flexibilidad en el proceso de trámite de cualquier requerimiento. Su eficiencia y profesionalismo fueron de gran ayuda en momentos críticos.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Objetivos	14
1.1. Objetivo General	14
1.2. Objetivos Específicos.....	14
2. Historia de la empresa.....	15
3. Materiales y métodos	16
3.1. Objetivos estratégicos	17
3.2. Acciones de mejorara.....	19
3.3. Proceso de Orden de Mantenimiento	20
3.4. CMMS PeopleSoft	26
3.5. Criticidad de equipos	30
3.6. Información requerida en PeopleSoft para el cierre de la orden de trabajo	34
3.7. Listas de chequeo según el Plan de Mantenimiento	35
3.8. Listas de consulta en PeopleSoft.....	42
3.9. Reporte de mantenimiento mediante Power BI	43
3.9.1. Desempeño de mantenimiento.....	44
3.9.2. Control de costos mediante Power BI.....	48
3.9.3. Gestión del mantenimiento	49
3.9.4. Rendimiento de la red eléctrica.....	51
4. Conclusiones	53

Referencias Bibliográficas 55

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Objetivos estratégicos O&M de Drummond Energy</i>	18
Tabla 2. <i>Acciones de mejora respecto los objetivos estratégicos</i>	19
Tabla 3. <i>Rutinas de Mantenimiento y código de frecuencia</i>	20
Tabla 4. <i>Metodología 5W +1H</i>	22
Tabla 5. <i>Listado de tareas creadas en PeopleSoft</i>	27
Tabla 6. <i>Plantilla de Trabajo creada al equipo M08735</i>	28
Tabla 7. <i>Matriz de criticidad</i>	31
Tabla 8. <i>Evaluación de criticidad</i>	32
Tabla 9. <i>Listado de equipos críticos</i>	40
Tabla 10. <i>Rutinas unidades ALS</i>	41
Tabla 11. <i>Grado de relevancia de pozos según su producción</i>	45
Tabla 12. <i>Grado de relevancia de equipos en el CPF</i>	45
Tabla 13. <i>Grado de relevancia de equipos en PTA</i>	46

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Proceso de Orden de Mantenimiento</i>	20
Figura 2. <i>Solicitud de Orden de Trabajo mediante AppShett</i>	23
Figura 3. <i>Formato de Nueva Orden mediante WhatsApp</i>	24
Figura 4. <i>Reporte PDF generado mediante notificación mediante AppSheet</i>	25
Figura 5. <i>Tarea creada en PeopleSoft</i>	28
Figura 6. <i>Plantilla de trabajo creada en PeopleSoft</i>	29
Figura 7. <i>Asignación de una plantilla de trabajo a un equipo en PeopleSoft</i>	30
Figura 8. <i>Criticidad de Equipos</i>	33
Figura 9. <i>Cierre de una tarea en PeopleSoft</i>	34
Figura 10. <i>Macro para crear Check List según programa de mantenimiento.</i>	36
Figura 11. <i>Sabana de Mantenimiento</i>	37
Figura 12. <i>Listas de chequeo semanales.</i>	38
Figura 13. <i>Correctivos pendientes por ejecutar visualizados en lista de chequeo</i>	39
Figura 14. <i>Lista de chequeo</i>	40
Figura 15. <i>Código SQL para la generación de listas de consulta en PeopleSoft</i>	42
Figura 16. <i>Resumen general del reporte</i>	43
Figura 17. <i>Desempeño de mantenimiento</i>	44
Figura 18. <i>Panel de seguimiento mensual de costos en Power BI</i>	48
Figura 19. <i>Panel de seguimiento del programa de mantenimiento</i>	50
Figura 20. <i>Reporte mensual de la red eléctrica</i>	51

Glosario

ALS (Artificial-Lift Systems): Unidad de Levantamiento Artificial.

AppSheet: aplicación que proporciona una plataforma de desarrollo sin código para software de aplicaciones

CMMS (Computerized Maintenance Management System): Sistema de gestión de mantenimiento computarizado.

CPF (Central Processing Facilities): Facilidad Central de Procesamiento.

Dashboard: herramienta de gestión de la información que monitoriza, analiza y muestra de manera visual los indicadores.

KPI (Key Performance Indicator): métrica cuantitativa que muestra cómo un equipo o empresa progresa.

O&M: Operación y mantenimiento

PBI (Power Bisness Intelligence): servicio de análisis de datos de Microsoft orientado a proporcionar visualizaciones interactivas y capacidades de inteligencia empresarial.

PeopleSoft: compañía que suministraba software de Planificación de Recursos Empresariales.

PMO (Planned Maintenance Optimization): se refiere a un conjunto de métodos organizativos utilizados para mejorar las prácticas de mantenimiento existentes.

RAM (Random Access Memory): memoria de almacenaje a corto plazo.

SQL (Structured Query Language): lenguaje de computación para trabajar con conjuntos de datos y las relaciones entre ellos.

Visual Basic: lenguaje de programación dirigido por eventos.

WTP (Water Treatment Plant): Planta de Tratamiento de Agua (PTA).

Resumen

Título: Implementación de la gestión de los indicadores de mantenimiento realizando la integración del CMMS y el software PBI utilizado en la empresa DRUMMOND ENERGY.*

Autor: Julio Alberto Ricardo Herazo**

Palabras Clave: Maintenance Management, Power BI, PeopleSoft, AppSheet, CMMS

Descripción:

Este documento surge de la necesidad de mejorar la gestión de los procesos de mantenimiento en Drummond Energy. Para abordar este desafío, se implementan nuevas herramientas tecnológicas, destacando la plataforma de AppSheet, administrada por Google. Esta plataforma se caracteriza por su capacidad para desarrollar aplicaciones sin necesidad de codificación, aprovechando fuentes de datos como Google Drive, Office 365 y otras bases de datos en la nube. Además, se utiliza Power BI para la visualización de los diferentes indicadores de mantenimiento, lo que profundiza la comprensión del rendimiento de los diversos equipos y facilita la identificación de áreas de mejora.

Asimismo, se optimizan los tiempos de programación mediante la implementación de macros en Visual Basic, lo que resulta crucial para generar de forma masiva listas de verificación asociadas a los planes de mantenimiento de manera eficiente y escalable. De igual forma, se crean en el CMMS PeopleSoft las diferentes rutinas de mantenimiento, las cuales generan las órdenes de trabajo de forma automática para su posterior programación. Estas mejoras sustanciales no solo contribuyen a fortalecer la trazabilidad de los equipos, sino que también coadyuvan a la realización de los objetivos estratégicos de la empresa, como la reducción de la huella de carbono y el cumplimiento de las metas de producción establecidas.

* Trabajo de Grado

** Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Fabio Andres Plata Torres, Especialista en Gerencia de Mantenimiento.

Abstract

Title: Implementation of the management of maintenance indicators by integrating the CMMS and the PBI software used in Drummond Energy*

Author(s): Julio Alberto Ricardo Herazo **

Key Words: Maintenance Management, Power BI, PeopleSoft, AppSheet, CMMS

Description:

This document arises from the need to improve the management of maintenance processes at Drummond Energy. To address this challenge, new technological tools have been implemented, with the platform of AppSheet, managed by Google, being prominent. This platform is characterized by its ability to develop applications without the need for coding, leveraging data sources such as Google Drive, Office 365, and other cloud-based databases. Additionally, Power BI is used for visualizing various maintenance indicators, deepening the understanding of equipment performance and facilitating the identification of areas for improvement.

Likewise, programming times are optimized through the implementation of macros in Visual Basic, which is crucial for mass generation of checklists associated with maintenance plans efficiently and scalably. Similarly, different maintenance routines are created in CMMS PeopleSoft, which automatically generate work orders for subsequent scheduling. These substantial improvements not only contribute to strengthening equipment traceability but also assist in achieving the company's strategic objectives, such as reducing carbon footprint and meeting established production targets.

* Degree Work

** School of Mechanical Engineering. Specialization in Maintenance Management. Advisor: Fabio Andres Plata Torres, Maintenance Management Specialist.

Introducción

La empresa Drummond Energy inc. se encuentra ubicada en el departamento del Cesar, Colombia. Tiene como actividad principal la exploración y producción sostenible de gas natural y otros hidrocarburos (Drummond Energy. inc, n.d.). Un aspecto relevante para garantizar el funcionamiento de sus operaciones es una adecuada gestión del mantenimiento de sus activos por lo que se hace crítico el manejo de indicadores de desempeño que permitan la revisión de la gestión y la optimización de los planes de mantenimiento; la compañía utiliza como CMMS el software PeopleSoft de Oracle, el cual fue inicialmente adaptado a las necesidades específicas de Drummond ltd. (operación minera). En lo relacionado con la gestión de indicadores de mantenimiento actualmente el software es limitado, debido a su enfoque en la administración financiera de las diferentes áreas de la mina.

Actualmente el CMMS es utilizado en la planeación, programación y registro de las actividades de mantenimiento, el software cuenta con módulos y herramientas adicionales que actualmente no se están utilizando por diferentes motivos.

La propuesta busca el máximo aprovechamiento de las capacidades CMMS utilizando todos los recursos disponibles necesarios, esto será posible completando cada requerimiento de trabajo con la información correcta y ordenada, permitiendo un mejor seguimiento de las ordenes de trabajo y el monitoreo de indicadores fundamentales como la disponibilidad y la confiabilidad. Además, teniendo la información cargada se puede emplear el módulo para generar consultas (Querys) que alimenten una base de datos con el fin de crear informes a través de Power BI. Estos informes proporcionarán una perspectiva más clara y facilitarán la toma de decisiones para mejorar la gestión de mantenimiento.

Es esencial revisar el Balanced Scorecard, revisar los indicadores establecidos, de esta forma identificar las variables necesarias para el cálculo de los mismos. De igual forma se debe identificar los equipos con mayor actividad operativa en los cuales se va a enfocar este proyecto, inicialmente se propone seguir la metodología RAMS (Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad), la cual se ha demostrado efectiva en prácticas de optimización (Coit & Zio, 2019). Otro aspecto importante es el soporte que brinda la visualización dinámica de tablas y gráficos mediante el Software Power BI, el cual posibilitará identificar el comportamiento de los diferentes equipos y establecer tendencias que ayuden a optimizar los planes de mantenimiento. Mediante esta metodología, se podrán tomar decisiones informadas y estratégicas para mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los activos, lo que resultará en una mayor eficiencia operativa.

Algunos trabajos muy parecidos resaltan la importancia de llevar una buena gestión del mantenimiento en algún tipo de programa especializado, como es el caso de Perenco Colombia Limited donde el autor en su proyecto de investigación titulado “MEJORAMIENTO EN LA GESTIÓN EN MANTENIMIENTO EN LA COMPAÑÍA PERENCO COLOMBIA LIMITED USANDO, INDICADORES DE CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD”(Castro & Javier, 2018) donde la compañía utiliza SAP PM como Software de trabajo. Sin embargo, este no estaba siendo aprovechado en su totalidad, donde tuvieron que pasar de una estrategia de mantenimiento correctivo a uno programado y predictivo con el fin de mejorar sus indicadores de confiabilidad y disponibilidad.

El propósito último de este proyecto es mejorar y optimizar la gestión de los indicadores de mantenimiento. Esto se logrará mediante la estructuración de la información disponible y la

utilización efectiva de las herramientas ya disponibles. Además, se empleará el software PBI para presentar los indicadores de manera dinámica, lo que facilitará la toma de decisiones fundamentadas en datos. Asimismo, se buscará mejorar la eficiencia operativa al identificar tendencias y patrones significativos relacionados con el mantenimiento de los activos de la empresa

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Optimizar integralmente la gestión de indicadores de mantenimiento mejorando la adquisición y cálculo de datos, y dinamizando su presentación mediante aplicaciones multiplataforma, para un acceso eficaz y flexible a información clave en la toma de decisiones.

1.2. Objetivos Específicos

Revisión del Balanced Scorecard, identificación de las variables requeridas.

Validación de la captura de la información en el CMMS, realizar las modificaciones necesarias que garanticen el cierre correcto de la orden de trabajo.

Revisión de las herramientas y módulos del CMMS que faciliten la elaboración de indicadores preferiblemente de manera automática en el propio CMMS.

Generación de archivos de consulta (Query) y estructurar a las condiciones requeridas por PBI.

Elaborar dashboard de PBI que permitan realizar la interacción con la información de la base de dato de mantenimiento mediante la asociación de equipos, modos de fallas entre otros. De esta forma se busca mejorar la toma de decisiones en talleres de PMO, RCA entre otros.

Desarrollar una herramienta multiplataforma que permita el flujo de información enfocado en la reducción de la cantidad de papel impreso, de esta forma se busca contribuir con los compromisos medio ambientales de la compañía.

2. Historia de la empresa

La historia de Drummond Company se inicia en 1935, cuando Heman Edward Drummond fundó la H.E. Drummond Coal Company en Sipse, Alabama, con el propósito de proveer carbón para hogares y usos agrícolas. Tras el fallecimiento de H.E. Drummond en 1956, la gestión de la empresa pasó a manos de la segunda generación de la familia Drummond. Durante la década de 1960, la producción de carbón experimentó un notable crecimiento, llevando a la compañía a expandirse y convertirse en la principal empresa de minería a cielo abierto en Alabama.

En 1985, Drummond firmó su primer contrato de concesión de carbón en Colombia, específicamente en La Loma, donde se encuentra la Mina Pribbenow. La producción inició en 1995, y en 1997 se suscribió otro contrato para la explotación de carbón en El Descanso. Ambas minas están conectadas por un ferrocarril de 195 kilómetros, con Puerto Drummond en Ciénaga, Magdalena, destacándose como uno de los más avanzados en la región, con capacidad para exportar hasta 60 millones de toneladas anuales.

En 2004, Drummond adquirió derechos para la exploración y producción de hidrocarburos en la zona de La Loma. En 2012, se logró la declaración de comercialidad del Campo La Loma, permitiendo el desarrollo de depósitos de gas metano asociados a capas de carbón.

Entre 2017 y 2018, Drummond llevó a cabo la fase exploratoria del primer piloto de producción de hidrocarburos en Colombia, siendo actualmente operador de seis contratos de hidrocarburos bajo Drummond Energy, Inc. En 2021, la compañía celebró seis años consecutivos como el principal productor y exportador de carbón.

En ese mismo año, se realizaron estudios de viabilidad para un proyecto de generación de energía solar fotovoltaica denominado "Parque Solar Fotovoltaico Cañahuate", con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂, diversificar la matriz energética y contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En 2023, la ANLA otorgó la licencia ambiental para la construcción del "Parque Solar Fotovoltaico Cañahuate 240 MW". La primera fase, Cañahuate I, con 54 MWac, se espera que esté operativa en la segunda mitad de 2024, marcando un avance significativo hacia la neutralidad de carbono.

3. Materiales y métodos

Con el propósito de ofrecer una solución efectiva y sostenible a largo plazo, se han delineado una serie de pasos que asegurarán resultados positivos. Primero, se revisarán los objetivos estratégicos de la compañía para comprender claramente los impactos deseados como resultado final. A continuación, se realizará un análisis de los objetivos estratégicos que desde el área de mantenimiento se pueden mejorar para lograr un fin en común, de este modo empezaremos revisando el proceso de la orden de trabajo para identificar áreas de mejora en el CMMS. De igual modo, como plantea (Mauricio & Pinzón, 2003) las soluciones planteadas a lo largo del proceso de mejora deben ser estudiadas en otras áreas del conocimiento de las cuales se tiene conocimientos básicos, en este caso en particular temas de programación.

Después, se procederá a definir los equipos prioritarios mediante un análisis de criticidad, con el fin de concentrar los esfuerzos en los equipos que representan mayor relevancia a la compañía. Posteriormente, se elaborará un programa utilizando Visual Basic para generar de

manera masiva las diferentes listas de verificación del programa de mantenimiento. Se reconoce la importancia de una trazabilidad precisa de las actividades de mantenimiento para mejorar los indicadores. Además, se desarrollará una aplicación utilizando AppSheet que será un valioso recurso para la elaboración de reportes y seguimiento de las actividades de mantenimiento. Esta aplicación permitirá controlar los reportes correctivos, los hallazgos durante las inspecciones, consulta de componentes en inventario, identificación de equipos, visualización de órdenes pendientes por ejecutar y el almacenamiento digital de documentos vitales en la operación.

Para concluir, se entregará un informe en Power BI que satisfaga las necesidades de la gerencia, identificando aspectos cruciales tanto para la operación como para el mantenimiento. Este informe no se limitará exclusivamente a indicadores, sino que también resaltarán tendencias importantes, como el control mensual de costos y sus diversos rubros.

3.1. Objetivos estratégicos

La consecución exitosa de los objetivos estratégicos propuestos por Drummond Energy reviste una importancia fundamental para la organización, ya que no solo representa la realización de metas internas, sino también la manifestación de estabilidad y confianza ante sus inversores. Cumplir con estos objetivos no solo consolida la posición financiera y operativa de la empresa, sino que también fortalece la relación con los inversionistas, demostrando un compromiso continuo con la excelencia, la sostenibilidad y la responsabilidad corporativa. La transparencia en la consecución de metas no solo es una medida de éxito interno, sino también un indicador crucial que genera confianza a niveles altos de la organización, elementos esenciales para el crecimiento

sostenible y la prosperidad a largo plazo. Algunos objetivos estratégicos se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 1.

Objetivos estratégicos O&M de Drummond Energy

Objetivo	Justificación
Operar el Campo Caporo de manera sostenible	Drummond Energy busca alcanzar un equilibrio financiero operando el Campo Caporo, cumpliendo con presupuestos de producción y costos.
Mejorar el desempeño operacional	La organización se propone superar el rendimiento operacional del año anterior mediante la reducción sistemática de los riesgos operativos. Este enfoque tiene como objetivo principal garantizar una operación segura y sostenible, minimizando la probabilidad de incidentes de índole social y ambiental.
Cumplir con presupuestos y metas establecidas	La ejecución eficiente de las operaciones de la organización, en consonancia con los presupuestos y metas predefinidas, constituye otro objetivo central. La atención meticulosa a los parámetros establecidos contribuye a la coherencia financiera y operativa de Drummond Energy, fundamentando su proyección a largo plazo.
Optimizar el rendimiento a través de la mejora continua	La organización se compromete a optimizar su rendimiento global mediante la implementación constante de mejoras en su Sistema Integrado de Gestión basado en procesos. Esta estrategia refleja el compromiso de Drummond Energy con la excelencia operativa y la adaptabilidad continua a las mejores prácticas y estándares de la industria.
Fomentar un ambiente de trabajo óptimo	Como parte integral de sus objetivos estratégicos, Drummond Energy busca mejorar constantemente su rendimiento organizacional a través de la promoción de un ambiente de trabajo propicio. El cultivo de una cultura laboral positiva y productiva es esencial para el éxito sostenible de la organización

Nota: La tabla muestra algunos de los objetivos estratégicos de la compañía relacionados a O&G

En este contexto, desde el área de mantenimiento se plantea la implementación de mejoras en los procesos de gestión, un aspecto clave que será detallado a lo largo de este trabajo, contribuyendo de manera directa al logro de estos objetivos estratégicos.

3.2. Acciones de mejorara

La mejora de los procesos y el logro de los objetivos de la compañía parten de una premisa fundamental: lo que no se mide, no se puede mejorar. En este sentido, se han delineado acciones con base en los objetivos estratégicos de la empresa, con el fin de optimizar los procesos y garantizar el cumplimiento de dichos objetivos.

Tabla 2.

Acciones de mejora respecto los objetivos estratégicos

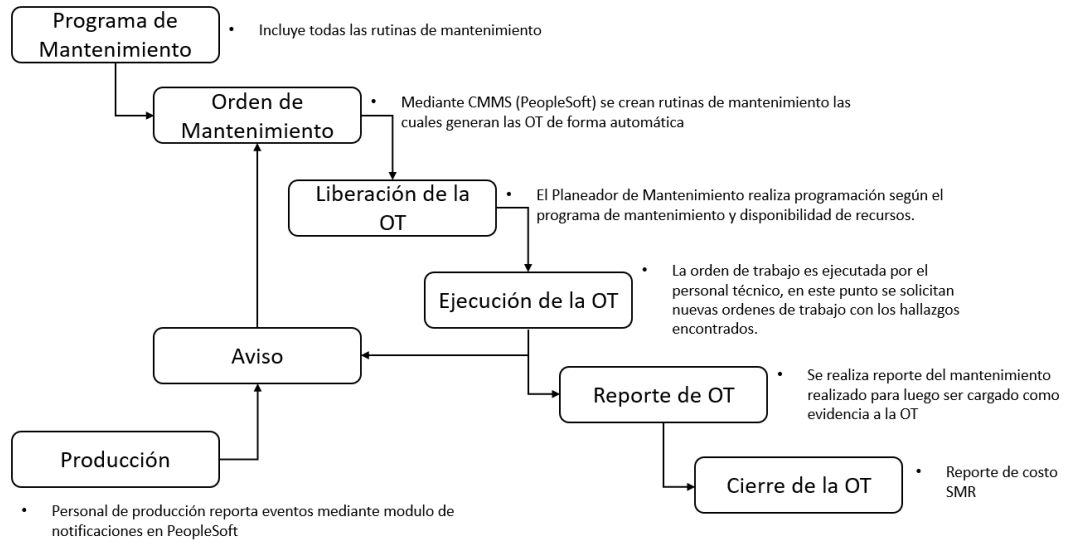
Objetivo	Acción dentro del proceso de Mantenimiento
Mejorar el desempeño operacional	Sistematización de los procesos, mejorar la trazabilidad.
Operar el Campo Caporo de manera sostenible	Control de costo mediante reporte mensual en PBI mediante la identificación de malos actores.
Cumplir con presupuestos y metas establecidas	Mediante la interacción dinámica en PBI establecer planes de trabajo en los equipos que mayor impacta el cumplimiento de los objetivos.
Optimizar el rendimiento a través de la mejora continua	Implementación de nuevas estrategias como lección de un punto, uso de tarjetas roja y azul, uso de aplicaciones multi plataforma y realización de PMO entre otros.

Nota: La tabla muestra los objetivos de la compañía y las acciones por parte de mantenimiento para lograr su cumplimiento.

3.3. Proceso de Orden de Mantenimiento

Figura 1.

Proceso de Orden de Mantenimiento



Nota: La figura muestra el orden que sigue una orden de trabajo.

La creación de órdenes de trabajo (OT) en Peoplesoft se realiza de dos maneras. En primer lugar, las rutinas son generadas automáticamente de acuerdo con el programa de mantenimiento establecido el cual tiene diferentes rutinas como son:

Tabla 3.

Rutinas de Mantenimiento y código de frecuencia

Ítem	Periodo	Código Frecuencia
1	Diaria	I-1
2	Semanal	I-7
3	Mensual	I-30
4	Cada mes y medio	I-45
5	Bimestral	I-60
6	Trimestral	I-90

7	Cuatrimestral	I-120
8	Semestral	I-180
9	Anual	I-365
10	Cada 18 Meses	I-1.5A
11	Bienal	I-2A
12	Cada 4 años	I-4A
13	Cada 6 años	I-6A
14	Cada 3 años	I-3A
15	Quincenal	I-15
16	Cada 8 años	I-8A
17	Cada 12 años	I-12A

Nota: la tabla muestra el código por periodo utilizado para la lógica de programación

Por otro lado, la creación manual de órdenes de trabajo se lleva a cabo en respuesta a los hallazgos (correctivos) identificados por los técnicos o a los avisos generados por el departamento de producción.

Dentro del proceso de mejora continua, se implementó una solución para la notificación utilizando la plataforma AppSheet, la cual hace parte del grupo aplicativo de soluciones tecnológicas de Google en el manejo de bases de datos. Esta herramienta posibilita la generación automática de un informe en formato PDF con la información necesaria, siguiendo la metodología de los 5W+1H. La finalidad de esta iniciativa es perfeccionar la descripción del problema a resolver al abordar de manera integral las preguntas clave: ¿Qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Quién?, ¿Cómo? y ¿Cuál?

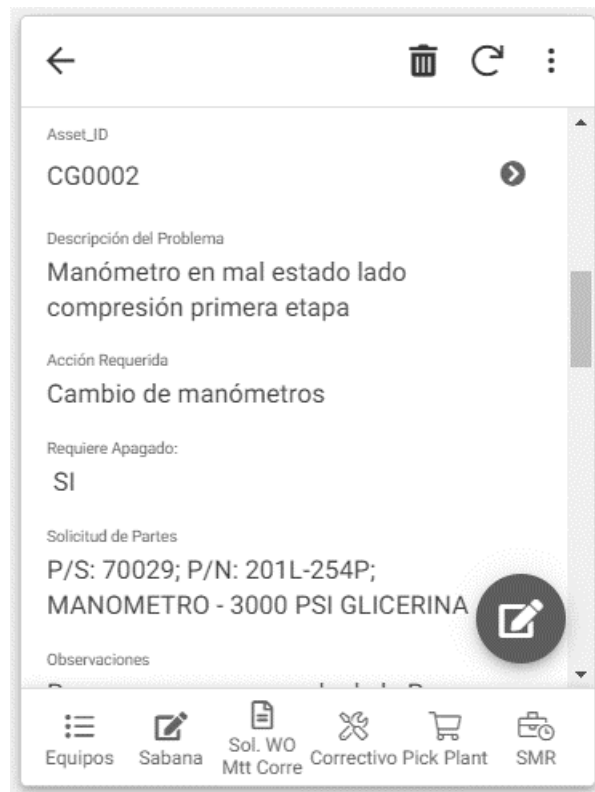
Tabla 4.*Metodología 5W + 1H*

5W + 1H	Pregunta
¿Qué? (What?)	¿Qué hace evidente el problema?
	¿En qué se manifiesta el inconveniente?
¿Dónde? (Where?)	¿En qué lugar, sitio o parte de la maquina ò material ocurre el problema?
¿Cuándo? (When?)	¿Cuándo ocurrió el problema?
	¿Bajo qué circunstancias ocurre el problema?
¿Quién? (Who?)	Depende de las actuaciones humanas el hecho de que aparezca o no el problema?
¿Cómo? (How?)	¿Cuál es la forma en que se presenta el problema?
	¿Cómo difiere de la situación normal o de un patrón?
¿Cuál? (Which?)	¿Hay una tendencia de problema?
	¿Hay un patrón de comportamiento?

Nota: La tabla muestra las preguntas que se deben responder al usar la metodología 5W+1H

Figura 2.

Solicitud de Orden de Trabajo mediante AppSheet



Nota: La figura muestra como se visualiza el dashboard cuando se crea una nueva orden utilizando la aplicación AppSheet

Asimismo, considerando que WhatsApp es uno de los medios de comunicación más utilizados por todo el personal operativo y técnico, se ideó una solución para abordar la pérdida de información asociada a numerosas notificaciones realizadas a través de esta plataforma. Se logró implementar una funcionalidad que permite aprovechar la información contenida en los reportes para agilizar su pronta notificación.

Figura 3.

Formato de Nueva Orden mediante WhatsApp

REPORTE DE NUEVA ORDEN

ID Correctivo: 0100
Work Order: 44964
Fecha: 01/22/2024
Equipo: CG0002
Descripción: Manómetro en mal estado lado compresión primera etapa
Acción Requerida: Cambio de manómetro
Solicitud de Partes: P/S: 70029; P/N: 201L-254P; MANOMETRO - 3000 PSI GLICERINA
Reportado por: Diego Blanco
Estado: Abierta
Criticidad: Importante (1-2 sem)
PDF https://www.appsheet.com/template/gettablefileurl?appName=NewApp-5461498&tableName=Reporte_Nueva_Orden&fileName=appsheet%2FData%2FMTT_DEI%2FSolicitudes_Nuevas_Ordenes%2F0100_44964_CG0002.PDF&appVersion=1.001290&signature=3f78079624024d90b25eca61325d3c7d5646855ed7268ec3ca2460cf224dbdb46e983b17578326d3775281aed2d3d289

Nota: La imagen muestra como se reporta en WhatShapp desde Apsheet

Con el propósito de optimizar la trazabilidad de la información en el CMMS, es esencial adjuntar el informe en formato PDF al realizar la solicitud de una actividad correctiva. Esta práctica no solo mejora la recepción de la información por parte del Planeador de Mantenimiento, sino que también facilita la obtención oportuna de los repuestos necesarios.

Figura 4.

Reporte PDF generado mediante notificación mediante AppSheet



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Reporte Nueva Orden

Work Order: 44964
Fecha: 22/01/2024
Asset_ID: CG0002
Ubicación: CPF - AJAX
Descripción del Problema: Manómetro en mal estado lado compresión primera etapa
Acción Requerida: Cambio de manómetros
Requiere Apagado: Y
Observaciones: Programar en una parada de la Power Plant
Estado: Abierta
Tecnicos: 1
H/H Total: 1
Criticidad: Importante (1-2 sem)
Reportado Por: Diego Blanco
Imagen #1:



Nota: La imagen muestra como Appsheet crea los reportes en formato PDF

Esta herramienta resulto ser mucho mas poderosa de lo que inicialmente se tenia pensado, en ella se pudo contener la informacion de los diferentes inventarios lo cual dio solucion al acceso de la informacion al personal tecnico para temas de consulta de repuestos, de igual forma permitio mejorar la trazabilidad de la asignacion de los mismos a los diferentes equipos para futuras consultas.

3.4. CMMS PeopleSoft

Una función fundamental del módulo de mantenimiento en PeopleSoft es la creación de rutinas de mantenimiento asociadas al plan de mantenimiento. Estas se programan dependiendo de la estrategia la cual puede ser por horas de operación o por fecha, en nuestro caso en particular y por la naturaleza de operación de 24 horas, se optó por una programación por fecha y se genera de forma automática para su posterior programación.

Antes de establecer las rutinas de mantenimiento, es necesario crear todas las tareas asociadas al plan de mantenimiento. Estas tareas deben permitir identificar la frecuencia del mantenimiento requerido y la especialidad necesaria para llevar a cabo el trabajo (ya sea mecánica, eléctrica o de instrumentación).

Con el fin de estandarizar el modelo y la programación, se estandarizo el siguiente modelo:

Tarea = Frecuencia + Ejecutor

Donde la tarea hace referencia a la rutina de mantenimiento la cual debe ser ejecutada según una frecuencia establecida (unidad de tiempo) por un técnico específico (ejecutor)

Tabla 5.*Listado de tareas creadas en PeopleSoft*

Rutina	Frecuencia [días]	Ejecutor	Temple ID
Inspección Semanal - Mecánico	7	M	I-7_M
Inspección Semanal - Eléctrico	7	E	I-7_E
Inspección Semanal - Instrumentista	7	I	I-7_I
Inspección Mensual - Mecánico	30	M	I-30_M
Inspección Mensual - Eléctrico	30	E	I-30_E
Inspección Mensual - Instrumentista	30	I	I-30_I
Inspección Bimestral - Mecánico	60	M	I-60_M
Inspección Bimestral - Eléctrico	60	E	I-60_E
Inspección Bimestral - Instrumentista	60	I	I-60_I
Inspección Trimestral - Mecánico	90	M	I-90_M
Inspección Trimestral - Eléctrico	90	E	I-90_E
Inspección Trimestral - Instrumentista	90	I	I-90_I
Inspección Semestral - Mecánico	180	M	I-180_M
Inspección Semestral - Eléctrico	180	E	I-180_E
Inspección Semestral - Instrumentista	180	I	I-180_I
Inspección Anual - Mecánico	365	M	I-365_M
Inspección Anual - Eléctrico	365	E	I-365_E
Inspección Anual - Instrumentista	365	I	I-365_I

Nota: La tabla muestra como se estandarizo el código para crear las tareas en el CMMS

Figura 5.

Tarea creada en PeopleSoft

The screenshot displays the 'Work Order Task Template' interface. At the top, it shows 'SetID 3084H Maintenance Hydrocarbons Div.' and 'Template ID I-30_E'. The description is 'PM Mensual - Electricista'. Below this, there are fields for 'Asset Type', 'Asset Subtype', 'Manufacturer ID', and 'Model'. The 'Task Data' section includes 'Effective Date' (15/05/2023), 'Effective Status' (Active), 'Task Duration' (1.00 Hours), and 'Description' (PM Mensual - Electricista). There is also a 'Resolution Code' field. At the bottom, there is an 'Auto Assignment - PM Default' section and a navigation bar with tabs for Labor, Inventory, Purchase/On-hand, Tools, Instructions, Checklist, Notes, Attachments, and Inspection Plan.

Nota: La figura representa el proceso a seguir en la creación de una tarea en Peoplesoft.

El paso a seguir es la creación de la plantilla de trabajo, la designación utilizada fue:

Plantilla de trabajo = Ubicación + Referencia/Grupo de equipo + Frecuencia

Tabla 6.

Plantilla de Trabajo creada al equipo M08735

Rutina	Frecuencia [días]	Ubicación	Equipo	Ref/Grupo	WO_Template
Inspección Semanal - Mecánico	I-7	PTA	M08735	P	PTA_P_I-7
Inspección Semanal - Eléctrico	I-7	PTA	M08735	P	PTA_P_I-7
Inspección Semanal - Instrumentista	I-7	PTA	M08735	P	PTA_P_I-7
Inspección Mensual - Mecánico	I-30	PTA	M08735	P	PTA_P_I-30
Inspección Mensual - Eléctrico	I-30	PTA	M08735	P	PTA_P_I-30
Inspección Mensual - Instrumentista	I-30	PTA	M08735	P	PTA_P_I-30
Inspección Bimestral - Mecánico	I-60	PTA	M08735	P	PTA_P_I-60
Inspección Bimestral - Eléctrico	I-60	PTA	M08735	P	PTA_P_I-60

Inspección Bimestral - Instrumentista	I-60	PTA	M08735	P	PTA_P_I-60
Inspección Trimestral - Mecánico	I-90	PTA	M08735	P	PTA_P_I-90
Inspección Trimestral - Eléctrico	I-90	PTA	M08735	P	PTA_P_I-90
Inspección Trimestral - Instrumentista	I-90	PTA	M08735	P	PTA_P_I-90
Inspección Semestral - Mecánico	I-180	PTA	M08735	P	PTA_P_I-180
Inspección Semestral - Eléctrico	I-180	PTA	M08735	P	PTA_P_I-180
Inspección Semestral - Instrumentista	I-180	PTA	M08735	P	PTA_P_I-180
Inspección Anual - Mecánico	I-365	PTA	M08735	P	PTA_P_I-365
Inspección Anual - Eléctrico	I-365	PTA	M08735	P	PTA_P_I-365
Inspección Anual - Instrumentista	I-365	PTA	M08735	P	PTA_P_I-365

Nota: La tabla muestra cómo se creó la lógica para la asignación de las plantillas de trabajo por equipo en el CMMS

Figura 6.

Plantilla de trabajo creada en PeopleSoft

Work Order Job Template

SetID 3084H Maintenance Hydrocarbons Div. Show Where Used

Template ID PTA_P_I-30 Description PM Mensual

Default Asset Applicability

Asset Type [dropdown] Asset Subtype [input]
 Manufacturer ID [input] Model [input] Task Template Search [input]

Job Data Find | View All First 1 of 1 Last

*Effective Date 1/5/2023 *Effective Status Active
 Job Duration 2.00 Hours *Description PM Mensual (244 characters remaining)
 Resolution Code [input]

Job Steps Personalize | Find | View All First 1-2 of 2 Last

Task Number	*Sequence	*Dependent Task	Overlap Percentage	*WO Task Template ID	Description	Task Duration (Hrs)
1	10	None		I-30_E	Task Template	[input] [input]
2	20	None		I-30_I	Task Template	[input] [input]

OK Cancel Apply

Nota: La imagen muestra como se asignan diferentes tareas a una plantilla de trabajo.

Después de crear la plantilla de trabajo, esta puede asignarse a un grupo específico de equipos. Por ejemplo, en nuestra situación, contamos con 15 pozos que requieren las mismas rutinas de inspección semanal. Por lo tanto, solo es necesario crear una plantilla semanal y asignarla a los diferentes equipos.

Figura 7.

Asignación de una plantilla de trabajo a un equipo en PeopleSoft

The screenshot displays the PeopleSoft interface for assigning a work template to an equipment group. The top section shows metadata: Business Unit (3084H), AM Business Unit (3084H), Tag Number, Description (PM Mensual), PM Schedule ID (000000337), Asset ID (M08735), Description (PTA - WATER TREATMENT PLANT), Maintenance Type (MONTHLY), Basis Date (01/08/2018), and Due Date (01/03/2024). Below this is the 'General Options' section, which includes fields for Effective Date (02/01/1901), Status (Active), WO Job Tmpit (PTA_P_I-30), Threshold % (100), Lead Days, and Calendar. A 'Scheduling Option' section contains radio buttons for generating work orders based on the PM Schedule. A 'Date-based Schedule' section includes a dropdown for Schedule Type (Monthly by Date) and a field for Date of the Month (01).

Nota: La imagen muestra como se asigna una plantilla de trabajo a un equipo, en este punto se establecen las frecuencias en las cuales el CMMS debe generar de forma automática las ordenes de trabajo.

3.5. Criticidad de equipos

Drummond Energy cuenta con dos grupos de equipos clasificados como Equipo fijo y Equipo Móvil, el primer grupo hace referencia en su mayoría a unidades de levantamiento artificial

(ALS) y otros ubicados en diferentes locaciones como son Planta de tratamiento de Agua (PTA) y Planta Central de Procesamiento (CPF). Por otro lado, Equipo Móvil hace referencia a los equipos relacionados con actividades de perforación y servicio de pozo, cuando no están operando se encuentran en estado de espera y localizados en una ubicación llamada Patio de Geología. Con el fin de tener una clasificación de los equipos se realiza una evaluación de su criticidad para la operación

Tabla 7.

Matriz de criticidad

		Grado		
Elementos de Evaluación		3	2	1
S	Seguridad, Polución & Entorno	Una falla podría causar serios problemas de seguridad y entorno en el área circundante	Una falla podría causar algunos problemas de seguridad y entorno en el área circundante	Una falla no causará problemas de seguridad o entorno en áreas circundantes
Q	Calidad y Rendimiento	Una falla podría causar productos defectuosos o afectar seriamente al rendimiento	Una falla podría causar variaciones de calidad o afectar moderadamente el rendimiento	Una falla no podría afectar ni a la calidad ni al rendimiento
W	Estatus de operación	24 hs. de operación	de 7 a 14 hs. de operación	Operación intermitente
D	Factor de retraso (costo de oportunidad)	Una falla pararía la planta entera	Una falla pararía solamente el sistema afectado	Está disponible una unidad de reserva. Es más económico esperar el fallo y repararlo.

P	Periodo (intervalo de falla)	Paradas frecuentes (cada 6 meses o más)	Paradas ocasionales (aprox. 1 vez al año)	Difícilmente se produce una parada (menos de 1 vez al año)
M	Mantenibilidad	Tiempo reparación: 4 hs. o más. Costo de reparación: >10K US	Tiempo reparación: 1- 4 hs. Costo de reparación: entre 5K y 10K US	Tiempo reparación: 1 hs. o menos. Costo de reparación menos de 5K US

Nota: La tabla muestra los aspectos tenidos en cuenta a la hora de definir la criticidad de los equipos.

Como criterio se seleccionan los equipos que suman el 82% del valor crítico total, de esta forma se busca mejorar la asignación de los recursos del plan de mantenimiento.

Tabla 8.

Evaluación de criticidad

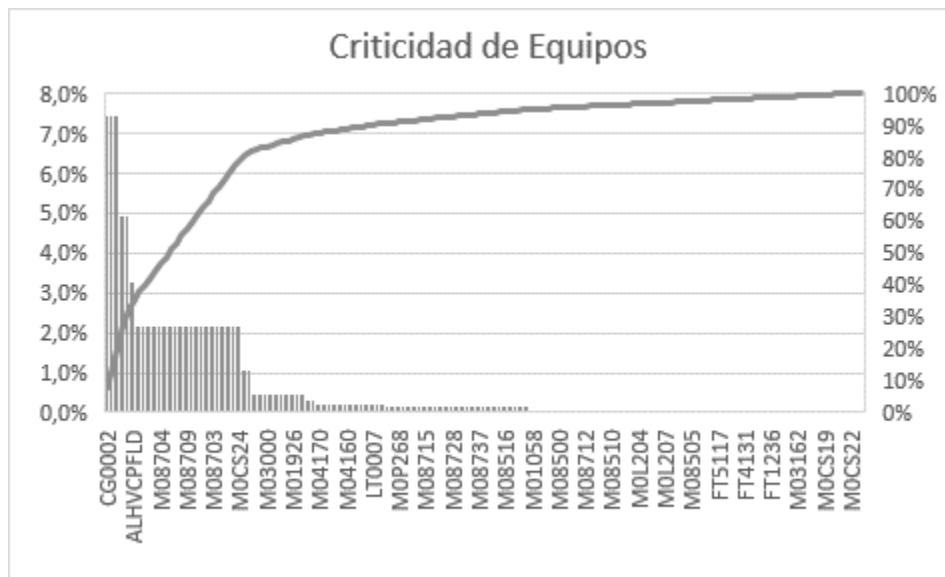
Equipo	Grupo	S	Q	W	D	P	M	Valor	%
CG0002	Equipo Fijo	3	3	3	3	3	3	729	7,4%
CPF001	Equipo Fijo	3	3	3	3	3	3	729	7,4%
MOP270	Equipo Fijo	3	3	3	3	3	3	729	7,4%
M08735	Equipo Fijo	3	3	3	3	3	2	486	5,0%
P605339200	Equipo Fijo	3	3	3	3	3	2	486	5,0%
ALHVCPLD	Equipo Fijo	2	3	3	3	3	2	324	3,3%
GR0001	Equipo Fijo	2	3	3	2	3	2	216	2,2%
M08731	Equipo Fijo	2	3	3	2	3	2	216	2,2%
M08732	Equipo Fijo	2	3	3	2	3	2	216	2,2%
M08707	Equipo Fijo	2	3	3	2	3	2	216	2,2%
M08704	Equipo Fijo	2	3	3	2	3	2	216	2,2%
M01926	Equipo Móvil	2	2	1	2	2	3	48	0,5%
MOP257	Equipo Móvil	2	2	1	2	2	3	48	0,5%
M04049	Equipo Móvil	2	2	1	2	2	3	48	0,5%
M01926	Equipo Móvil	2	2	1	2	2	3	48	0,5%
MOP257	Equipo Móvil	2	2	1	2	2	3	48	0,5%
M04049	Equipo Móvil	2	2	1	2	2	3	48	0,5%
M01926	Equipo Móvil	2	2	1	2	2	3	48	0,5%

LT0006	Equipo Fijo	1	1	3	2	2	2	24	0,2%
LT0005	Equipo Fijo	1	1	3	2	2	2	24	0,2%
M01922	Equipo Móvil	2	2	1	2	2	1	16	0,2%
M08509	Equipo Móvil	2	2	1	2	2	1	16	0,2%
M0P268	Equipo Móvil	2	2	1	2	2	1	16	0,2%
LT0006	Equipo Fijo	1	1	3	2	2	2	24	0,2%
LT0005	Equipo Fijo	1	1	3	2	2	2	24	0,2%
M01922	Equipo Móvil	2	2	1	2	2	1	16	0,2%
M08709	Equipo Fijo	2	3	3	2	3	2	216	2,2%
M08700	Equipo Fijo	2	3	3	2	3	2	216	2,2%

Nota: Esta tabla es una muestra representativa de como fue realizado el análisis de criticidad a los equipos de Drummond Energy

Figura 8.

Criticidad de Equipos



Nota: Del grafico se puede establecer que el 20% de los equipos representan el 82% de la criticidad de la operación.

Del análisis de criticidad se busca establecer los equipos a los cuales se crearan las rutinas de mantenimiento en el CMMS

3.6. Información requerida en PeopleSoft para el cierre de la orden de trabajo

Para establecer los campos requeridos en la creación de listas de verificación y consultas (Query) que posteriormente se utilizarán en Power BI, es crucial identificar los campos necesarios para una gestión eficaz del cierre de las órdenes de trabajo. Por lo tanto, los campos identificados incluyen: orden de trabajo, fecha de inicio, fecha de finalización, horas trabajadas y técnico responsable.

Además, es necesario adjuntar la lista de verificación completada por el técnico, la cual incluye cualquier desviación identificada y/o corregida. En caso de que alguna desviación requiera ser abordada en una ventana de oportunidad programada, se generará una nueva orden de servicio de tipo correctivo solicitada a través de AppSheet

Figura 9.

Cierre de una tarea en PeopleSoft

Work Order

Actuals for Task Q | < < 1 of 3 > >

Task Number 1 Scheduled Start 25/12/2023 00:00

*Sequence 10 Scheduled End 25/12/2023 23:59

*Task Description Inspeccion Semanal - Mecánico Actual Start 06/01/2024 07:00

225 characters remaining Actual End 06/01/2024 08:30

[Labor \(2\)](#) [Inventory](#) [Purchase/On-hand](#) [Tools](#)

Labor Actuals < < 1-2 of 2 > >

	Craft	Empl ID	Name	Actual Start Date/Time	Actual End Date/Time	Actual Hours	Labor Cost Rate	Labor Bill Rate	Currenc
1	MECHANIC CONT						30,00	30,00	USD
2	MECHANIC CONT	OGMASA_M003	Masa, Mechanic 3	06/01/24 00:00	06/01/24 00:00	1,50	30,00	30,00	USD

Nota: La imagen muestra los campos requeridos por el CMMS para dar cierre a una orden de trabajo.

3.7. Listas de chequeo según el Plan de Mantenimiento

Las listas de verificación desempeñan un papel crucial en la ejecución del plan de mantenimiento, ya que reflejan la información necesaria para llevar a cabo diversas rutinas. En aras de mejorar estos procesos, se ha implementado una sistematización. Inicialmente, se imprimían los formatos (50 hojas aproximadamente) y los técnicos ingresaban manualmente toda la información. Esta práctica, además de ser ambientalmente insostenible, propiciaba errores de digitación al depender de la entrada manual de datos. Además, complicaba el proceso de planificación, ya que los documentos debían escanearse y luego cargarse como evidencia para rastrear el trabajo realizado.

Para abordar estas limitaciones, se propone una sistematización mediante la plataforma Drive. Esta solución simplificará significativamente la ubicación de las órdenes a ejecutar, las cuales se asignarán de manera semanal. Este enfoque no solo reduce la huella ecológica, sino que también optimiza la eficiencia del proceso al minimizar errores y facilitar la trazabilidad del trabajo ejecutado.

La programación se realiza mediante Visual Basic en donde es muy importante crear la interfaz del usuario, para ello como recomienda (Ramírez, 2021) acotar los recursos necesarios para no ocupar recursos del sistema que al final demandan memoria RAM y podría interferir en el correcto funcionamiento.

Figura 10.

Macro para crear Check List según programa de mantenimiento.

```

Sub LlamarcopiarArchivos()
    CopiarArchivos
End Sub

Sub CopiarArchivos()
    Dim i As Integer
    Dim j As Integer
    Dim copia As String
    Dim pega As String
    Dim ruta As String
    Dim libro As Workbook
    Dim AssetID As String
    Dim InfoCorrectivos As Variant ' Variable para almacenar la información de Correctivos
    Dim wsCorrectivos As Worksheet
    Dim wsCorrectivos2 As Worksheet
    Dim LastRow As Long
    Dim NuevaHoja As Worksheet
    Dim NombreHoja As String
    Dim LibroActual As Workbook
    'On Error Resume Next

    Sheets("Correctivos").Visible = True
    Set wsCorrectivos = ThisWorkbook.Sheets("Correctivos")
    Sheets("Sabana").Select
    j = Cells(Rows.Count, 3).End(xlUp).Row

    For i = 5 To j
        Sheets("Sabana").Select
        Check_list = Range(Cells(i, 29), Cells(i, 29))
        Hoja = Range(Cells(i, 22), Cells(i, 22))
        wo = Range(Cells(i, 11), Cells(i, 11))
        equipo = Range(Cells(i, 3), Cells(i, 3))
        description = Range(Cells(i, 4), Cells(i, 4))
        loca = Range(Cells(i, 5), Cells(i, 5))
        programado = Range(Cells(i, 21), Cells(i, 21))
        semana = Range(Cells(3, 6), Cells(3, 6))
        copia = Range(Cells(i, 24), Cells(i, 24))
        ruta = Range(Cells(i, 25), Cells(i, 25)) 'Establecer la ruta del archivo a abrir

        AssetID = equipo 'Para llenar la información en la hoja correctivo
        AgregaCorrectivos AssetID 'Ejecutamos la sub rutina para sacar los correctivos del equipo.
        ' Guardar la información de Correctivos en la variable
        InfoCorrectivos = wsCorrectivos.UsedRange.Value ' Esto guarda toda la información de Correctivos en la variable
        With wsCorrectivos
            LastRowCorrectivos = .Cells(.Rows.Count, 1).End(xlUp).Row
        End With


        If Check_list <> "" Then
    
```

Nota. Mediante la programación de macros en Microsoft Visual Basic, se crean carpetas con los ordenes semanales a ejecutar.

El programador realiza de forma semanal una lista de tareas (sabana) de mantenimiento, esta incluye la información de las actividades del Plan de Mantenimiento y también las actividades de tipo correctivo pendientes por ejecutar. Estas actividades de mantenimiento están enfocadas básicamente a los equipos críticos que resultaron del análisis de criticidad.

Figura 11.

Sabana de Mantenimiento


DRUMMOND ENERGY INC.

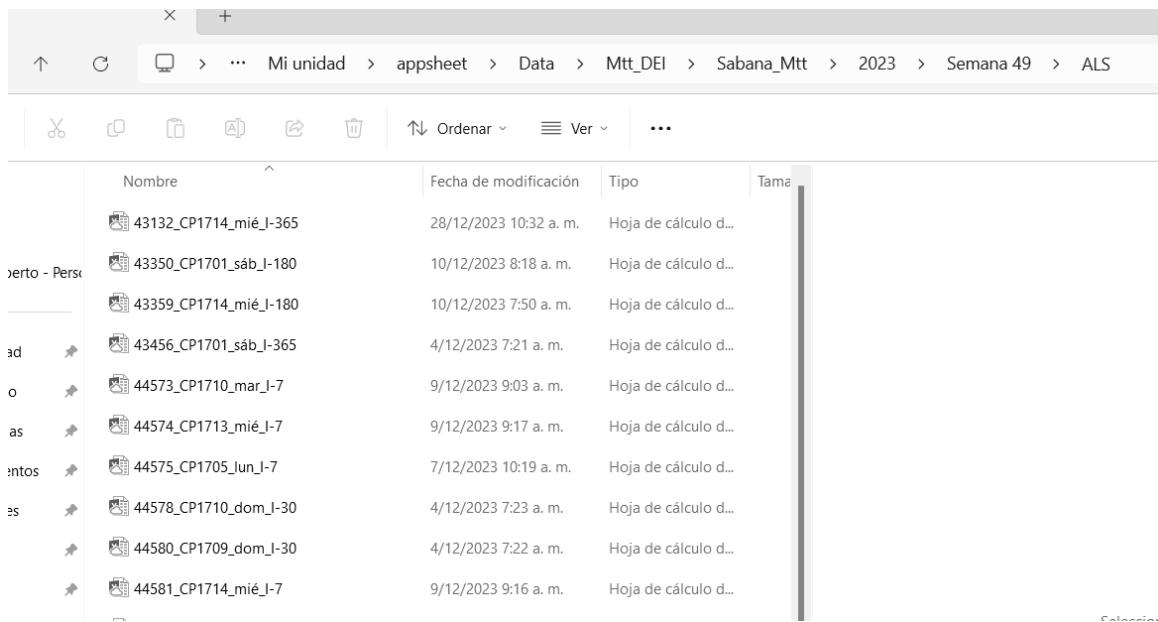
DRUMMOND ENERGY
 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
 Semana 49

Programado por: JRICARDO
 Programa desde: 4-Dec
 Hasta: 10-Dec

Asset ID	Pozo	Grupo	Actividad	Tecn.	Mtto	Parada	Criticidad	Orden	Tarea	4-Dec	5-Dec	6-Dec	7-Dec	8-Dec	9-Dec	10-Dec
M08735	PTA - LL24	PTA	Revisar ruido en agitador del tanque 501	Todos	Plan	NO	Media	44963	1	1						
M0CS25	Air Compressor	PTA	Inspección Quincenal - Electricista	Elect	Plan	NO	Media	44958	1	1						
M0CS25	Air Compressor	PTA	Inspección Semanal - Mecánico	Mec	Plan	NO	Media	44957	1	1						
M08735	PTA - LL24	PTA	Inspección Quincenal - Electricista	Elect	Plan	NO	Media	44956	1	1						
M01926	Crane	EQ. MÓVIL	Inspección Diaria - Operador	Opera	Plan	NO	Media	44955	1	0,3						
M04171	Generator Set ST8 -CAT	PTA	Inspeccion Semanal - Mecánico	Mec	Plan	NO	Media	44953	1	1						
M04171	Generator Set ST8 -CAT	PTA	Inspeccion Semanal - Electricista	Elect	Plan	NO	Media	44953	2	1						
MOP270	Bomba Vallian	PTA	Inspección Semanal - Mecánico	Mec	Plan	NO	Media	44952	1	1						
M08733	CP1707-GE	ALS	Inspeccion Semanal - Mecánico	Mec	Plan	NO	Media	44950	1	1						
M08733	CP1707-GE	ALS	Inspeccion Semanal - Electricista	Elect	Plan	NO	Media	44950	2	1						
M08733	CP1707-GE	ALS	Inspeccion Semanal - Instrumentista	Inst	Plan	NO	Media	44950	3	1						
M08702	CP1705-WF	ALS	Inspección Semanal - Mecánico	Mec	Plan	NO	Media	44936	1	1						

Nota: La figura muestra la sabana de mantenimiento que se entrega semanalmente a los técnicos para su ejecución.

La sabana de Mantenimiento es el único documento entregado de forma física a los técnicos, contiene la información necesaria para la ejecución diaria de actividades, cada rutina de mantenimiento tiene una tarea asignada por especialidad (Mecánico, eléctrico, instrumentista), de esta forma se realiza el reporte de la cantidad de horas trabajadas a costos, también muestra la ubicación de la semana donde están contenidos los check list y la fecha en la cual se tiene estimado su ejecución.

Figura 12.*Listas de chequeo semanales.*


Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
43132_CP1714_mié_I-365	28/12/2023 10:32 a. m.	Hoja de cálculo d...	
43350_CP1701_sáb_I-180	10/12/2023 8:18 a. m.	Hoja de cálculo d...	
43359_CP1714_mié_I-180	10/12/2023 7:50 a. m.	Hoja de cálculo d...	
43456_CP1701_sáb_I-365	4/12/2023 7:21 a. m.	Hoja de cálculo d...	
44573_CP1710_mar_I-7	9/12/2023 9:03 a. m.	Hoja de cálculo d...	
44574_CP1713_mié_I-7	9/12/2023 9:17 a. m.	Hoja de cálculo d...	
44575_CP1705_jun_I-7	7/12/2023 10:19 a. m.	Hoja de cálculo d...	
44578_CP1710_dom_I-30	4/12/2023 7:23 a. m.	Hoja de cálculo d...	
44580_CP1709_dom_I-30	4/12/2023 7:22 a. m.	Hoja de cálculo d...	
44581_CP1714_mié_I-7	9/12/2023 9:16 a. m.	Hoja de cálculo d...	

Nota: La figura muestra como se organizan las listas de verificación para su posterior programación.

Se tienen identificado 28 equipos críticos en los cuales se ejecutan actividades semanales, esto representa más de 40 listas de chequeo que deben ser llenadas y organizadas, la estructura empleada para guardar la información es:

Orden de Trabajo + Descripción Equipo + día programado + Código de rutina

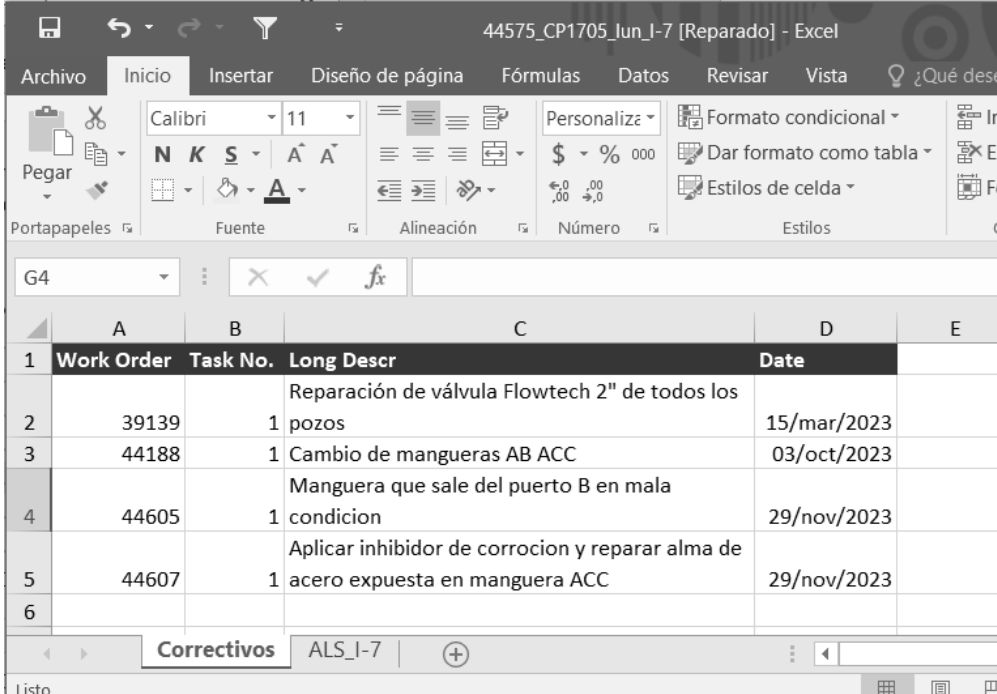
Habiendo establecido la estructura para la generación masiva de diversas listas de verificación, es crucial mejorar la calidad de la información contenida en ellas. Este esfuerzo tiene como objetivo facilitar la carga eficiente de datos en el sistema Peoplesoft. Con este fin, se busca crear consultas (Queries) que servirán como archivos de alimentación para una base de datos en

Power BI. Este programa ha sido seleccionado por la organización para visualizar sus indicadores de manera efectiva.

Adicionalmente, se ha identificado la necesidad de incorporar la información de los correctivos pendientes por ejecutar en cada lista de verificación. Este enfoque facilita al personal técnico evitar la repetición de informes sobre hallazgos previamente identificados. Asimismo, permite aprovechar las paradas de producción para llevar a cabo tareas correctivas de manera eficiente, todo esto se realiza de manera autónoma con programación en VBA

Figura 13.

Correctivos pendientes por ejecutar visualizados en lista de chequeo




	A	B	C	D	E
1	Work Order	Task No.	Long Descr	Date	
2		39139	1 Reparación de válvula Flowtech 2" de todos los pozos	15/mar/2023	
3		44188	1 Cambio de mangueras AB ACC	03/oct/2023	
4		44605	1 Manguera que sale del puerto B en mala condicion	29/nov/2023	
5		44607	1 Aplicar inhibidor de corrosion y reparar alma de acero expuesta en manguera ACC	29/nov/2023	
6					

Nota: La imagen muestra una oportunidad de mejora, aprovechando la programación en Visual Basic se logró incluir la cantidad de órdenes de tipo correctivo que tienen los equipos en cada lista de verificación.

En la imagen anterior se puede visualizar las actividades pendientes por ejecutar que tiene el pozo CP1705, de esta forma se logro mejorar el tiempo que los tecnicos empleaban para el reporte de nuevos hallazgos, de igual manera mejoro el proceso de planeacion y se redujeron en un 95% la duplicidad de ordenes de trabajo.

Figura 14.

Lista de chequeo

 DRUMMOND ENERGY, INC.				INSPECCIÓN SEMANAL FACILIDADES G.E Y WEATHERFORD MECÁNICO - ELÉCTRICO - INSTRUMENTISTA		SIGDEI-0516 VERSION 3	
Work Order:	44575	M-E-I	<i>Accidente realizando labores de operación de equipo liviano</i>			Programada:	04/12/2023
Equipo:	M08702					Semana:	49
Localizacion:	CP1705					Fecha inicio:	05/12/2023
Desc del Equipo:	CP1705-WF					Fecha Fin:	05/12/2023
Horas Trabajadas:	1,5					Horómetro:	46789
Hrs de Demora:	0					Tipo de Orden:	PM
Sup. Ejecutor:	Fabio Plata					Asignado por:	Jricardo
Cod	Técnico	Sistema	Tag	Actividad	Ejecutado	Comentario	
A60	Inst	LÍNEA DE GAS	PCV - 0501	Verificar fugas de gas en el cuerpo y uniones roscadas de la válvula	SI	Ninguno	
A61	Inst	MEDICIÓN DE GAS	PCV - 0502		SI	Ninguno	
A55	Mec	POZO	HYC-0501	Verificar presencia de fugas de hidráulicas en uniones roscadas del cilindro hidráulico y acoples de las líneas A, B y ACC.	si	Ninguno	
A56	Inst	SEPARACIÓN	LC-0501	Verificar presencia de fugas de gas por conexiones roscadas y acoplamientos	SI	Ninguno	
A62	Inst		PSV - 0501	Inspeccionar fugas por desfogue de la válvula de alivio o por conexión al separador.	SI	Ninguno	

Nota: La imagen muestra el formato de las listas de verificacion, este es pre llenado de forma automatica segun las ordenes programadas semanalmente.

Las listas de chequeo fueron organizadas de tal forma que pueden ser asignadas a un equipo en particular o a un grupo de equipos, de esta manera se estableció la lógica para su programación, de la matriz de criticidad se pudieron priorizar los equipos que representan el 82% de este valor

Tabla 9.

Listado de equipos críticos

Equipo	Codigo Tipo
M08735	PTA_P

ALHVCPFLD	
GR0001	CPF_GR
M04171	PTA_G
CG0001	ARIEL
CG0002	AJAX
CPF001	CPF_E
M08731	ALS
M08732	ALS
M08707	ALS
M08704	ALS
M08702	ALS
M08705	ALS
M08733	ALS
M08708	ALS
M08709	ALS
M08700	ALS
M08713	ALS
M08706	ALS
M08701	ALS
M08703	ALS
M08734	ALS
M08710	ALS
P605339200	CPF_CG
M0P270	P_V
M0CS25	PTA_C
M0CS23	CPF_C
M0CS24	CPF_C

Nota: la tabla muestra el listado de equipos críticos resultado del análisis de criticidad.

Tabla 10.

Rutinas unidades ALS

Codigo Tipo	Codigo Lista Chequeo	Rutina
ALS	ALS_I-7	Semanal
ALS	ALS_I-30	Mensual
ALS	ALS_I-60	Bimestral
ALS	ALS_I-90	Trimestral

ALS	ALS_I-180	Semestral
ALS	ALS_I-365	Anual

Nota: La tabla muestra cómo se organizó la lógica para crear las listas de chequeo por equipo o grupo de equipo.

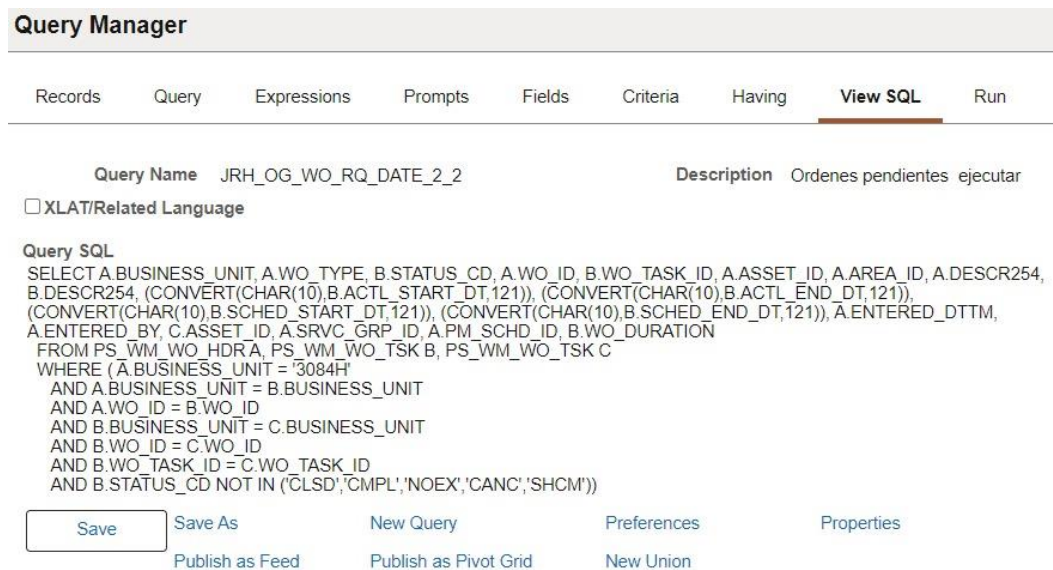
3.8. Listas de consulta en PeopleSoft

Una función clave del CMMS es la capacidad de generar listas de consulta mediante una programación básica en SQL, aprovechando las diversas bases de datos que se nutren con la información ingresada diariamente. De esta manera, se ha configurado una lista de consulta que contiene los datos requeridos para elaborar informes gerenciales utilizando la plataforma de Power BI.

Figura

15.

Código SQL para la generación de listas de consulta en PeopleSoft



Nota: La imagen muestra el código en SQL creado en el CMMS

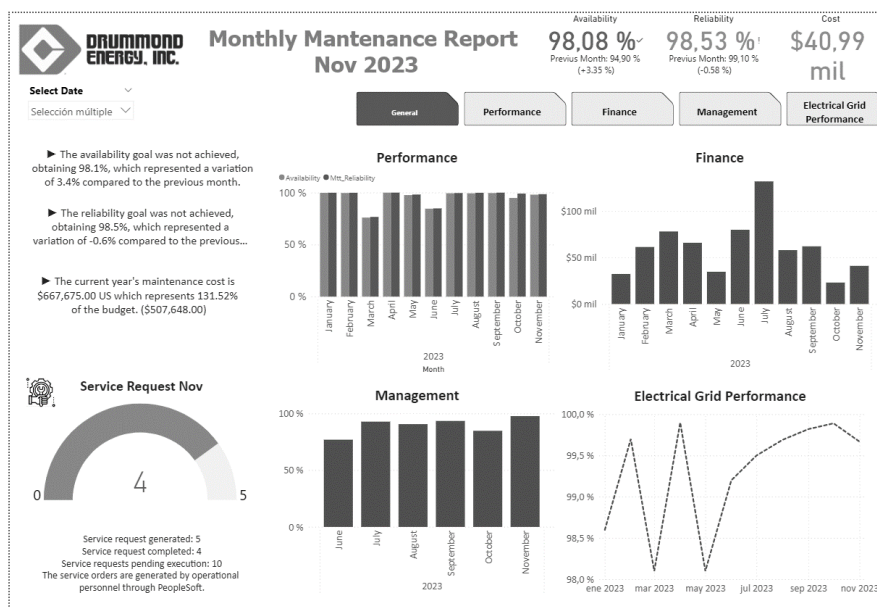
3.9. Reporte de mantenimiento mediante Power BI

Se ha identificado 4 puntos de interés para representar y hacer seguimiento utilizando la plataforma de Power BI en la cual se busca aprovechar todo su potencial permitiendo realizar un análisis dinámico entre los diferentes gráficos, tablas y comandos, de esta forma se pueden establecer tendencias que nos ayuden a identificar equipos considerados como malos actores y tomar acciones. La información se presenta en una hoja General con información específica de cada grupo de interés y la opción de botones para ampliar la visualización y los detalles.

De igual forma por necesidad de O&M se realiza una clasificación en tres grupos importantes los cuales funcionan como filtro de información, haciendo el trabajo mucho más fácil cuando se requiere identificar y tener información específica de un equipo o del grupo.

Figura 16.

Resumen general del reporte



Nota: La imagen muestra los diferentes gráficos que pueden interactuar de forma dinámica.

3.9.1. Desempeño de mantenimiento.

En la hoja desempeño de mantenimiento se puede visualizar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad clasificados por tres categorías clave de producción:

Unidades de Levantamiento Artificial (ALS): Hace referencia a los pozos que están actualmente en producción.

Facilidad Central de Producción (CPF): Engloba todos los equipos situados en la planta que recibe el gas de producción, procesándolo para su entrega final como gas de venta.

Planta de Tratamiento de agua (PTA - WTP): Incluye los equipos necesarios para tratar el agua producida durante el proceso de obtención de gas en diversos pozos, así como su disposición final mediante un pozo inyector.

Figura 17.

Desempeño de mantenimiento



Nota: la imagen muestra como es el comportamiento de de los equipos y las fallas presentadas.

El reporte permite visualizar el comportamiento de cada equipo y su impacto en los indicadores, adicionalmete se realizo un grado de importancia relacionado al porcentajede de produccion y/o relevancia, anivel de produccion el impacto de un pozo que produce poco no es igual a otro que tiene una produccion alta, hay que relacionar de algun modo este impacto de produccion con los indicadores de mantenimiento.

Tabla 11.

Grado de relevancia de pozos según su producción

Grupo	Equipo	% Relevancia
ALS	CAP21	12%
ALS	CP1701	12%
ALS	CP1702	4%
ALS	CP1703	4%
ALS	CP1704	12%
ALS	CP1705	4%
ALS	CP1706	4%
ALS	CP1707	4%
ALS	CP1709	4%
ALS	CP1710	4%
ALS	CP1711	4%
ALS	CP1712	12%
ALS	CP1713	4%
ALS	CP1714	4%
ALS	CP1715	12%
Total		100%

Nota: La tabla muestra el porcentaje de importancia de cada pozo (ALS) según su nivel de producción.

Tabla 12.

Grado de relevancia de equipos en el CPF

Grupo	Equipo	% Relevancia
CPF	MOCS23	8%

CPF	M0CS24	8%
CPF	GR0001	15%
CPF	CG0002	70%
Total		100%

Nota: La tabla muestra el grado de importancia de los equipos en el CPF según su criticidad.

Tabla 13.

Grado de relevancia de equipos en PTA

Grupo	Equipo	% Relevancia
WTP	M08735	45%
WTP	M0CS25	10%
WTP	M0P270	45%
Total		100%

Nota: La tabla muestra el grado de importancia de los equipos en WTP según su criticidad.

Con esta asignación, es posible impactar en el valor global de disponibilidad y confiabilidad del grupo que se esté analizando, siempre con la mira puesta en cumplir los objetivos estratégicos de la compañía. En este contexto, los compromisos de producción están estrechamente vinculados con el correcto funcionamiento de los equipos.

“Como disponibilidad se define la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables”(Mora Gutiérrez, 2009, p. 67)

Partiendo de la definición de disponibilidad, Mora Gutiérrez, (2009) en su libro aborda diferentes tipos de disponibilidad: genérica, inherente (o intrínseca), alcanzada, operacional y operacional genérica. En nuestro caso en particular se optó por la definición de disponibilidad genérica, la cual se adapta a los requerimientos de la compañía, en ella los tiempos de mantenimiento afectan el valor de disponibilidad.

$$A_G = \frac{\text{Medida de los tiempos útiles con funcionamiento}}{\text{Medida de los tiempos útiles} + \text{Medida de los tiempos de no funcionalidad}}$$

$$A_G = \frac{\frac{\sum_{i=1}^m UT_i}{m}}{\frac{\sum_{i=1}^m UT_i}{m} + \frac{\sum_{j=1}^n DT_j}{n}}$$

UT: tiempos útiles o Up Time

DT: tiempos en que la máquina ni funciona ni produce, o Down Time

m: número de eventos de UT

n: número de no funcionalidades DT

con respecto al cálculo de confiabilidad, partimos de la definición “La confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña durante un período de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno.”(Mora Gutiérrez, 2009, p. 95)

El concepto de probabilidad lo define Barlow (1998) como la capacidad que tiene un activo de cumplir su función de forma adecuada en un tiempo específico y en las condiciones de funcionamiento establecidas. Para nuestro caso en particular este indicador se relaciona con la siguiente fórmula.

$$R = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo fuera de servicio}}{\text{Tiempo total disponible}}$$

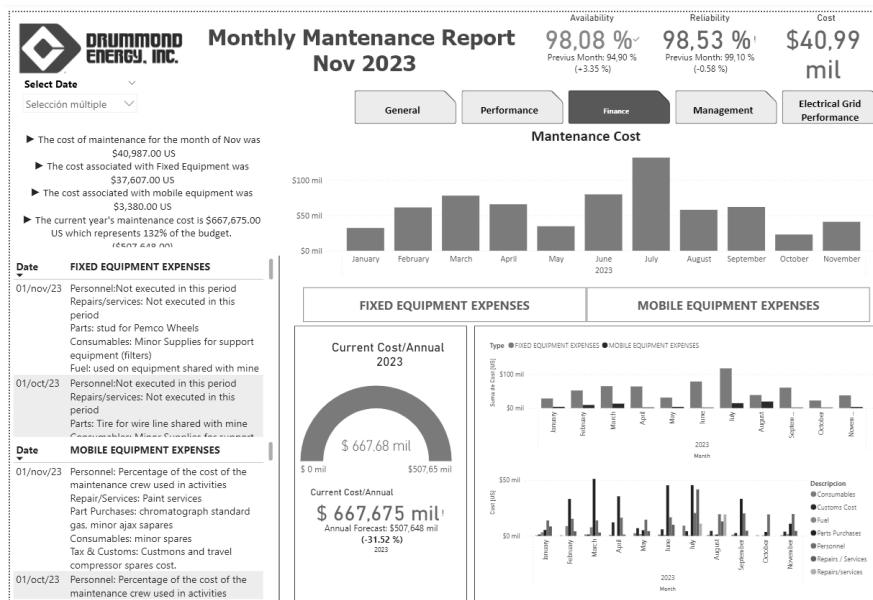
De igual modo se implementó el uso de los distintos modos de falla contenidos en la ISO 14244 con el fin de establecer una mejor trazabilidad de los mantenimientos del tipo correctivo (British Standards Institution., 2016, p.198)

3.9.2. Control de costos mediante Power BI

Para mejorar la percepción de los costos de mantenimiento, es esencial realizar una clasificación de los equipos existentes en dos grupos distintos: Equipos Fijos y Equipos Móviles. En el primer grupo se incluyen principalmente todos los equipos operativos vinculados a la producción. Es relevante destacar que, según el análisis de criticidad efectuado, 28 de estos equipos representan el 82% de la criticidad de la operación y producción. El segundo grupo de equipos está relacionado con operaciones, desempeñando funciones esencialmente en trabajos de perforación y servicios de pozos.

Figura 18.

Panel de seguimiento mensual de costos en Power BI



Nota: Visualización de los costos por periodo mensual, de forma dinámica se puede establecer donde hay desviaciones y también relacionar con eventos de fallas presentados.

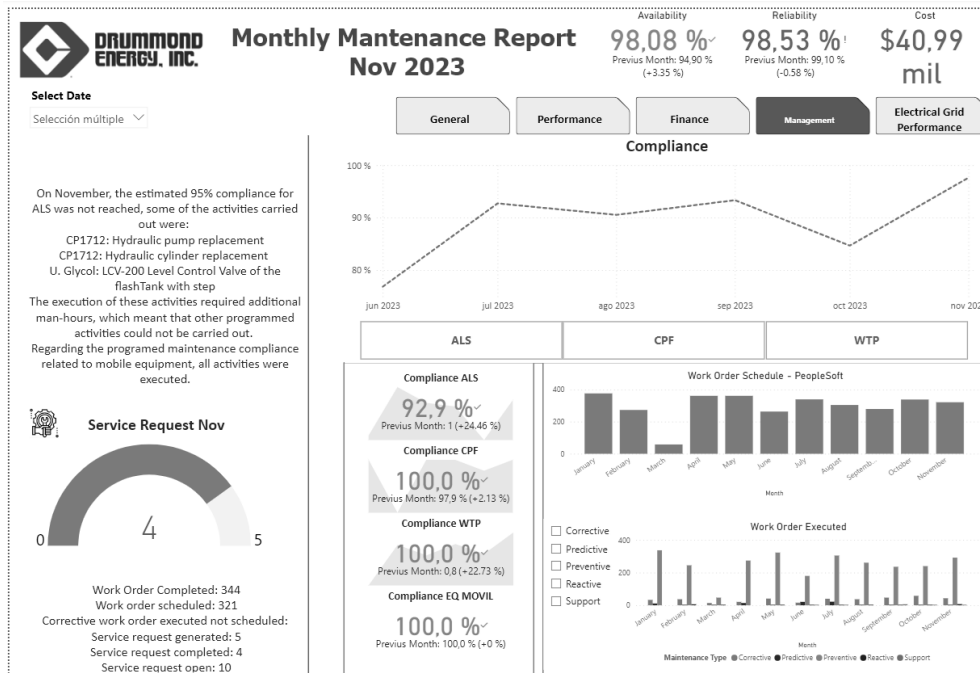
Este reporte nace de la necesidad de poder visualizar los costos de mantenimiento mes a mes y poder determinar el porcentaje del presupuesto ejecutado en los diferentes rubros como son: personal, reparaciones, compras, consumibles entre otros. De esta forma, se busca poder tomar decisiones que mejoren los procesos y también establecer los eventos que generan desviaciones por fuera de lo planeado. Adicionalmente, es relevante para la organización poder visualizar el comportamiento de los indicadores de disponibilidad y confiabilidad y su desviación respecto al mes anterior. Esto permite la formulación de estrategias y compromisos de producción de manera efectiva.

3.9.3. Gestión del mantenimiento

Con respecto al informe de gestión del mantenimiento, en este se puede llevar una tendencia del cumplimiento del programa, también permite la visualización de la proporción del mantenimiento preventivo VS correctivo, poder medir el grado de planificación puede ayudar a la eficiencia del mantenimiento. (Palmer, 2013)

Figura 19.

Panel de seguimiento del programa de mantenimiento



Nota: La figura muestra el comportamiento del cumplimiento del programa de mantenimiento

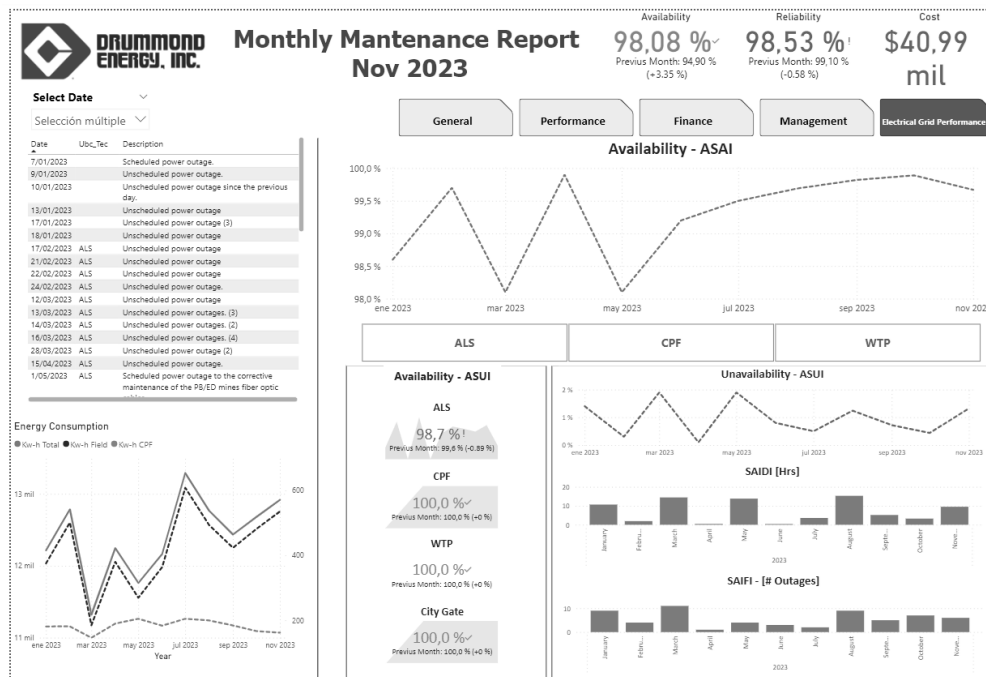
En este informe, se presenta una visualización detallada de la cantidad de órdenes de trabajo ejecutadas mensualmente (cumplimiento), junto con el tipo de mantenimiento llevado a cabo, que incluye actividades preventivas, predictivas, correctivas, reactivas y de soporte a la operación. Además, se ha incorporado la cantidad de órdenes generadas como respuesta a avisos provenientes del departamento de producción. Esta inclusión permite una evaluación más precisa de la eficacia en la atención a los requerimientos del cliente, específicamente del departamento de producción.

3.9.4. Rendimiento de la red eléctrica

La continuidad del suministro de energía eléctrica a nivel internacional se evalúa principalmente mediante dos indicadores que reflejan la duración y la frecuencia de las interrupciones. Estos indicadores son: SAIDI, que mide la duración total en horas de los eventos que, en promedio, experimenta cada usuario del Sistema de Distribución Local (SDL) de una Región Operativa (OR), y SAIFI, que representa la cantidad total de eventos que, en promedio, experimentan todos los usuarios del SDL de una OR. (García et al., 2021).

Figura 20.

Reporte mensual de la red eléctrica



Nota: La figura muestra el comportamiento de la red eléctrica del campo y los eventos presentados.

La continuidad en la operación de los equipos es vital para la producción de gas. En este contexto, la disponibilidad de energía eléctrica juega un papel fundamental para alcanzar los objetivos establecidos por la organización. Es importante destacar que esta necesidad conlleva a una evaluación exhaustiva de toda la red eléctrica y a la implementación de medidas para mitigar fallos, como la detección temprana de problemas mediante técnicas de mantenimiento predictivo, como la termografía.

4. Conclusiones

Se logro impactar de manera positiva en la metodología de gestión del mantenimiento en Drummond Energy. Para lograrlo, se identificaron varios campos estratégicos clave que podrían mejorarse de manera acertada y sostenible en el tiempo. Se buscaba evitar retrabajos, mejorar la eficiencia en el tiempo de respuesta y perfeccionar la trazabilidad de los equipos, por ello se estableció optimizar la gestión de indicadores de mantenimiento, adquisición de datos, cálculos y presentación de los mismos de manera dinámica mediante Power BI.

Se implemento una forma de crear listas de chequeo de forma automática y pre diligenciada la cual es organizada de forma puntual a cada equipo, de esta manera se redujo la incidencia del error humano a la hora de digitar información de forma manual, adicionalmente se pudo establecer los primeros pasos para poder tener la información registrada de los equipos de manera digital y poder llevar tendencias como lo es el consumo de corriente eléctrica de un motor.

Se puedo establecer que el 20% de los equipos de Drummond Energy representan el 82% de la criticidad de la operación, de esta forma se implementaron estrategias para poder dar cumplimiento a los objetivos de la compañía.

Se logró una significativa reducción en la huella de carbono de la empresa al haber disminuido el consumo de papel en el programa de mantenimiento en un 98%. La completa transición hacia registros digitales de toda la estrategia no solo representó un cambio significativo en términos de sostenibilidad ambiental, sino que también contribuyó directamente a la consecución de los objetivos estratégicos de la empresa como la reducción de la huella de carbono.

Se estandarizaron las listas de chequeo, lo que permitió trabajar mediante programación en Visual Basic y gestionar de manera más eficiente y específica las necesidades requeridas.

Se logró la implementación de los indicadores de gestión de mantenimiento en Power BI. Esta medida ha permitido establecer tendencias cruciales para la toma de decisiones a nivel de gerencia, identificando los "malos actores" que impactan negativamente en los indicadores de la organización. Todo este proceso se lleva a cabo de manera automática, utilizando información descargada a través de listas de consulta de Peoplesoft.

Se crearon las rutinas y plantillas de trabajo en el CMMS, las cuales fueron posteriormente asignadas a los diferentes equipos críticos de la empresa. Esta medida ha posibilitado la ejecución automática del plan de mantenimiento, optimizando así los procesos de programación.

Al finalizar este proyecto se logró impactar desde el área de mantenimiento los objetivos y compromisos corporativos de la empresa de manera positiva y agilizar los procesos de planeación del programa de mantenimiento.

Referencias Bibliográficas

- Barlow, R. E. (1998). *Engineering Reliability*. Society for Industrial and Applied Mathematics. <https://books.google.com.co/books?id=RXXPUYCVy64C>
- British Standards Institution. (2016). *BS EN ISO 14224:2016 : petroleum, petrochemical and natural gas industries -- collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*. British Standards Institution.
- Castro, G., & Javier, H. (2018). MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN EN MANTENIMIENTO EN LA COMPAÑÍA PERENCO COLOMBIA LIMITED USANDO, INDICADORES DE CONFIABILIDAD MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD. *Transcommunication*, 53(1), 1–8.
- Coit, D. W., & Zio, E. (2019). RAMS Optimization. *Reliability Engineering and System Safety*, 192(xxxx), 106620. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106620>
- Drummond Energy. inc. (n.d.). *Nuestra Compañía*. <https://drummondenergy.com/>
- García, N. A., Alejandro, D., Urrea, O., María, Á., Forero, S., Arley González Vásquez, J., Fabio, O., Cano, V., & Taticuan, H. (2021). *Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios Superintendente Delegado para Energía y Gas Combustible*.
- Mauricio, O., & Pinzón, B. (2003). *Breve historia de la Ingeniería Mecánica Parte I: Vol. VI* (Issue 19). <http://www.oscarbarajas.com/>
- Mora Gutiérrez, L. Alberto. (2009). *Mantenimiento : planeación, ejecución y control*. Alfaomega.

Palmer, R. D. (2013). *Maintenance Planning and Scheduling Handbook, Third Edition* (3rd ed.). McGraw-Hill Education.

<https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071784115>

Ramírez, J. F. (2021). *APRENDA VISUAL BASIC PRACTICANDO* (J. L. Vásquez, Ed.; PRIMERA EDICION). Prentice Hall.