

FORMATO DE BRIEF

PARA CONCEPTUALIZACIÓN DE RETOS

Predicción y Pronóstico de la Condición en Bombas de Inyección a Alta Presión



**ESTUDIO DE INNOVACIÓN DIGITAL
VICEPRESIDENCIA DIGITAL- ECOPETROL**

TABLA DE CONTENIDO

BRIEF DEL RETO	3
a) Reto	3
b) Objetivo Estratégico	3
c) Antecedentes	3
d) Descripción del problema	4
e) Publico objetivo	5
f) Impacto esperado	5
g) Restricciones	6
h) PDS	6



BRIEF DEL RETO

a) Reto

¿Cómo podríamos gestionar eficiente y oportunamente la condición (predicción y prognosis), el riesgo y el desempeño, entre otras variables, de las bombas centrífugas de inyección para recobro secundario y disposición de agua en tiempo real para evitar fallas catastróficas de alto impacto?

b) Objetivo Estratégico

(¿Cómo se alinea con la estrategia empresarial?)

La Vicepresidencia Digital de Ecopetrol impulsa el desarrollo de los objetivos de la estrategia del grupo empresarial de Ecopetrol, apoyando la excelencia operativa, la generación de valor y la toma de decisiones confiables y oportunas a través del uso, y apropiación de tecnologías digitales.

Este objetivo debería estar enfocado en apalancar los siguientes pilares de la estrategia de Ecopetrol:

- Disciplina de capital.
- Optimización de costos.
- Cumplimiento de metas de producción.
- Cumplir costo por barril

c) Antecedentes

(¿Qué ha sucedido que se está generando un problema? ¿Qué se ha realizado previamente en la compañía, hay algún proyecto en curso? Detalla las iniciativas ya realizadas que dan información de éxitos y fracasos).

Las decisiones de intervenciones en mantenimiento son basadas en tiempo principalmente y en menos medida por condición. El análisis de la información disponible del proceso y de los activos, se hace de manera manual, estacional y sin hacer las correlaciones multivariadas que permitan un mejor diagnóstico y toma de decisiones para el negocio.

Se cuenta con altos volúmenes de datos de variables de proceso en donde existe gran oportunidad para ejecutar el tratamiento de manera oportuna y adecuada.

Ocurrencia de fallas en equipos que pueden desencadenar en eventos de seguridad de procesos y fallas catastróficas en equipos de alto impacto para el negocio.



El diagnóstico de la condición y determinación del estado de salud de las Unidades de Bombeo, se realiza principalmente con técnicas predictivas tradicionales para equipo rotativo, colectando datos en campo y analizando de forma periódica con frecuencia fija, haciendo correlaciones puntuales del comportamiento dinámico de la máquina, con variables de proceso para la fecha de colección de los datos.

d) Descripción del problema

(Explicar con detalles la situación, para que sea muy evidente que el problema realmente es un problema y que hay una gran oportunidad si se soluciona. Datos, cifras, porcentajes, que le dan relevancia para invertir en la situación)

En la VRO actualmente contamos con sistemas muy importantes para la continuidad operativa de cada una de las gerencias, conformados por equipos rotativos como son motores eléctricos de alta potencia acoplados a bombas centrífugas de alto fuljo (100000 -150000 BWPD) y presión (2000 Psi) que inyectan el agua tanto para recobro secundario (producción de petróleo) como para disposición de agua y viabilizar la producción de petróleo de zonas de alto corte de agua, turbinas a gas acopladas a generadores eléctricos (40MW) que suministran un porcentaje considerable de la energía requerida (70%) para la operación de los pozos productores e inyectores, compresores de unidades recuperadoras de vapores de hidrocarburos que permiten capturar parte del diluyente (NAFTA) utilizado dentro del proceso de extracción y tratamiento del petróleo en los activos, entre otros.

Actualmente, la detección de condiciones anormales o desviaciones de funcionamiento, se hacen a partir de la aplicación de técnicas predictivas convencionales con monitoreo de vibraciones periódico, toma y análisis de aceite periódico y análisis de parámetros operacionales. Esta captura de información, se realiza de manera discreta (periódica en función de la frecuencia del mantenimiento predictivo definido) desconociéndose lo que pueda ocurrir y por tanto tomar decisiones sobre el equipo rotativo entre monitoreos, por ocasión de la variabilidad del proceso, presencia de mecanismos de deterioro inadvertidos en la máquina o cambios drástico del entorno. Adicionalmente, persiste la necesidad de identificar de manera dinámica las zonas de mejor desempeño y eficiencia del equipo rotativo, para que aunado con las técnicas predictivas ya mencionadas, se integren para establecer la salud del activo.

Por otra parte, la información que se encuentra en los sistemas de control se esta utilizando para hacer seguimiento de la condición del proceso y de los equipos de una manera discreta y puntual, no como función para la detección de eventos no deseados de una forma anticipada. Este seguimiento de la condición, es basado en el conocimiento particular de personal especializado tomando tiempo considerable para entender un comportamiento específico para una fecha dada.

El sistema de activos, objeto de estudio e implementación de modelos de predicción avanzada de fallas y comprensión del desempeño a partir de grandes volúmenes de datos y correlación entre ellos, son algunas Unidades de Bombeo de Agua de Inyección a pozos a alta presión de la Vicepresidencia Regional Orinoquía VRO de Ecopetrol S.A., que previamente serán seleccionadas.



Los modelos implementados, deben permitir la toma de decisiones importantes para el negocio mitigando riesgos e incrementando los costos operativos.

Algunas de las fallas más representativas que presentan los equipos objeto de estudio, se relacionan a continuación:

- Falla en motores eléctricos de alta potencia (2000-2500HP) por daño en rodamientos o cojinetes debido al desgaste/fatiga por su vida útil o como consecuencia de defectos como desalineamiento, desbalances, vibraciones transmitidas, entre otras.
- Falla en cámaras de empuje de unidades de bombeo multietapas por sobrecargas mecánicas, altas temperaturas por operación del equipo fuera de su BEP (Punto de Mejor Eficiencia), desalineamiento, fugas de aceite, entre otras.
- Falla en los componentes internos de la bomba por desgastes abrasivos/adhesivos, sobrecargas mecánicas, desalineación, pérdida de paralelismos, soldaduras mecánicas, etc.

Aunque el reto se enfoca en analítica predictiva para los equipos descritos anteriormente, también es del interés de la Organización, extender análisis posteriores a otro tipo de fallas en sistemas como:

- Fallas mayores en conjuntos de Turbogeneración eléctrica con turbinas a gas aeroderivadas por deterioro acelerado en componentes internos o afectaciones del contexto operativo de las Unidades.
- Falla en los internos de los compresores de las URV en funcionamiento bajo inadecuados parámetros de operación generando riesgos a la seguridad de procesos.
- Fallas mayores en equipos recíprocos para generación eléctrica y compresión de gas, ocasionando altos impactos económicos.

e) Público objetivo

(¿Quién es el destinatario de la solución?)

Profesionales de Mantenimiento

Profesionales de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad.

Profesionales de Ingeniería de Superficie

Profesionales de Operaciones.

Departamentos de mantenimiento, departamentos de operaciones regionales y departamento de ingeniería regional.

f) Impacto esperado

(¿Qué resultados espero obtener?, datos cuantitativos y cualitativos que ayuden a entender lo que se espera para el público objetivo y para la empresa)

- Evitar fallos catastróficos no planeados y lograr extender la vida útil de los activos lo cual permite optimizar el costo del ciclo de vida de los mismos.



- Cumplir los indicadores de disponibilidad operacional para las ubicaciones técnicas objeto del estudio a valores del 98%.
- Realizar la correlación entre variables de proceso y datos colectados directamente de los equipos en tiempo real que permitan identificar anomalías en las condiciones de operación que permitan realizar los análisis respectivos y tomar de decisiones oportunamente.
- Disminuir los costos de mantenimiento correctivo y preventivo.
- Disminuir el lucro cesante por pérdidas de producción.
- Establecer los ajustes operacionales y de mantenimiento recomendados/alertas después de detectar una anomalía.
- Evitar la ocurrencia de eventos indeseados de seguridad de procesos.
- Optimizar el desempeño y consumo energético de los activos dentro del proceso de producción.

g) Restricciones

(Barreras que se puedan identificar para el desarrollo e implementación de la solución).

- Los múltiples sistemas de control con los que cuenta la operación.
- La ubicación geográfica de los activos y su interconectividad.
- Accesibilidad a la data de interés. (Data continua, data discreta, data de sistemas de control)

h) PDS

(Compendio de requerimientos o características que debe tener la solución)

A continuación, se detallan las expectativas que Ecopetrol tiene frente a la solución, en términos funcionales, y teniendo en cuenta el ciclo de vida de una solución tecnológica: Back-end, Front-end, Output y Sustainability. La lista de funcionalidades o requerimientos técnicos de la solución es la siguiente:

Aspecto/ ciclo de vida	Funcionalidades
Back-end (características que no son percibidas por el usuario final)	<ul style="list-style-type: none"> - La solución debe estar alineada con los lineamientos de arquitectura. - La solución debe garantizar la confidencialidad, seguridad y en general la integridad de la información. - Solución que se pueda integrar con sistemas de control y con los sistemas de colección de datos discretos y en línea. - Solución que consuma información de múltiples fuentes y en formatos diferentes.
Front-end (características	<ul style="list-style-type: none"> - El desarrollo de la solución debe ceñirse a dar cumplimiento de los lineamientos de UX/UI.



<p>que son percibidas y afectan la experiencia del usuario)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Autogestión de cada uno de los actores dependiendo de su rol y nivel de acceso en la operación logística de perforación. - La solución debe dar cumplimiento a los estándares de ciberseguridad. - Solución que permita ingesta y visualización de datos. - Solución que sea capaz de reconocer patrones y generar predicciones a partir de datos.
<p>Output (¿Qué obtiene el usuario?)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Panel de control de condición con indicadores como: Condición y estado de salud, tendencia/historia de estado de salud, relación de hallazgos/riesgos identificados, tiempos pronosticados de falla (Prognosis), correlaciones variables físicas con variables operativas, recomendaciones/acciones a tomar, entre otras. - Panel de control de medidas de desempeño con información como: Punto de operación de la Unidad, consumo energético, ventanas de alarma y valores actuales de variables de interés, medidas de eficiencia estimadas, entre otras.
<p>Sustainability (Características que afectan la sostenibilidad económica y funcional de la solución)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Debe ser una Cloud Based Solution - La solución debe permitir ser desplegado en MS Azure - Solución que se pueda reentrenar fácilmente. - Solución que se pueda comunicar con los estándares de industria.

