

Herramienta para mejorar la toma de decisiones en la eliminación de defectos de las unidades funcionales de medición de hidrocarburos

Rafael Mesa Barco, Mario Gómez Reyes, Diana Traslaviña

Email: rafael.mesa@cenit-transporte.com, mario.gomezr@cenit-transporte.com,
diana.traslavina@cenit-transporte.com

Bogotá, D.C. – Colombia

Resumen:

El artículo presenta el modelo de desarrollo de una herramienta gráfica que muestra la información clave del desempeño, la salud y la operación de las unidades de medición de hidrocarburos, con el propósito de evaluar su funcionalidad para el negocio y tomar decisiones en el corto, mediano y largo plazo. Este prototipo muestra el desempeño y la salud compuesta de los equipos que hacen posible la medición dinámica de hidrocarburos y los compara contra su operación diaria, lo que permite caracterizar la normalidad de las diferentes variables y detectar desviaciones, con el fin de priorizar intervenciones para prevenir o reducir el impacto de los riesgos y, con una visión de mediano y largo plazo, proyectar decisiones de mayor impacto como la renovación de equipos.

Palabras Clave: Salud y condición del activo, infoxicación, disciplina operativa, toma de decisiones, eliminación de defectos.

Introducción

En el negocio del transporte de hidrocarburos líquidos la función de medición es vital, no solo porque con los datos registrados se facturan los servicios prestados, sino porque con esta información se controla y optimiza el proceso productivo. Por lo anterior, los activos relacionados con esta actividad adquieren una relevancia para el negocio que obliga a prestarles una atención muy particular.

Como en muchas otras industrias, este negocio cuenta con una gran cantidad de datos almacenados por separado en las diferentes áreas corporativas, no siendo ajenos al término "infoxicación", que se refiere a ese fenómeno desde la perspectiva del usuario en donde tiene tantos datos que no sabe qué hacer con ellos. Es difícil para un individuo común sentirse rodeado de datos y no disponer de las herramientas necesarias que viabilicen su consulta y, sobre todo, decidir cuál es realmente útil y cuales reúnen los requisitos de calidad necesarios. El tiempo para decidir y

utilizar la información que responde a sus necesidades y exigencias se prolonga más de lo planificado y se pierden oportunidades importantes. **El problema entonces está en la calidad y en la visibilidad de la información y no en su cantidad [3].**

Con esto surge unas de las mayores necesidades que es poder integrar la información desde diferentes fuentes para la toma de decisiones, sin embargo, esto no quiere decir que se debe construir un gran sistema de información, lo cual no solo es costoso, sino que puede tomar mucho tiempo, por el contrario se pueden buscar estrategias que posibilitan esa integración a diferentes niveles, permitiendo un fácil acceso y visualización a los especialistas y analistas quienes la consumen y procesan para la toma de decisiones.

Integrar la información desde las diferentes fuentes no precisa ser automático para una primera versión, sin embargo, es necesario asegurar que la información que se consume



tenga la trazabilidad y confiabilidad requerida por el proceso siendo la misma para toda la organización.

1. Análisis del problema

Con el problema definido y la necesidad clara, el siguiente paso se refiere a ordenar la información de tal manera que las desviaciones de las diferentes variables sean visibles y que permita su identificación oportuna. Esto requiere de la caracterización previa de la información histórica para conocer las escalas apropiadas y la ponderación del peso que puede tener cada variable sobre la función de medición.

Un reto importante en este paso fue el cambio de pensamiento para evaluar la condición del conjunto de los activos que miden los hidrocarburos a un enfoque funcional y no como equipos o especialidades independientes según la costumbre, es decir, implícitamente se sabe que si el desempeño del conjunto de equipos cumple con la función de medición todos los equipos involucrados tienen una buena condición, pero si la función presenta alguna desviación específica, las causas probables estarán correlacionadas más con el desempeño de ciertos equipos del conjunto, lo cual se tiene caracterizado previamente desde los datos históricos.

Lo que siguió fue capturar y organizar la información de la operación diaria de las unidades, con base en que el resultado del balance diario también debe guardar una normalidad y un objetivo de no mostrar diferencias no explicables. Por otro lado, si los activos se operan fuera de sus límites de diseño o en condiciones o con productos diferentes a los caracterizados, su desempeño y condición estarán fuera de los parámetros esperados.

Con la data caracterizada, ponderada y disponible, el último punto del proceso fue volcar la información preprocesada en una

matriz de evaluación tipo Eisenhower, en donde se construyen cuadrantes que nos llevan a tomar decisiones preestablecidas y poder priorizar las acciones de los equipos de trabajo de las diferentes dependencias involucradas.

2. Evaluación de la condición

Dentro del análisis de confiabilidad y salud de los activos, se buscan medidas que resuman la información conocida sobre el estado y la condición de un activo. Esta información expresada numéricamente o en una escala, permite cuantificar para comparar diferentes activos y evaluar su cambio en el tiempo.

El índice de salud, por su parte, es usado para tener una visión general del portafolio de activos, lo cual permite tener indicadores “leading” (pronóstico/desempeño) que ayudan a mejorar planes o estrategias de mantenimiento y a gestionar planes de renovación/reposición, generando una visión de las necesidades de inversión a mediano y largo plazo.

Teniendo en cuenta que la generación de valor se da a partir del cumplimiento de la función de los sistemas de medición como unidad funcional, se enfoca el modelo de evaluación en una visión más holística de estos.

3. Identificación de criterios

En la identificación de información se plantea poder obtener información que sea relevante y que apunte a la gestión de activos tanto como a alguno de los indicadores corporativos.

Para el foco de gestión de activos se realiza una revisión de diferentes modelos y documentos como “Reliability and Risk Management, S. A.” [4] donde se identifican la confiabilidad y disponibilidad de los equipos como criterios a evaluar.

Confiabilidad: Es el complemento probabilístico de la probabilidad de fallas. A



continuación, se expondrán algunas definiciones de este parámetro:

- “Probabilidad de que un dispositivo ejecute la función para la que fue seleccionado cuando así se requiera, si el mismo está operando dentro de los límites de diseño”. [5]
- “Probabilidad de que un sistema funcione de acuerdo con las especificaciones en forma continua durante un periodo de tiempo específico en un ambiente predefinido”. [4]

Disponibilidad: Es el porcentaje de tiempo que el equipo o activo estaba listo o en funcionamiento versus el tiempo en el que fue requerido.

Sin embargo, dada la condición de los sistemas de medición que tienen back-up para esta herramienta se hizo uso del porcentaje de equipos en falla.

Equipos en Falla: Es la cuantificación de equipos que presentan alguna condición de operación restringida o nula que afecta la función de la unidad de medición.

Cumplimiento del plan de mantenimiento: Según Blanco y Duque (2018) las empresas, especialmente las industriales deben establecer planes de mantenimiento para los equipos y maquinarias (activos físicos), con el fin de corregir a tiempo las posibles fallas que puedan retrasar o paralizar las actividades asociadas a los procesos productivos, para los cuales es necesario garantizar su nivel de operación en los tiempos de mayor demanda y poder cumplir con la entrega a tiempo de los productos al mercado [6] [7]. En Cenit se tienen planes de mantenimiento preventivo como estrategia para evitar fallas y mantener el funcionamiento adecuado de los activos en todo su ciclo de vida. Por la importancia en el ciclo de vida de los activos que tiene el cumplimiento de estos planes esta es una de las variables para tener en cuenta en el modelo.

Uno de los indicadores corporativos que se pudiera relacionar con la contabilización del volumen transportado es el de las **Pérdidas no Identificadas (PNI)**: que son pérdidas normales inherentes a la operación de transporte que corresponden entre otros, a contracciones volumétricas por efecto de la mezcla, evaporación, escapes en los equipos, precisión y sensibilidad de los instrumentos de medición y drenajes [8]. Dada su definición y el aporte que se pudiera tener desde la condición de las unidades de medición se incluye para ser correlacionado en el modelo.

Finalmente, como complemento a los criterios definidos se incluye la edad de los activos, la cual fue utilizada como semáforo para identificar cuales unidades funcionales podría requerir una atención más específica, ya que podría estar llegando al final de su ciclo de vida.

4. Identificación de la información

Como se expuso anteriormente es de gran importancia tener fuentes confiables y trazables para la obtención de la información a utilizar en la herramienta. Por ello se realiza una identificación de los diferentes datos e información que se tiene en la empresa, forma de captura y visualización.

Dentro de los análisis realizados sobre la información identificada y de los diferentes tableros, se logra realizar una caracterización de los criterios para la evaluación de la condición de las unidades de medición, donde se determina cómo se capturarían los datos y el tratamiento de estos.

Para Confiabilidad de los activos asociados a la unidad funcional y activos en falla, se identifica la información dentro del tablero de cálculos y variables de confiabilidad para los activos de Cenit, donde se tienen diferentes variables asociadas a la confiabilidad de los activos como se ve en la Ilustración 1.

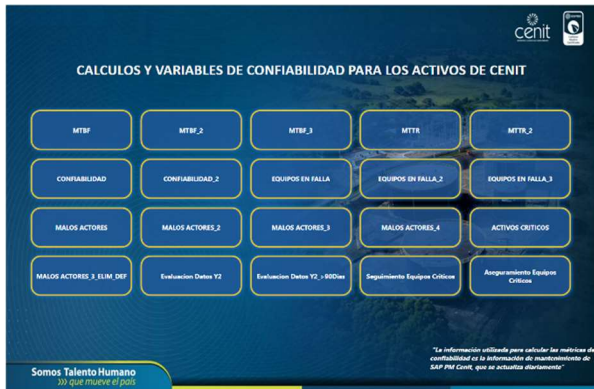


Ilustración 1 Tablero cálculos y variables de confiabilidad para los activos de Cenit

Para la confiabilidad el cálculo se basa en la ecuación con distribución exponencial.

$$C(t) = e^{(-\frac{1}{Mtbf}) * t}$$

Ecuación 1 Confiabilidad distribución Exponencial

Desde el tablero es posible realizar el filtro por unidad funcional obteniendo el resultado compuesto por:

- Medidores
- Transmisores de temperatura, presión y densímetro.
- Probador
- Computador de Flujo

Para el caso de Equipos en falla se realiza un análisis de los equipos con pesos asignados de acuerdo con su condición, los equipos en falla tendrán un peso del 80% y los equipos con limitación operativa del 20%, aplicado al total de equipos con la siguiente ecuación:

$$\frac{TotalEq - ((EqLO * 20\%) + (EqNO * 80\%))}{TotalEq}$$

Ecuación 2 Equipos en falla

En la validación del Cumplimiento de plan de mantenimiento se cuenta con un tablero en PBI, alimentado desde SAP como herramienta principal, donde se puede revisar el

cumplimiento de los planes de mantenimiento por estación, unidad funcional, lo cual permite obtener el valor de cumplimiento específico.



Ilustración 2 Tablero seguimiento Plan de conservación del activo

La información de pérdidas no identificadas es una información tomada desde las herramientas volumétricas donde se tienen los balances de los diferentes sistemas de transporte, esto permite asignarle un valor a las diferentes unidades funcionales de medición como entrada al modelo.

Para finalizar se tiene la información de edad de los activos que es tomada de la base de datos de activos de medición cruzada con la base de patrimonio de activos fijos de Cenit.

Se estima para una segunda etapa poder incluir y analizar la información de linealidad y repetibilidad obtenidas de las corridas de verificación de los sistemas de medición, asociando de esta forma el desempeño y rendimiento de la unidad funcional.

5. Matriz de Evaluación

En la definición del modelo para la evaluación de los criterios se decide asignar el mismo peso para las diferentes variables teniendo en cuenta el aporte de valor de cada uno de ellos a la condición de la unidad funcional, sin embargo, para un mejor entendimiento y análisis se

realiza una distribución por cuadrantes permitiendo una mejor identificación de los puntos que requieren atención o seguimiento.

La distribución de los planos se plantea de la siguiente forma:

Eje X: Información de PNI

Eje Y: Información plan de mantenimiento + confiabilidad + Equipos en falla

De esta correlación se definen los cuadrantes:

Cumple conformidad: No se tienen desviaciones sobre los activos y se encuentran dentro de los límites las PNI.

Revisar condiciones operativas: no se identifica que se tenga desviaciones en los activos, pero si se observa altas PNI.

Posible condición del activo: las PNI se encuentran dentro de los límites, pero hay desviaciones sobre los activos.

Atención prioritaria del sistema: se tienen altas PNI y desviaciones sobre los activos.

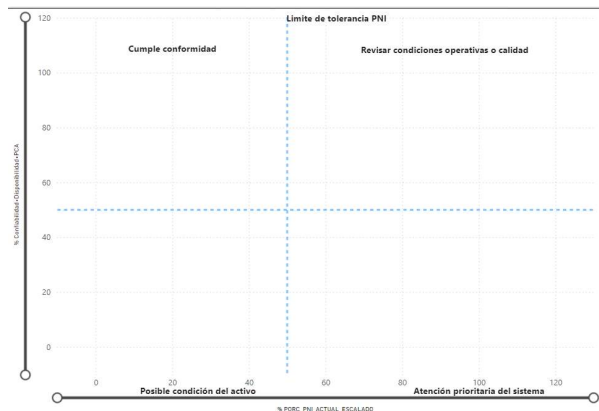


Ilustración 3 Visualización de la herramienta de condición por cuadrantes

6. Selección de Herramientas

En la evaluación y revisión de herramientas se identificaron diferentes estrategias de Software y captura de información donde se tomó la decisión de hacer el piloto con las herramientas corporativas, con el objetivo de revisar el comportamiento y peso sobre los

datos y estructura, con esto se seleccionaron las herramientas SharePoint, PowerApp y PowerBi como base del piloto teniendo la siguiente arquitectura.

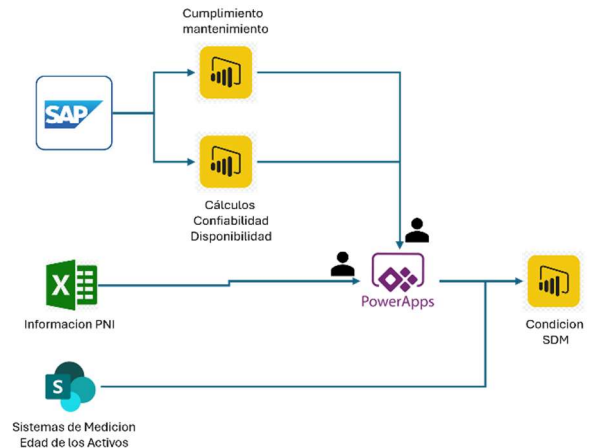


Ilustración 4 Arquitectura piloto

Para la captura de la información requerida por la herramienta se hace uso de PowerApp, en donde se diseñó una interfaz que permitiera ir a cada uno de los tableros que contienen la información y así mismo tuviera los espacios para el registro de cada criterio con sus observaciones correspondientes, esto para cada unidad funcional.

| ESTACION | SDM | MES | AÑO | PVO | OBSERV_PVO | DISPONIBILIDAD |
|---------------|-------------------|--------------|------|-------|-----------------------|----------------|
| Est Ayacucho | DESCARGADERO ... | 12-DICIEMBRE | 2023 | 100 | NA | 96,43 |
| Est Ayacucho | DESCARGADERO ... | 12-DICIEMBRE | 2023 | 100 | NA | 96,3 |
| Est Araguane | DESCARGADERO ... | 12-DICIEMBRE | 2023 | 78,73 | Alta desviación en... | 94,12 |
| Est Monterrey | DESCARGADERO ... | 12-DICIEMBRE | 2023 | 78,73 | Alta desviación en... | 89,72 |
| Est Vasconia | DESCARGADERO ... | 10-OCTUBRE | 2024 | 100 | Todas las activida... | 99 |
| Est Cartagena | DESPACHO A BAR... | 12-DICIEMBRE | 2023 | 100 | | 87 |
| Est Araguane | DESPACHO ARAG... | 12-DICIEMBRE | 2023 | 78,73 | Alta desviación en... | 88,57 |
| Est Monterrey | DESPACHO A POR... | 12-DICIEMBRE | 2023 | 78,73 | Alta desviación en... | 87,8 |
| Est Yaguara | DESPACHO A TEN... | 12-DICIEMBRE | 2023 | 97 | | 74,51 |
| Est Vasconia | DESPACHO A TEN... | 12-DICIEMBRE | 2023 | 100 | | 99,49 |

Ilustración 5 Ventana inicial Powerapp para acceso a la información

Este cargue de información como seguimiento a la condición se realiza mensualmente,

quedando registrados los cambios en el tiempo de cada uno de los criterios escogidos.

Ilustración 6 Ventana de cargue de información por unidad funcional

Con la información cargada en la Powerapp se publica por medio de PowerBi un tablero con la distribución de las diferentes unidades funcionales sobre los cuadrantes definidos, para de esta forma tener una visual del comportamiento en lo corrido del año de cada uno de los sistemas de medición.

7. Caso de estudio

Para mostrar la aplicación de la solución en un caso real, se describe a continuación el análisis sobre las diferentes unidades funcionales. Esto permitió identificar sistemas que requirieron ajustes en sus procesos operativos, así como sistemas que presentaron desviaciones, ya sea en sus rutinas de mantenimiento o de equipos en falla lo cual afectaba la condición de la unidad funcional.

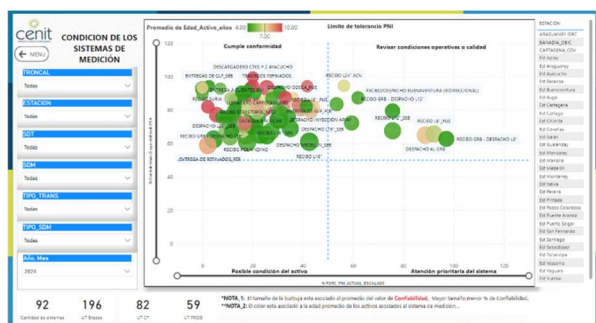


Ilustración 7 Condición de los sistemas de medición

Una de sus aplicaciones de mayor valor se vio reflejada en el uso de la herramienta para el comité de variaciones donde con ella se podía identificar rápidamente si la condición de los SDM puede estar presentando variaciones volumétricas o desviaciones que deban ser revisadas y ajustadas.

8. Conclusiones

1. El tener una visual como unidad funcional simplifica la información y facilita la lectura de las condiciones de los sistemas de medición para la toma de decisiones.
2. La visual sobre un plano de cuadrantes permite identificar de forma rápida los factores que pueden estar afectando las condiciones de los activos, ya sea por mantenimiento o por proceso operativo, para una atención más efectiva.
3. El uso y mapeo de información sobre esta herramienta permite dar una conformidad integral sobre la condición de la unidad de medición, identificando el cumplimiento de la función para la cual fue prevista.
4. El tener disponible esta herramienta para toda la organización permite a las diferentes áreas de negocio focalizar los esfuerzos y fortalecer la colaboración entre ellas, generando valor para la gestión de los activos de medición.

9. Bibliografía

- [1] N. Evans y J. Price, «Barriers to the Effective Deployment of Information Assets: An Executive Management Perspective,» *Interdisciplinary Journal of Information* , vol. 7, 2012.
- [2] N. Evans y J. Proce, «Development of a holistic model for the management of an enterprise's information assets,» *International Journal of Information Management*, vol. 54, 2020.
- [3] Y. Rojas, «Organización de la información: un factor determinante en la

- gestión empresarial,» *ACIMED*, vol. 12, 2004.
- [4] Y. Medardo, G. Hernando y V. Genebelin, INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD Y ANÁLISIS PROBABILÍSTICO DE RIESGO R2M, Reliability and Risk Management, S. A..
- [5] M. Flinder, «IBM,» [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/think/topics/asset-reliability>.
- [6] G. Tapia, «Las empresas resilientes y la relación con el valor organizacional. Pymes textiles,» 2012. [En línea]. Available: http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/econ/collection/tesis/document/1501-1236_TapiaGN16. [Links].
- [7] R. A. Marrero-Hernandez, «La planificación del mantenimiento, su importancia en la gestión de los activos,» 2022. [En línea]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362022000400108&lng=es&nrm=iso. accedido en 26 dic. 2024. Epub 18-Dic-2022.. [Último acceso: 24 12 2024].
- [8] CENIT, MBV-PR-05 - procedimiento para la generación de límites de tolerancia para las pérdidas no identificadas de los recursos y sistemas de transporte de CENIT, 2020.
- [9] B. Christiansen, «¿Qué es la disponibilidad de activos y cómo se calcula?,» 19 12 2024. [En línea]. Available: <https://limblecmms.com/blog/how-to-increase-asset-availability/>.

Rafael Francisco Mesa Barco. Ingeniero electrónico, máster en ingeniería con énfasis en gestión tecnológica de Transporte de Hidrocarburos, certificado como PMP y Scrum Máster (SSM). Con 20 años de experiencia en la gestión de activos industriales y tecnológicos y en el gerenciamiento de proyectos de infraestructura y tecnología.

Mario Fernando Gomez Reyes. Ingeniero de sistemas, especialista en automatización industrial y máster en gestión de tecnologías de la información, con más de 16 años de experiencia en la industria del petróleo y gas, y experiencia en sistemas de medición en el transporte de hidrocarburos, gestión de activos y foco de aseguramiento de la confiabilidad, integridad y desempeño con el objetivo de obtener el mayor beneficio de los activos y el proceso

Diana Xochilt Traslaviña Traslaviña. Ingeniera electrónica, especialista en evaluación y gerencia de proyectos, con 14 años de experiencia en la industria del petróleo y gas, y experiencia en sistemas de medición en el transporte de hidrocarburos y gestión desempeño de activos.