

RETO



X 100  
EL CAMINO DE  
LA INNOVACIÓN

EID Estudio de  
innovación  
igial  
CAMPOD

# FORMATO DE BRIEF

## PARA CONCEPTUALIZACIÓN DE RETOS

----> Monitoreo de trampas de vapor



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) Público objetivo.....	5
f) Impacto esperado .....	6
a) Restricciones.....	6
b) PDS.....	6



# BRIEF DEL RETO

## a) Reto

¿Cómo podríamos optimizar las pérdidas de vapor en una Planta Industrial (refinería), para reducir el consumo de agua y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al proceso?

## b) Objetivo Estratégico

(¿Cómo se alinea con la estrategia empresarial?)

- Reducir la Huella Hídrica en el proceso de captación de agua para la generación de vapor industrial. Este objetivo está alineado con el foco estratégico del agua en Ecopetrol, que plantea como meta una reducción del 1% en el volumen de captación de agua fresca para uso industrial en un periodo de tres años (2021-2023) respecto a la línea base para los activos de la Vicepresidencia de Producción (VDP).
- Reducir la Huella de Carbono por disminución del consumo de gas natural combustible que alimenta a los quemadores en el hogar de la caldera, en donde tiene lugar la transmisión de calor al agua subterránea captada de pozo y previamente suavizada, para la generación de vapor por radiación y convección. Las emisiones de CO<sub>2</sub> resultantes de la oxidación de hidrocarburos durante la combustión, dependen del contenido de carbono del combustible, y son independientes de la tecnología empleada.
- La incorporación de tecnologías de monitoreo, se constituye en una Palanca Digital estratégica, que facilita el cumplimiento de las metas de Descarbonización del Grupo Empresarial Ecopetrol, en cuanto a la automatización de los procesos de detección y diagnóstico de fallas en las trampas de vapor existentes en un sistema de suministro de este valioso insumo, evitando su desperdicio y es especialmente útil para optimizar la eficiencia energética y reducir la emisión de gases de efecto invernadero asociadas al proceso de generación del vapor. Por lo general, más del 20% de las trampas de vapor pierden vapor vivo, lo que es incompatible con el uso racional de la energía, el crecimiento sostenible y la lucha contra el Cambio Climático.

## 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).



El área de servicios industriales para las Plantas de Gas y de Asfalto de la Gerencia de Apiay cuenta con dos calderas de 400 BHP (una en operación y la otra de stand-by) con el fin de garantizar constantemente el suministro de hasta 20.000 lb/h de vapor de agua saturado de media presión a 150 PSI y 360 °F, el cual es vital para el proceso de producción de gas y asfalto. Las calderas AB901A/B se instalaron en esta área en el año 1987. El funcionamiento de estas calderas se da desde el momento mismo en que el gas natural combustible se quema en el hogar de la caldera, en donde tiene lugar la transmisión de calor por radiación, y a los gases resultantes, se les hace circular a través de los tubos que constituyen el haz tubular de la caldera, donde ocurre el intercambio de calor por conducción y convección. Las calderas envían vapor a cada uno de los usuarios de Refinería, Planta de Gas y de Asfalto de la Gerencia de Apiay. De ambas plantas retorna la línea de recolección de condensados de vapor, al tanque de agua suavizada, K-901 ubicado en el área de servicios. La línea de vapor de media presión que llega a la Refinería, se abre en tres ramales: uno que va hasta el área de recibo de crudo (E-501 A/B y líneas de calentamiento), otro que va a los tanques calientes y el tercero que llega al bloque de Proceso que también tiene dos ramales: uno como vapor de servicios y calentamiento y, otro que va al horno para enfriar los gases de combustión en la zona de convección y de allí sale recalentado a 770° F para distribuirse a las cuatro torres (T-501, T-502, T-503 y T-504), como vapor despojador y como vapor motriz de los eyectores.

Actualmente los tracing de vapor que tienen en la planta de asfalto presentaban muchas fugas. Las trampas instaladas son de tipo termodinámico de ¾" y presentan mucho arrastre de agua en la línea de retorno de condensados de vapor al tanque de agua suavizada de la caldera.

En una red de vapor, la unidad generadora es una caldera que calienta el agua desmineralizada (agua suavizada) con el fin de producir vapor. El vapor generado viaja a través de la línea principal de vapor (una tubería aislada) y continúa su camino hacia el equipo consumidor de vapor. Tan pronto como el vapor sale de la caldera, su temperatura empieza a descender. Como resultado, el vapor empieza a condensarse dentro de la tubería. La trampa de vapor, ubicada antes del equipo consumidor de vapor, vacía las condensaciones de la línea principal de vapor hacia la línea de retorno de condensado.

Una trampa de vapor es una válvula automática de descarga, que elimina condensados, aire y otros gases no condensables y que impide o minimiza las pérdidas de vapor. Permite evitar los golpes de ariete en las tuberías, un fenómeno generado por la diferencia de velocidad de flujo entre el vapor y los condensados y que puede causar importantes daños en los equipos. Una trampa que funciona incorrectamente puede generar escapes de vapor, lo que incrementa la cantidad de vapor requerido para satisfacer la demanda. Las trampas son susceptibles al desgaste y a la contaminación. Por lo tanto, requieren inspecciones y mantenimiento periódico para asegurar su correcto funcionamiento.

#### **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)

De acuerdo con el estudio - Method for calculating CO<sub>2</sub> Emissions -, realizado en 2010 por Ryan Reid, ingeniero energético e investigador de la Universidad de Texas en Austin, una caldera de vapor de



alta eficiencia, en la que se utiliza gas natural como combustible para la generación de calor, emite 0,134 toneladas de gases efecto invernadero por cada tonelada de vapor producida<sup>1</sup>. Así mismo en el proceso de calentamiento del agua de alimentación a una caldera para la producción de vapor, se necesita una (1) BTU para elevar la temperatura de una (1) libra de agua, en un (1) grado Fahrenheit. Lo que significa que cuando una libra de vapor se vuelve a condensar en agua, se desperdicia una (1) BTU.

Actualmente, en la mayoría de Plantas de Proceso, se efectúa un monitoreo manual de las trampas de vapor a través de controles anuales. Esta operación implica costos extremadamente elevados de mano de obra, es ineficaz y, en el peor de los casos, puede significar el funcionamiento de trampas defectuosas durante años.

Es muy importante que las plantas industriales tengan un programa efectivo de gestión y mantenimiento de las trampas de vapor. En las plantas grandes puede llegar a haber varios cientos de trampas de vapor que hay que controlar periódicamente para ver si están funcionando correctamente. Es necesario inspeccionar cada trampa de vapor de la instalación y determinar su desempeño, por lo menos una vez al año. Hay muchos tipos diferentes de trampas que funcionan con base a principios diferentes. A fin de examinar las trampas de vapor, es importante comprender cómo funciona cada uno de los tipos. Por lo tanto, las inspecciones deben estar a cargo de personal especialmente capacitado, que comprenda el funcionamiento de las trampas y del sistema de vapor en general para hacer un correcto diagnóstico.

Es importante contar con una solución integral, en donde la funcionalidad de las trampas de vapor se evalúe de una manera más eficaz con los instrumentos adecuados, termómetros y sensores ultrasónicos para el diagnóstico de fallas de las trampas de vapor en tiempo real.

### **e) Público objetivo**

(¿Quién es el destinatario de la solución?)

El público objetivo de la solución que se propone implementar corresponde a las Plantas de Gas y de Asfalto de la Gerencia de Desarrollo y Operaciones de Producción de Apiay de Ecopetrol S.A. donde existen aproximadamente 134 trampas de vapor que son susceptibles de experimentar pérdidas de vapor en caso de fallas. Esta solución puede ser implementada en Refinerías donde el vapor es el principal fluido energético utilizado como fluido de potencia motriz para máquinas rotativas (bombas o turbinas) o como fuente de calor en columnas de fraccionamiento e intercambiadores de calor o como vapor de sofoco.

---

<sup>1</sup> Marc Froeyen, March 2015, White Paper on Steam traps, Total cost overview of mechanical steam traps during the lifetime of your plant, STEAMLOC International. Recuperado el 07 de agosto de 2021 de la página web: <http://www.oilandgastechology.net/sites/default/files/Steamloc-white-paper-Steam-Traps.pdf>



## 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)

El impacto esperado con la implementación de un proyecto de monitoreo online de trampas de vapor basado en tecnología, que permita la detección de un 15% estimado de trampas en falla con pérdidas por fugas pequeñas de vapor de 2 kg/h, para un proyecto piloto con 50 trampas de vapor instaladas en Refinería y Plantas de Asfalto y Gas de Apiay, que podrían pasar con fallas inadvertidas durante un programa anual de inspección visual convencional; es el siguiente:

- Emisiones de GEI abatidas = 173 tCO<sub>2</sub>e/año.
- Ahorro en captación de agua = 15.443 barriles de agua/año.
- Costo de Abatimiento Marginal = - 70,17 US\$/tCO<sub>2</sub>e.

## a) Restricciones

La principal restricción la constituye el suministro de una fuente de alimentación de energía de CA/CC en algunos puntos de ubicación de las trampas de vapor. Para superar esa limitación, se requieren sensores Wireless de última generación, de potencia ultra baja, preferiblemente que no necesiten baterías, funcionen las 24 horas y requieran un mantenimiento mínimo.

## b) PDS

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
<b>Back - End (características que no son percibidas por el usuario final)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La solución debe estar integrada con la arquitectura de los sistemas de control de la Planta.</li> <li>- La solución debe garantizar la confidencialidad, seguridad y en general la integridad de la información.</li> </ul>
<b>Front - End (características que son percibidas y afectan la experiencia del usuario)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El desarrollo de la solución debe ceñirse a dar cumplimiento de los lineamientos de UX/UI.</li> <li>- La solución debe contar con una visualización interactiva de resultados.</li> <li>- La solución debe dar cumplimiento a los estándares de ciberseguridad.</li> <li>- La solución debe ser web responsive.</li> </ul>



<p><b>Output (¿Qué obtiene el usuario?)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Panel de control en tiempo real con los indicadores asociados a las emisiones de vapor en las trampas de vapor que permita monitorear de manera gráfica y sistemática (cantidad emitida por hora, temperatura, presión).</li> <li>- Visualizar alertas de posibles incidentes de manera predictiva.</li> </ul>
<p><b>Sustainability (Características que afectan la sostenibilidad económica y funcional de la solución)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debe ser una Cloud Based Solution.</li> <li>- La solución debe permitir ser desplegado en MS Azure.</li> <li>- Integración con la información planimétrica de la refinería y/o plantas de proceso.</li> <li>- Solución que sea capaz de reconocer patrones y generar predicciones a partir de la Big Data recolectada (Mantenimiento predictivo).</li> <li>- Encapsulado seguro acorde al área de trabajo: a prueba de explosión/IP 61.*</li> <li>- IOT Hub, Security Center, gestión y monitoreo remoto del dispositivo.</li> <li>- Aplicar el estándar de aseguramiento (hardening) al sistema operativo del dispositivo.</li> <li>- Contar con mecanismos de autenticación y cifrado a lo largo de todo el proceso.</li> <li>- Consolidación en lago de datos y caracterizar la data.</li> <li>- Soporte de redes 2G/3G/4G LTE/HSPA/UMTS para transmisión de datos de forma segura sin infraestructura de antenas tradicionales y sin sensores dependientes de baterías como fuente de alimentación de energía.</li> </ul>

