

SIGUIENDO EL DINERO: LA RELACION ENTRE LOS DESAFIOS DE AMERICA LATINA Y EL INCREMENTO DE ROBO EN DUCTOS

Angela Maya, Atmos International, angela.maya@atmosi.com

Sinopsis

El robo de productos en ductos ha sido siempre un problema global, aunque cada región se ve afectada de manera diferente debido a la naturaleza variable de sus contextos sociales y económicos. Enfocándose específicamente en América Latina, este documento analiza los desafíos actuales que enfrenta la región y cómo se relacionan con el aumento del robo en ductos.

En Argentina, la debilidad del peso ha provocado inflación, lo que ha incrementado los precios del combustible. Otros territorios latinoamericanos afectados por el alza en los precios del combustible incluyen Brasil, Colombia y México, lo cual está vinculado a la red creciente de contrabandistas de combustible que operan en la región LATAM y ponen en riesgo los ductos.

Además del contrabando de combustible, la desigualdad económica es otro problema que enfrenta América Latina, con casi un tercio de la población viviendo en situación de pobreza. El Índice de Corrupción 2023 y 2024 también reveló que la corrupción no solo sigue siendo un desafío persistente en la región, sino que está empeorando en la mayoría de los países.

Este documento abordará los desafíos latinoamericanos como el aumento en los precios del combustible, la desigualdad económica y los niveles de corrupción, en relación con las crecientes amenazas a los ductos que transportan combustible en la región. Por ejemplo, cómo la corrupción puede exponer al personal operador de ductos a amenazas e interrogatorios por parte de grupos del crimen organizado, con el fin de obtener información que facilite el robo de producto. Por otro lado, el aumento de la pobreza puede estar vinculado al incremento de robos en ductos, donde se observan conexiones de mayor diámetro, instalaciones deficientes, cortes a la tubería y mayor riesgo de ruptura.

Finalmente, el documento revisará los avances en la detección de robos en ductos, como el uso de instrumentación no intrusiva que reduce el riesgo de comprometer la integridad del ducto, junto con otros equipos de apoyo que permanecen discretos ante la presencia de ladrones en la zona. Esto se complementará con una discusión sobre software de múltiples elementos basado en distintos métodos internos, como la onda de presión negativa y el balance de volumen, que ofrecen alta precisión y sensibilidad.

1. Introducción

El robo a ductos es un problema multidimensional y cada región en el mundo tiene un impacto diferente debido a sus diversas problemáticas económicas y sociales. Este documento examina los desafíos específicos de América Latina, como los precios elevados del combustible, la desigualdad de riqueza y los niveles de corrupción, en relación a las crecientes amenazas a los ductos que transportan combustible en la región, seguido de una revisión de los avances en la detección de robo en ductos, como la instrumentación de hardware no intrusiva que reduce el riesgo de dañar aún más la integridad del ducto, junto con otro equipo de soporte que mantiene discretos ante la presencia de ladrones. Esto se complementa con discusión con software multi elemento basado en diferentes métodos internos tales como la onda de presión negativa y métodos de balance de volumen para lograr alta precisión y sensibilidad. El documento también aclara los principios fundamentales de los sensores no intrusivos de alta frecuencia de Atmos International y los algoritmos multi método utilizados para detectar tanto eventos de robo rápidos como sutiles.

2. Un fuerte aumento en el robo a ductos

El robo a ductos ha sido un problema durante muchos años en América Latina, debido a los problemas profundamente arraigados que enfrenta la región. Es un área con pobreza persistente, desigualdad y altos niveles de falta de control legal. Los siguientes factores han contribuido tanto a eventos oportunistas de tipo “cortar y llevar” como a operaciones sofisticadas de robo encubierto que requieren tecnologías de detección sensibles para identificarse.

2.1 Aumento de los precios del combustible

A finales de 2023, el ministro de economía en Argentina devaluó el peso en un 54%. Esto causó inflación y elevó significativamente los precios del combustible.^{1,2} El aumento en los precios del combustible también ha impactado a otros países de la región, con precios promedio de gasolina en Brasil aumentando en 16.3% y más del 50% en Colombia.^{3,4}

Las fluctuaciones en los precios del combustible entre cada país de América Latina incentivan a los contrabandistas a obtenerlo por medios ilícitos y venderlo en otras zonas a precios mayores. Un ejemplo reciente de Atmos International involucró la identificación de un punto de toma ilegal en Costa Rica que posteriormente llevó al cliente a un camión lleno con 12 contenedores del producto robado por los ladrones (ver Figura 1). El contrabando de combustible también puede estar vinculado a incrementos en la producción de drogas ilegales, lo cual incrementa el riesgo de robo a ductos. Estos ejemplos ilustran cómo las condiciones económicas crean desafíos operativos que requieren tecnología capaz de detectar tanto eventos de extracción abruptos como eventos con extracción de bajo caudal.



Figura 1: Contenedores llenos de combustible robado del cliente

2.2 Producción de drogas, corrupción y desigualdad de riqueza

En Colombia, el cultivo de planta de coca a partir de la cual se produce cocaína se incrementó en un 13% en el 2024. La producción de cocaína requiere altas cantidades de gasolina para procesar las hojas de coca, por lo que el robo de combustibles aumenta notablemente en paralelo con el aumento de la producción de cocaína.^{5,6} Este incremento en la demanda por extracción de combustibles resalta la necesidad de sistemas de monitoreo en tiempo real y de alta frecuencia que identifiquen perturbaciones pequeñas pero consistentes con disturbios de presión.

En áreas donde existe una alta desigualdad de riqueza y una economía fluctuante, no es raro que también exista corrupción. Desde principios de la década de 1980, la corrupción gubernamental y la inestabilidad política han sentado las bases para que redes de crimen organizado realicen actividades de robo a ductos.⁷ Actualmente, el soborno a funcionarios gubernamentales e investigaciones a los operadores de ductos para obtener información clasificada son una práctica común dentro de las actividades de robo de las redes de crimen organizado. El índice de corrupción del 2023 revela que la corrupción no

solamente es un desafío persistente en America Latina, sino que está empeorando en la mayoría de los países de la región.⁸

En Mexico, se ha registrado que los carteles de drogas pueden llegar a ganar hasta 90,000USD en pocos minutos mediante el robo de combustible obtenido desde tomas ilegales en ductos.⁷ Esto es en parte debido a los “huachicoleros” (término popular para las personas o grupos dedicados al robo de combustible de ductos y su tráfico) y las organizaciones de crimen organizado tras ellos, pero también a su capacidad de acceder a una red de funcionarios corruptos, siendo el 57% de todos los fraudes en petróleo y gas en Mexico atribuibles a esquemas de corrupción. Estas condiciones permiten robos con técnicas más sofisticadas de larga duración que generan fluctuaciones de presión sutiles que requieren técnicas y algoritmos de detección avanzados.

América Latina tiene una historia de desigualdad de riqueza, con el 1% más rico de la población poseyendo entre el 37 y el 40,6% de la riqueza de la región. Encuestas recientes sobre los activos de los hogares sugieren que la mitad más pobre de la población tiene una proporción extremadamente baja de riqueza. Por ejemplo, el 50% más pobre de la población colombiana, posee poca o ninguna riqueza de la región⁹ y el 40% de los argentinos, actualmente viven en la pobreza.¹⁰ La brecha de riqueza ha provocado desigualdad sistémica en la región, creando pobreza y desempleo, lo que a su vez ha provocado la desesperación económica que impulsa algunos de los robos de ductos que se ven comúnmente en la región. Las presiones económicas asociadas a la desigualdad suelen correlacionarse con el uso de instalaciones improvisadas de intervención inseguras, que generan firmas de presión que los sistemas avanzados de detección pueden identificar.

2.3 Activos Envejecidos

Muchos ductos en la región de America Latina, particularmente en secciones ubicadas en áreas remotas, con activos envejecidos y construidos sobre la superficie, como los tres Oleoductos heredados en la selva Amazónica de Ecuador, Peru y Colombia.¹¹

Así como la exposición de los ductos a un Riesgo de daños accidentales por terceros y riesgos de daños ambientales, los sistemas de tuberías instalados en superficie tienen un mayor riesgo de robo. La infraestructura envejecida a menudo carece de instrumentación moderna, lo que hace que las soluciones de sensores externos no intrusivos sean una solución práctica y eficaz en zonas remotas o de difícil acceso.

2.4 Pandemia de COVID-19

La caída de otras fuentes de ingresos durante la pandemia provocaron un aumento en el robo de combustible de ductos. Un operador Mexicano de Oleoductos descubrió aproximadamente 900 puntos de tomas ilegales entre Enero y Agosto de 2020, un aumento de más del 20% comparado con el mismo periodo del año anterior.¹²

3. Tipos de robos en ductos

Existe dos tipos principales de robo de combustible que se encuentran en America Latina, cada uno tiene con un conjunto único de características y desafíos, pero ambos igualmente permiten la exposición de los ductos a riesgos de fugas y rupturas debido al debilitamiento de la integridad del ducto. Estas diferentes firmas son importantes porque influyen en como el software de detección interpreta el comportamiento de flujo y presión.

3.1 Cortar y Captar

Cuando el motivador del robo es una necesidad humana básica como combustible para calentar y cocinar, la técnica de cortar y captar es común. Este método de robo de producto es particularmente peligroso porque se caracteriza por instalaciones deficientes, válvulas de mayor diámetro y debilitamiento de la tubería. Hay un incremento de la probabilidad de rupturas de la tubería cuando se

utiliza este método. Debido a que los eventos de cortar y captar generan grandes y rápidas caídas de presión, normalmente se detectan de forma fiable mediante métodos de onda de presión negativa.

3.2 Intenta mantenerse oculto

Este enfoque típicamente es más difícil de detectar para los sistemas porque la actividad de robo podría también implicar a trabajadores corruptos del operador, funcionarios y personal de vigilancia que son sobornados o amenazados con hacer la vista a un lado o con una participación activa. Esta técnica se caracteriza por la apertura y cierre lento de válvulas para generar pequeños cambios de presión, el uso de mangueras más largas para extraer producto del ducto, el robo de cantidades menores durante periodos más largos, el Mantenimiento de la tasa de robo por debajo del nivel de precisión del medidor de flujo y el robo simultaneo desde múltiples ubicaciones a lo largo de la tubería. Estas extracciones lentas de tasa baja de flujo producen variaciones de presión muy pequeñas que pueden asemejarse a ruido operativo normal.

Una tendencia emergente en este tipo de robo es el uso de válvulas operadas remotamente con ladrones adoptando un enfoque más indirecto con la apertura y cierre de válvulas de robo de forma remota (ver Figura 2). En Costa Rica, se reportó una operación que implicaba un circuito electrónico con un relé alimentado por una batería de motocicleta (véase la Figura 3). Las válvulas operadas remotamente suelen crear firmas distintivas pero sutiles que el hardware de adquisición de datos de alta frecuencia puede detectar, especialmente cuando se combinan con el reconocimiento de patrones de la revisión de análisis offline.



Figura 2: Punto de toma operado por batería



Figura 3: Batería de motocicleta que alimenta el relé

Investigaciones recientes sugieren que la apertura y cierre lento de válvulas y el robo de bajo volumen de producto son las dos tácticas más comunes usadas por los ladrones pero solo el 50% de los operadores de ductos usan una combinación de métodos en sus sistemas de detección de robos.¹³ Esto refuerza la importancia de un monitoreo computacional de ductos (CPM) multi método de tuberías, que analiza tanto la onda de presión negativa como el desbalance de flujo.

4. Tecnología y casos de estudios recientes

La tecnología de detección de fugas y robos puede ser usada con diferentes algoritmos de software que usan elementos de ambos métodos, balance de volumen y onda de presión negativa (NPW por sus siglas en ingles). Estos son la llave para proveer a los operadores de ductos con datos relevantes y alertas en el evento de una fuga o un robo. Estas soluciones de software deben combinarse con hardware ya sea fijo o portátil para que las soluciones en línea y los análisis fuera de línea realizados por Ingenieros permitan un análisis confiable, rápido y con precisión.

Los siguientes estudios de caso representan ejemplos recientes de cómo se ha frenado el robo en América Latina mediante una combinación de hardware, software y análisis offline por ingenieros humanos.

4.1 Caso de estudio 1: Detectando actividad de robo en modo de intentar ocultarse

El ducto de un cliente estuvo expuesta a un incremento en la actividad de robo, con ladrones que continuamente retornaban para extraer más producto.

Para localizar las ubicaciones de robos, fueron instalados en el ducto instrumentos de hardware, Comunicaciones usando 4G y radio, unidades de adquisición de datos (Figura 4) y sensores de presión (Figura 5).

Para evitar la detección, muchos puntos de tomas eran subterráneos y permanecían ocultos por largos periodos de tiempo debido a las medidas que los ladrones tomaban para ocultar sus actividades. (Figura 6).

En algunos casos, se acoplaron mangueras largas a la tubería (Figura 7), lo cual es una característica típica del enfoque de intentar permanecer oculto. Estas condiciones producían perturbaciones de presión muy pequeñas, requiriendo software multi método y análisis fuera de línea para identificar el comportamiento exacto de la toma ilegal.



Figura 4: Enlaces de radio 4G instalados en la tubería del cliente



Figura 5: Transmisor de presión instalado en la tubería del cliente



Figura 6: Un punto de extracción subterráneo descubierto en Costa Rica



Figura 7: Una manguera larga que se aleja del punto de extracción

Una combinación de software y análisis fuera de línea ejecutado por ingenieros entrenados identificó casos de perforación en la pared de la tubería cuando los ladrones extrajeron producto para comprobar si había diésel en la tubería (véase la Figura 8). Las figuras 9 y 10 demuestran que incluso el enfoque oculto de "intentar y permanecer" en el robo de ductos conlleva un riesgo de fugas y roturas en el ducto, lo que puede tener impactos devastadores en la zona circundante. En total, se han detectado y localizado más de 1.569 incidentes de robo en seis segmentos del oleoducto del cliente desde 2017, con más de 450 puntos de intervención localizados para poder realizar las reparaciones necesarias. Los eventos se realizaban con gran precisión, a menudo a solo pocos metros del otro punto, a pesar del terreno complejo

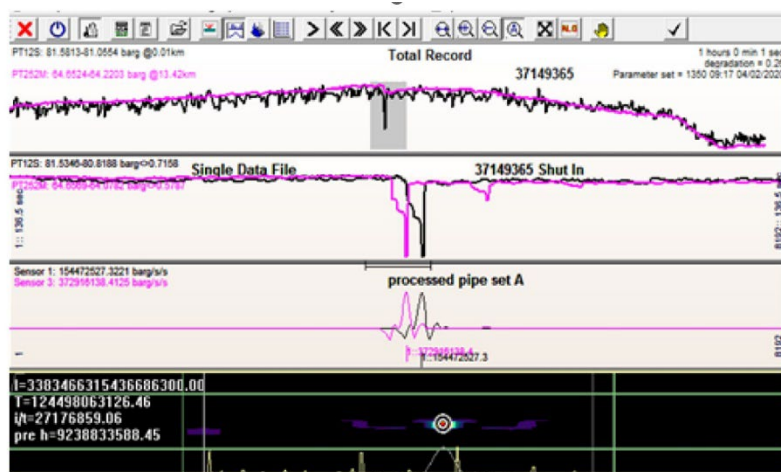


Figura 8: Un evento de robo cuando la caída de presión indica perforación y comprobación del tipo de producto

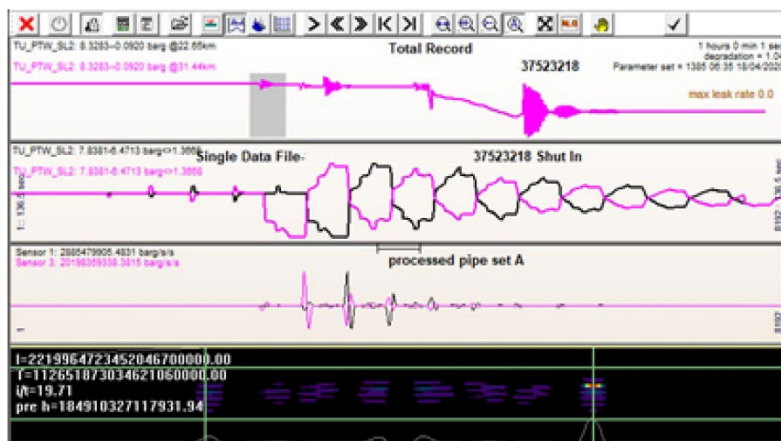


Figura 9: Evento de robo que provocó un incendio forestal (como se muestra en la Figura 10)



Figura 10: Incendio forestal como resultado de un robo de oleoducto que provocó fugas que escalaron hasta convertirse en un incendio

4.2 Caso de estudio 2: Análisis de datos fuera de línea

Una empresa de transporte de hidrocarburos de América Latina experimentó actividad de robo durante diversas condiciones operativas a lo largo de su red de 560 km de ductos.

La instalación de hardware de unidades de adquisición de datos de alta velocidad en tres tuberías dentro de la red se combinó con análisis fuera de línea realizados por ingenieros capacitados.

Utilizando el método de onda de presión negativa, se analizaron los datos obtenidos a través de las unidades de adquisición de datos con el fin de identificar ubicaciones de robo con error de pocos metros. La combinación de alta frecuencia de muestreo y el filtrado de señales permitió al sistema diferenciar las perturbaciones relacionadas con el robo de los transitorios operativos.

Al igual que en la sección 4.1, la actividad de robo aquí fue ejemplar del enfoque de intentar y permanecer oculto. Para ocultar sus actividades, los ladrones intervenían durante los trámites o poco después de que las operaciones del oleoducto se reanudaran tras un cierre temporal. Los ladrones también realizaban sus actividades en secciones selváticas y poco pobladas del ducto para evitar ser detectados, en algunos casos cavando túneles y zanjas en la selva tropical para ocultar la ruta de las mangueras de robo y los tanques que almacenaban su producto robado.

Se detectaron múltiples eventos de robo durante condiciones de flujo dinámico y estático, a pesar de que la tubería atraviesa un terreno complicado y presenta cambios considerables de elevación.

5. Avances en la detección de robos

El problema del robo de oleoductos es multidimensional. A medida que los ladrones avanzan en sus operaciones, utilizando equipos y técnicas para pasar desapercibidos, la tecnología de detección de robos desempeña un papel crucial para garantizar que los operadores de ductos avancen más rápido que el aumento de la tecnología de robo en América Latina.

5.1 Combinación de hardware y software

Para una protección extra, un solo elemento puede no ser suficiente. El hardware y el software pueden combinar múltiples métodos al combinar tecnología e instrumentación para ofrecer un enfoque más completo en la lucha contra la detección de robos.

5.1.1 Hardware



Figura 11: Ejemplos de hardware no intrusivo (izquierda) y registradores de datos alimentados por batería (derecha) para detección de actividades de robo

Opciones de hardware como los registradores de datos alimentados por batería pueden conectarse en puntos de conexión existentes en la tubería y, al ser pequeños, pueden pasar desapercibidos para los ladrones. La instrumentación de hardware no intrusiva con sensores de presión integrados también

puede proporcionar datos de medición en tiempo real sin necesidad de conectarse de forma intrusiva a puntos de conexión existentes o nuevos (Figura 11).

Para detectar fugas y robos muy pequeños, los avances recientes en hardware no intrusivo incluyen unidades de adquisición de datos de alta frecuencia (Figura 12), por lo que se puede detectar actividad de robo que implica robar volúmenes pequeños de productos y la apertura y cierre lento de las válvulas con las que roban. Los datos pueden entonces adquirirse y analizarse a una frecuencia superior a la tasa de muestreo típica de cinco segundos de la adquisición de datos de un sistema de control supervisado (SCADA) (Figura 13). El muestreo de alta frecuencia permite detectar pequeñas ondas de presión negativa generadas por acciones sutiles de robo, como aperturas lentas de válvulas o tomas operadas remotamente.

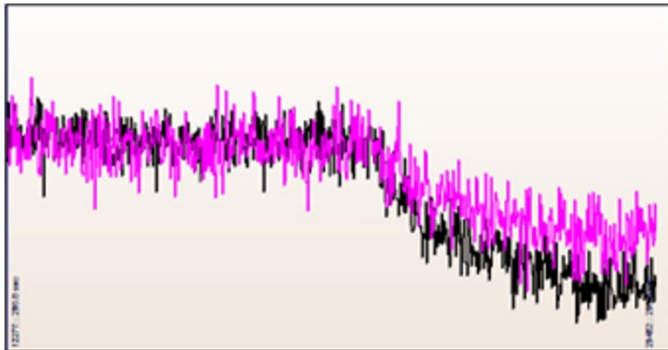


Figura 12: Instrumentación de hardware que registra una muestra de datos de un evento de fuga



Figura 13: Datos SCADA del mismo evento de fuga que en la Figura 11

Para zonas remotas de América Latina, como la selva amazónica, donde el acceso es limitado, algunos equipos de detección de robos pueden alimentarse con energía eólica y solar sin interrupciones. También hay disponibilidad de unidades de adquisición de datos alimentadas por batería, algunas lo suficientemente pequeñas como para pasar desapercibidas para los ladrones de ductos que operan en las cercanías, instalándose en puntos de válvulas de la tubería, subterráneas u otros puntos estratégicos a lo largo de la ruta

El GPS interno del hardware de detección de robos alimentado por batería adquiere una ubicación precisa y un bloqueo temporal mientras la unidad se transporta al lugar. Algunos dispositivos incluso pueden seguir recopilando datos hasta 21 días y han sido fundamentales para frenar actividades de robo.^{14,15}

5.1.2 Software

Debido a los crecientes desafíos que afectan a América Latina, el software que tiene la capacidad de realizar análisis multi método a la vez que apoya el cumplimiento con estándares como RP API 1130 y ASME B31.4 será crucial para detectar robos en diversas condiciones operativas.

Cuando se forma una nueva fuga, una onda de presión negativa se propaga en ambas direcciones del ducto. El software avanzado puede utilizar la técnica de onda de presión negativa para observar las ondas que viajan a través del fluido. La magnitud de la caída de presión y el tiempo que tarda la onda de presión en llegar hasta los medidores determinan el tamaño y la ubicación de la fuga. Tres algoritmos integrales filtran el ruido del proceso y la interferencia proveniente de los datos de presión para crear un mapa tridimensional detallado. Este mapa permite al sistema diferenciar claramente los verdaderos eventos de fuga/robo de los cambios de presión causados por operaciones transitorias y declarar eventos de pérdida de contención de forma rápida y confiable.

Adicionalmente, algoritmos con balance de flujo inteligente pueden comparar las lecturas de flujo de entrada y salida para detectar actividad de robos nuevos y existentes, así como extracción intermitente y continua que asegura que se detecten extracciones rápidas y graduales con estimaciones precisas de localización. Combinado con el elemento de presión negativa, los eventos de fuga o robo genuinos pueden separarse de los transitorios operativos, de modo que los operadores obtienen una detección más rápida, una localización más precisa y una menor cantidad de falsas alarmas en una variedad de condiciones de la tubería.

La relevancia de las capacidades de software se evidencia cuando se trasladan del plano teórico a la operación práctica. No se trata únicamente de optimizar el control de la red, sino de contar con un sistema confiable que permita diferenciar con precisión entre eventos operativos normales y fugas o extracciones ilícitas. En escenarios complejos, donde la continuidad del servicio y la seguridad ambiental son críticas, el software deja de ser una herramienta opcional y se convierte en un componente indispensable para garantizar la integridad de los ductos y la confianza en la operación.

La red de 8.829 km de oleoductos submarinos, plantas de procesamiento, plataformas y terminales de recepción de un cliente requería software de simulación para poder ejecutar su compleja red con confianza y fiabilidad. Debido que las mediciones submarinas suelen ser más difíciles de capturar que en redes de oleoductos a nivel de tierra, las funciones de simulación eran esenciales para garantizar las operaciones seguras y rentables de la red.

En conjunto con otros módulos del software propietario de simulación, se instaló un módulo de gestión de datos para el cliente, que conectaba todos sus sistemas de aplicaciones y sistemas de control, por ejemplo SCADA/DCS. Este módulo recopila datos en tiempo real y simulados a intervalos configurables.

Se instaló un módulo del sistema de detección de fugas para el cliente, que calcula continuamente el balance de volumen de la tubería para monitorizar fugas. Utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Balance de volumen} = (Q_{in} - Q_{out}) - \Delta \text{ inventario}$$

Un sistema de detección de fugas que cubra las porciones de una tubería que viajan bajo el agua es vital para garantizar la seguridad del medio ambiente y de las personas



Figura 14: Una parte terrestre del gasoducto del cliente

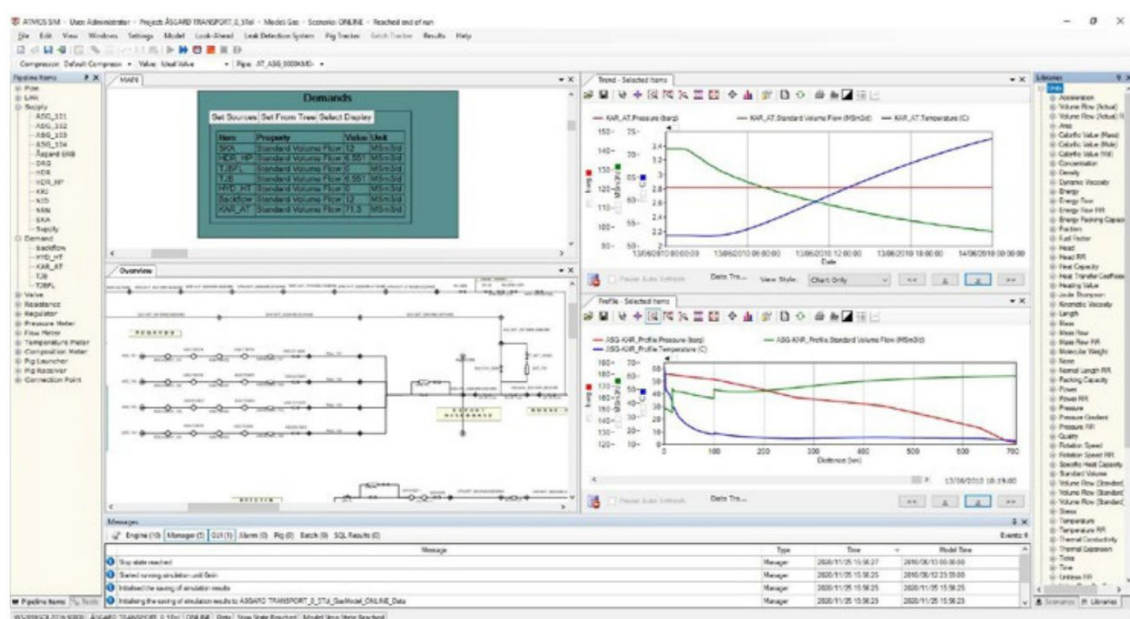


Figura 15: Un ejemplo de la interfaz gráfica del software de simulación

5.1.3 Análisis humano

A medida que surgen nuevas técnicas de robo, combinar soluciones de hardware y software basadas en métodos de monitorización computacional de tuberías (CPM) con el análisis experto offline de ingenieros especializados puede contribuir a un sistema de detección de robos altamente sensible que detecte actividades sofisticadas de robo (véanse las Figuras 13 y 14).

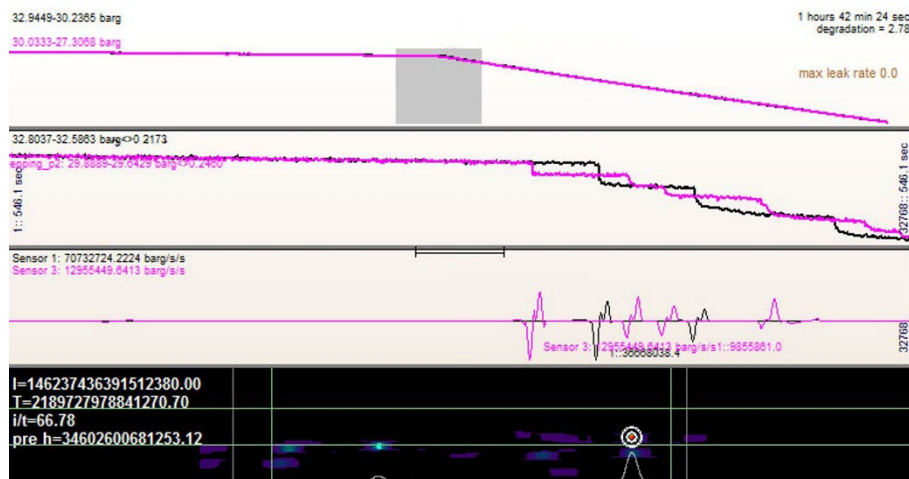


Figura 16: Datos de presión al inicio de un robo de tubería bajo condiciones estáticas detectados por ingenieros capacitados. La presión baja durante varias horas mientras los ladrones extraen el producto

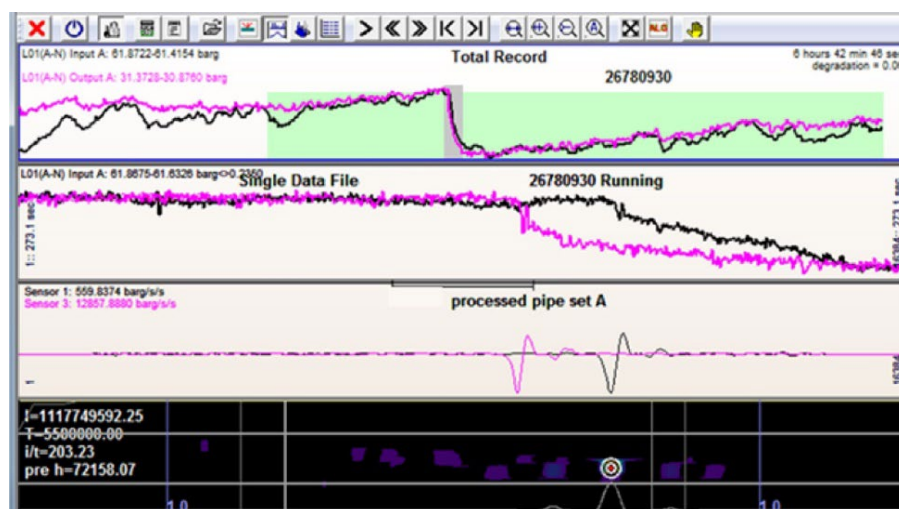


Figura 17: Una vista de las señales de presión de un robo en condiciones de flujo detectadas por ingenieros formados

El análisis humano es capaz de localizar un lugar de robo a menos de 5-19 metros de un punto real de extracción y pérdidas de producto tan pequeñas como el 0,1% del caudal nominal tanto en condiciones estáticas como en condiciones de operación dinámica.

6. Conclusiones

Este documento aborda el aumento del robo de combustible en América Latina y los riesgos que supone para la integridad y seguridad de los oleoductos. A medida que desafíos como el aumento de los precios del combustible, la desigualdad de riqueza y la corrupción continúan afectando a la región, la instrumentación de hardware, el software multi método y el elemento añadido de análisis offline por ingenieros formados seguirán siendo cruciales para detectar tanto actividades de robo abiertas como ocultas y responder antes de que la integridad de la tubería se vea comprometida aún más.

Bibliografía

- ¹ <https://www.batimes.com.ar/news/economy/fuel-prices-in-argentina-soar-a-further-37-after-devaluation-of-peso.phtml>
- ² <https://unicornriot.ninja/2024/chainsaw-democracy-argentina-in-crisis-faces-an-authoritarian-president/>
- ³ <https://www.reuters.com/business/energy/brazils-petrobras-hikes-fuel-prices-after-abrupt-global-spike-2023-08-15/>
- ⁴ <https://apnews.com/article/colombia-protests-fuel-price-hikes-petro-82d56dd2b3b43e6551e91b6373b95a73>
- ⁵ <https://oilprice.com/Energy/Energy-General/Record-Cocaine-Production-Impacts-Colombias-Oil-Industry.html>
- ⁶ <https://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/Colombias-Cocaine-Boom-Is-Fueling-An-Unprecedented-Spike-In-Oil-Theft.html>
- ⁷ <https://www.atmosi.com/en/news-events/blogs/a-spotlight-on-pipeline-theft-in-latin-america/>
- ⁸ <https://www.transparency.org/en/cpi/2023/>
- ⁹ <https://www.inet.ox.ac.uk/news/why-is-latin-american-inequality-so-high>
- ¹⁰ <https://www.aljazeera.com/news/2024/1/11/imf-unlocks-4-7bn-for-argentina-amid-economic-crisis-milei-austerity-cuts>
- ¹¹ <https://news.mongabay.com/2024/04/outdated-infrastructure-and-oil-spills-the-cases-of-colombia-peru-and-ecuador/>
- ¹² <https://insightcrime.org/news/analysis/oil-theft-latin-america-pandemic/>
- ¹³ <https://www.atmosi.com/en/resources/ebooks/global-pipeline-theft-detection-ebook/>
- ¹⁴ <https://www.atmosi.com/en/news-events/news/leak-detection-in-latin-american-slurry-pipelines-overcoming-aggressive-pipeline-thefts-in-africa-and-more/>
- ¹⁵ <https://www.atmosi.com/en/news-events/blogs/ask-the-expert-qa-pipeline-theft-as-a-global-issue-tapping-point-types-and-more/>

CV

Angela Maria Maya, Atmos International Ltd, angela.maya@atmosi.com

Título y lugar de estudio: Ingeniera Electrónica, Universidad del Valle, Colombia

Trayectoria: Ingeniera Electrónica con más de 20 años de experiencia especializada en instrumentación y control para los sectores de energía y petróleo y gas y con sólidos conocimientos en sistemas de detección de fugas y robos. En los últimos diez años, he trabajado como ingeniera de Ventas y Soporte Técnico para Atmos International en América Latina, ofreciendo soluciones innovadoras de detección de fugas y robos, simulación hidráulica para ductos y abordando desafíos críticos del mercado.

Puesto actual. Ingeniera de Ventas y Soporte de América Latina