



3° Workshop de Medición en
Upstream y Downstream
de Petróleo y Gas 

22-23
AGO



INSTITUTO ARGENTINO
DEL PETRÓLEO Y DEL GAS

DESAFÍOS EN LA MEDICIÓN DE GAS DE ANTORCHA

Guía para Profesionales de Medición



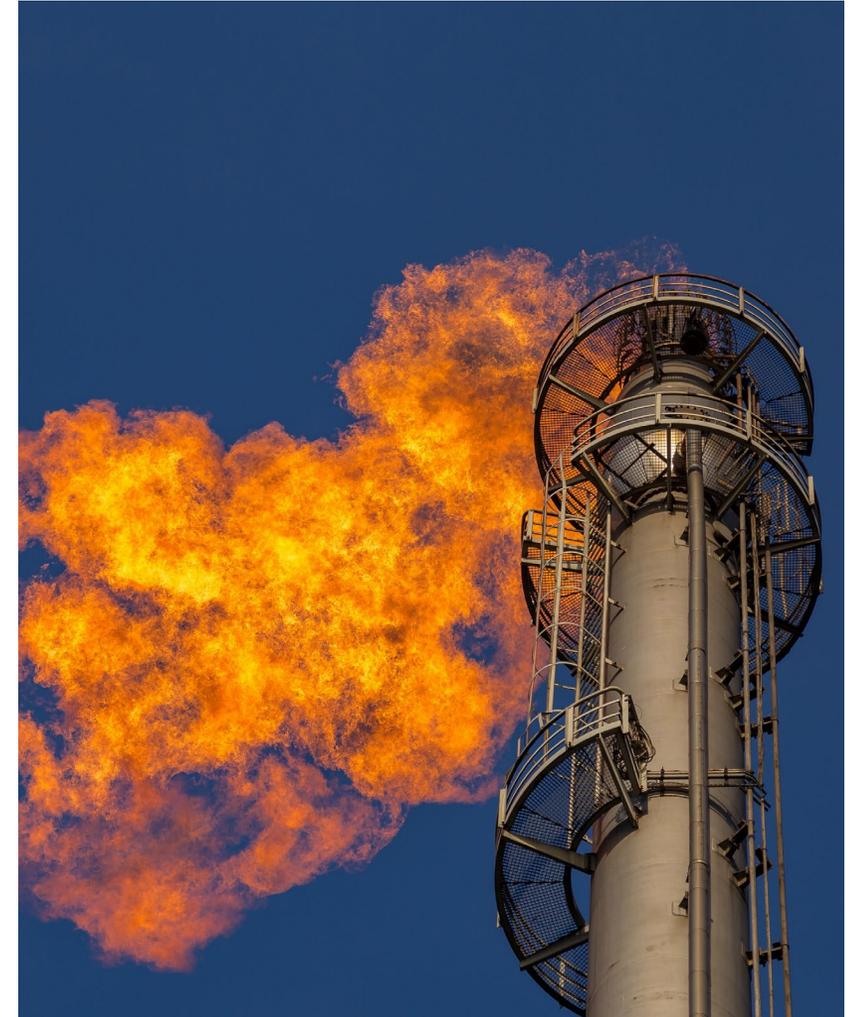
CERO EMISIONES

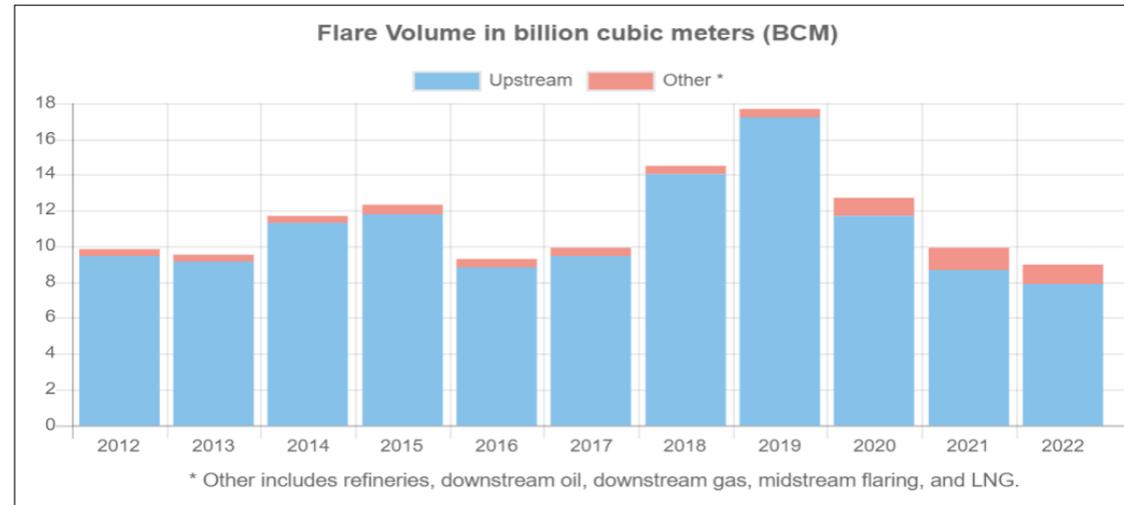
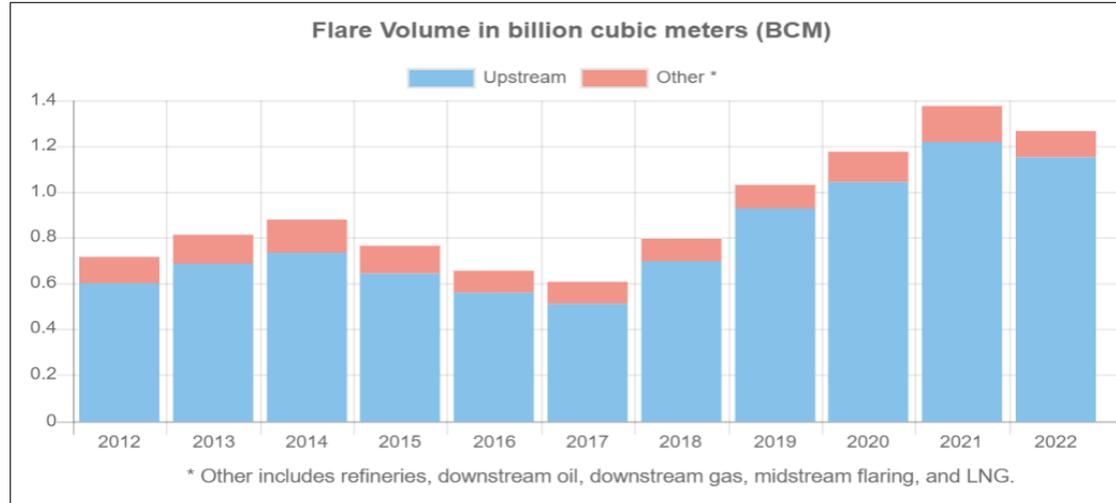
Significa recortar las emisiones de gases de efecto invernadero (GHG o GEI) hasta dejarlas lo más cerca posible a las emisiones nulas, con algunas emisiones residuales que sean reabsorbidas en la atmósfera

Argentina y más de 70 países firmaron y ratificaron el Acuerdo de París, comprometiendo el objetivo de reducir 45 % de las emisiones para 2030 y que se alcance el cero neto hacia 2050.

El sector energético constituye cerca del 75% de las emisiones de gases de efecto invernadero en la actualidad y encierra la clave para evitar los peores efectos del cambio climático.

Los siete principales emisores (China, Estados Unidos, India, la Unión Europea, Indonesia, Rusia y Brasil) representaron aproximadamente la mitad de las emisiones mundiales.





ARG

USA





3° Workshop de Medición en
Upstream y Downstream
de Petróleo y Gas 

22-23
AGO



MARCO REGULATORIO MUNDIAL

Las regulaciones, guías y estándares mundiales han aumentado rápidamente durante la última década y se prevé que se vuelvan aún más estrictos en apoyo de los objetivos de descarbonización y la transición a la energía limpia.





¿POR QUÉ VENTEAMOS?



Venteo de Rutina: producción de gas excedente que es venteada cuando la capacidad existente de tratamiento no es suficiente para procesarlo, no puede ser reinyectado en formación geológica, no puede utilizarse para consumo interno o comercializado en el mercado.



Flaring No Rutina: gas venteado por fallas temporales de equipos de planta durante la operación normal (compresores, instrumentación, sistemas de control, etc.), durante mantenimientos preventivos programados e inspecciones y test o clean-up de pozos productivos.



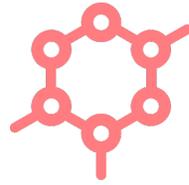
Venteo de Seguridad: gas requerido para mantener el sistema de antorcha en condiciones seguras (gas de barrido, purga), para mantener encendida la llama del piloto de la antorcha y el gas proveniente de la apertura de válvulas PSV.



¿CUÁLES SON NUESTROS DESAFÍOS?



Velocidad



Composición



Instalación



Proceso



Contaminantes



Performance



- ✓ El 90% del tiempo, los flares operan a bajas velocidades ($< 1\text{m/s}$) y muchos caudalímetros no tienen la sensibilidad para medir el gas de barrido de línea debido a su baja velocidad.
- ✓ En un blowdown de planta en el que se genera un paro de emergencia donde todo el gas de proceso se envía a quemar, se puede presentar fácilmente velocidades de más de 100 m/s .
- ✓ Un desafío, igualmente importante, es que las líneas al flare pueden estar muy sucias, con cantidades significativas de arena, parafina, condensado y otros objetos sólidos presentes. En un medidor intrusivo, la integridad mecánica de la sonda está en riesgo por el arrastre de partículas a alta velocidad.



Velocidad



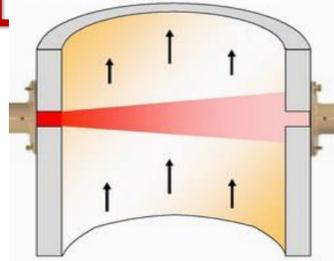
Velocidad

No

Intrusivos

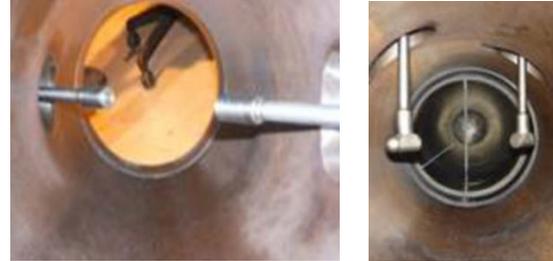


Ultrasónico



Óptico

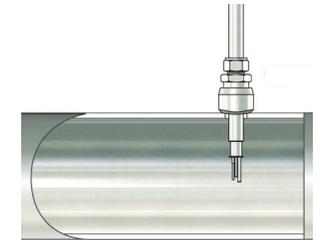
Intrusivos



Ultrasónico



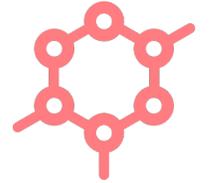
Pitot



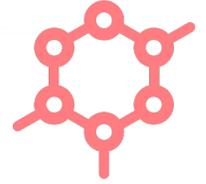
Dispersión
Térmica



- ✓ La composición del gas puede cambiar, muchas veces de manera significativa y sin previo aviso. Esto sucede porque varios procesos pueden conducir a un único flare común.
- ✓ Las composiciones de los gases también pueden variar con el tiempo a medida que varía la calidad del producto y se producen ajustes en el proceso.
- ✓ El medidor debe responder rápidamente a los cambios de composición del gas sin perder precisión y sin necesidad de realizar ajustes ni recalibraciones.



Composición



**Table 5—Errors Related to Use of Fixed Composition for Different Meter and Calculations Types
(Absolute Value of Error)**

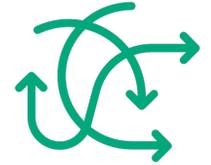
Case 1—Propane Increased	Actual Volume	Standard Volume	Mass
Differential Pressure Meter	~ 34%	~ 34%	~ 25%
Thermal Flow Meter	~2% to 15%	~2% to 15%	~35% to 45%
Velocity Meter (Optical, Ultrasonic, Vortex)	~ 0%	~ 0%	~ 44%

Case 2—Hydrogen Added	Actual Volume	Standard Volume	Mass
Differential Pressure Meter	31%	31%	45%
Thermal Flow Meter	~100% to ~300%	~100% to ~300%	~300% to ~700%
Velocity Meter (Optical, Ultrasonic, Vortex)	0%	0%	112%

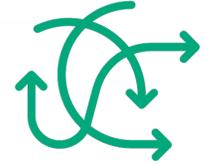
Case 3—CO ₂ Increased	Actual Volume	Standard Volume	Mass
Differential Pressure Meter	~9%	~9%	~8%
Thermal Flow Meter	~2% to ~5%	~2% to ~5%	~15% to ~20%
Velocity Meter (Optical, Ultrasonic, Vortex)	~0%	~0%	~15%



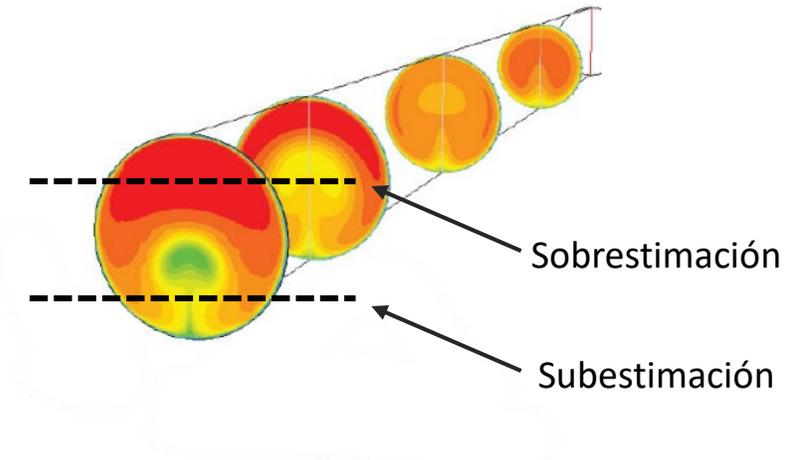
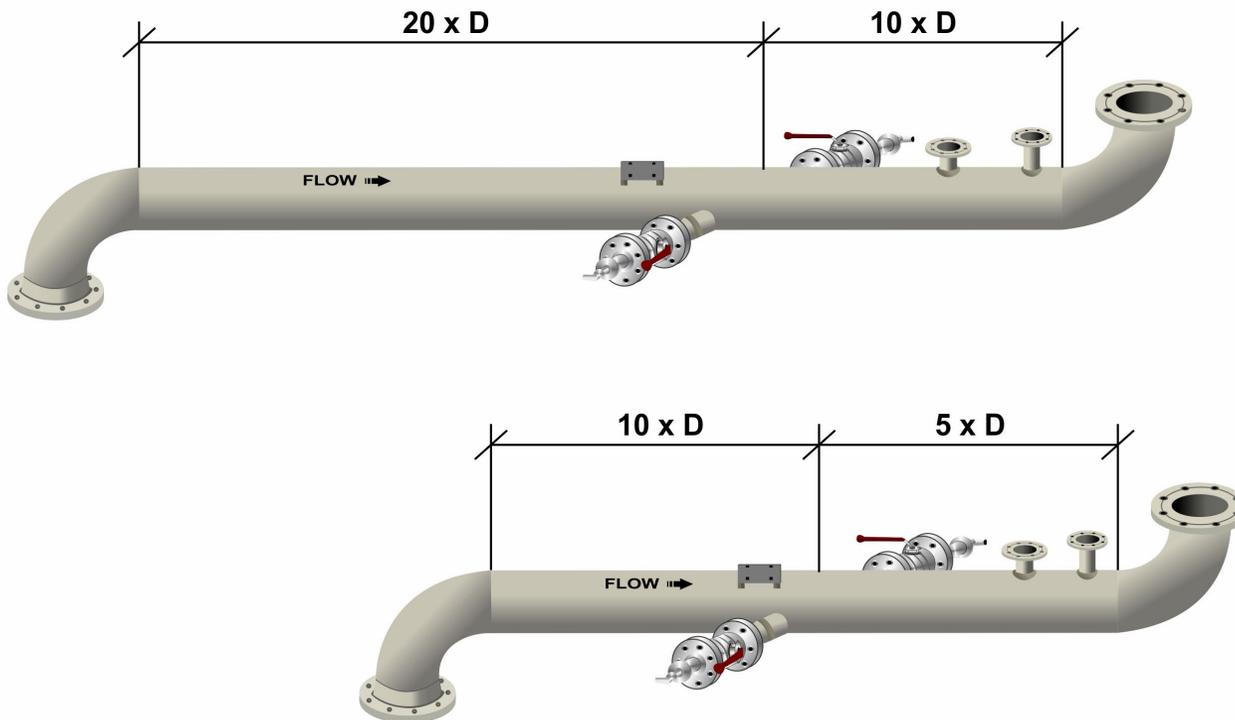
- ✓ El perfil de flujo indica con qué velocidades está fluyendo un fluido en diferentes puntos. Alteraciones, como codos, válvulas, reducciones, expansiones, colectores, etc. modifican el perfil de velocidades y determinan cuánto tarda en recuperarse.
- ✓ Es por esto que habitualmente se recomienda realizar la medición luego de un tramo recto de cañería, para permitir que el perfil de velocidades pueda normalizarse.
- ✓ La mayoría de los caudalímetros requieren una cantidad mínima de tramos rectos de cañería, y esto puede ser un factor importante en la selección de una tecnología. En muchas instalaciones puede resultar difícil encontrar tramos largos y rectos de cañerías.



Instalación



Instalación





- ✓ En petroquímicas o refinerías, el gas venteado puede provenir de procesos que operan a altas temperaturas, como reactores catalíticos o unidades de craqueo. En estos casos, puede llegar a temperaturas que varían entre 200 °C y 500 °C.
- ✓ Durante la compresión y el transporte de gas, especialmente en cañerías largas o en sistemas de alta presión, el gas puede calentarse debido a la fricción y la compresión. Aquí, las temperaturas pueden alcanzar entre 100 °C y 200 °C.
- ✓ Por otro lado, en plantas de procesamiento de gas natural licuado (GNL), el gas puede estar a temperaturas extremadamente bajas después de ser licuado. En estos casos, el gas puede estar a temperaturas tan bajas como -162 °C.
- ✓ En algunas aplicaciones, el gas puede ser enfriado mediante procesos de refrigeración o tratamiento criogénico para facilitar su transporte o separación de componentes. Estas temperaturas pueden variar desde algunos grados bajo cero hasta -100 °C.



Proceso



- ✓ La suciedad puede ser un gran problema. Si la sonda del caudalímetro queda cubierta de distintos contaminantes, entonces el error será significativo (arena, parafina, condensado y otros objetos sólidos presentes).
- ✓ Un factor importante en la selección de una tecnología es que tan intrusivo está el sensor en el proceso y su comportamiento ante los depósitos que puedan ir acumulándose con el tiempo.
- ✓ Los flares suelen ser sistemas que no se intervienen con frecuencia porque hacerlo representaría parar por completo la planta, incurriendo en pérdidas.



Contaminantes



3° Workshop de Medición en
Upstream y Downstream
de Petróleo y Gas 

22-23
AGO



INSTITUTO ARGENTINO
DEL PETRÓLEO Y DEL GAS



Contaminantes





- ✓ El turndown es la relación entre el máximo y el mínimo caudal que el dispositivo puede medir, manteniendo su performance. Por ejemplo, si el error del caudalímetro es de 0,5% del caudal entre 10 m³/h y 100 m³/h, el turndown es 10:1.
- ✓ El turndown es crítico en las mediciones de flare porque los caudales pueden ser muy bajos como es el caso del barrido o muy altos como es el caso de un venteo de emergencia. Un turndown alto proporcionará una sensibilidad adecuada en todo el rango de caudal
- ✓ Algunos fabricantes indicarán altos rangos de caudal con un bajo turndown, por ejemplo, un rango de 0,1 a 300 m/s con un turndown de 100:1. Si se eligiera el rango de caudal mínimo de 0,1 m/s, entonces el caudal máximo sería de 10 m/s. Si el usuario quisiera un caudal máximo de 120 m/s, entonces el caudal mínimo sería 1,2 m/s.



Performance



¿ALCANZA SOLO CON MEDIR BIEN?...NO!

- ✓ La eficiencia de combustión de un flare se refiere a la proporción de hidrocarburos que se queman completamente durante el proceso de quemado del gas en la antorcha. Es una medida crítica de cuán efectivamente el flare convierte los gases combustibles en dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O), minimizando la emisión de contaminantes como monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), y hollín.
- ✓ Factores que influyen: Diseño del Flare, Relación Aire/Combustible, Condiciones Ambientales (viento) y composición del gas.
- ✓ La eficiencia estándar de un flare está diseñada para ser del 98% o superior. Si es más baja que significa que se están subestimando las emisiones. En cambio, si la eficiencia es más alta, entonces se está sobreestimando.
- ✓ Por ejemplo, EPA requiere que los flares operen con una eficiencia de combustión de al menos el 98% para cumplir con los estándares de control de emisiones.

CONCLUSIONES

- ✓ En el pasado no existía un interés en minimizar la cantidad de gas quemado en la antorcha, ni tampoco preocupaciones significativas sobre las emisiones ambientales que generaban.
- ✓ En la actualidad, existe una creciente conciencia sobre la importancia de medir bien y monitorear el caudal del gas quemado, tanto por motivos ambientales como económicos.
- ✓ La medición del caudal de gas quemado en el flare presenta desafíos significativos que deben ser tenidos en cuenta si se quiere alcanzar la máxima precisión.
- ✓ Quemar gas se encuentra en el centro de atención debido a su notable contribución a las emisiones de CO₂ y es importante preocuparse en los aspectos no metrológicos que también influyen.

