



Methane to Markets

Resumen de Inspección y Mantenimiento Dirigidos: Técnicas y Tecnologías para Detección y Cuantificación de Fugas.

Subcomité de Petróleo y Gas Natural. Taller de Transferencia de Tecnología.

28 de enero del 2009
Monterrey, México

Inspección y Mantenimiento Dirigidos: Técnicas y Tecnologías para Detección y Cuantificación de Fugas

- Detección de fugas
- Importancia de cuantificar las fugas
- Parámetros de medición y requisitos de desempeño
- Instrumentación de medición
- Venteos en sellos de compresores
- Purgas y sistemas de venteo/quemadores
- Tanques de almacenamiento
- Preguntas y comentarios finales

Definición de fuga

- Pérdida excesiva de fluidos en los procesos a través de sellos, conexiones mecánicas o cubiertas u otros defectos:
 - La mayoría de los componentes tienen pérdidas.
 - Los sellos de bombas y compresores están diseñados generalmente, para una cierta cantidad de fugas que permitan eliminar el calor y los desechos lejos de las superficies de contacto.
- Definición típica de fuga en reglamentos:
 - Valor máximo detectado permisible (ej., 10,000 ppm).

Particularidades de las Fugas

- Una buena parte de las emisiones proviene de algunas fugas grandes:
 - Típicamente, del 5 al 10% de las fugas contribuyen a más del 80% del total.
- Fuentes con mayores posibilidades de presentar fugas importantes:
 - Sellos de compresores
 - Líneas con extremo abierto y sistemas de purga
 - Válvulas de alivio
 - Válvulas de seguridad presión-vacío
 - Tanques con escotillas o registros
- Fuentes con menores posibilidades de presentar fugas grandes:
 - Empaquetaduras de vástago de válvulas
 - Conectores
- – Los componentes en servicio odorizado o de H₂S fugan menos que aquellos en servicio inodoro o no tóxico.
- En componentes con ciclos térmicos frecuentes, sujetos a vibración o en servicios criogénicos se presenta incremento de fugas.

Detectores de Fugas – Requisitos Generales

- Tasa de fuga mínima detectable es menor o igual a la definición de la fuga.
- Resultados cuantitativos.
- Posibilidad de uso en lugares peligrosos.
- Portátil y fácil de usar.
- Robusto y resistente al agua.
- Adecuado para uso en interiores y exteriores.
- Respuesta rápida en tiempo real.
- Resistente a interferencias.
- Operación rentable.

Opciones de Detección de Fugas

Analizadores de vapores orgánicos



Detección ultrasónica de fugas



Jabonadura



Opciones de Detección de Fugas

Técnicas
ópticas



Imagen visual de drenaje de extremo abierto

Imagen infrarroja de dispositivos de gas
en drenajes de extremo abierto

Detección de Fugas – Prueba de Jabonadura

- Barata.
- Mas rápida en algunas ocasiones que los sensores de gas
- No puede utilizarse en componentes calientes
- No puede distinguirse entre fugas de gas natural, aire y otros gases.
- Provee resultados semi-cuantitativos
- Hace falta agregar agentes anticongelantes en climas fríos.

Detección de Fugas – Sensores Portátiles de Gas

- Metodología reconocida y aceptada (Método 21 de USEPA)
- Precio moderado (\$1000+)
- Respuestas diferentes a diferentes sustancias
- Susceptible a obstrucciones y desactivaciones
- Algunos pueden ser pesados e incómodos
- Lecturas afectadas por el viento.
- No aptos para uso en climas muy fríos

Detección de Fugas – Detectores Ultrasonicos

- Capaz de monitorear componentes elevados o de difícil acceso
- Costo moderado (\$5000+)
- Generalmente mas rápido que el Método 21.
- Menos sensible que el Método 21.
- No distingue entre fugas de gas natural, aire u otro tipo de gases
- Uso limitado en áreas con niveles bajos de ruido de acuerdo al rango ultrasónico

Detección de Fugas – Cámaras Infrarrojas (Termografía)

- Rápido y fácil de usar.
- Capacidad para checar componentes elevados o de difícil acceso
- Provee imágenes en tiempo real – muy efectivo para comunicación de resultados
- Generalmente menos sensible que un sensor de gas de mano, pero mas rápido en condiciones de fugas mayores

Detección de Fugas – Cámaras Infrarrojas (parte final)

- Visualiza metano, Compuestos orgánicos volátiles (VOCs), CO₂ y vapor.
- Costoso (\$70,000 a \$120,000 US).
- Trabaja mejor con luz brillante y en ambientes húmedos
- No es efectivo durante lluvia, nieve, aguanieve, con bruma o niebla

¿Por Qué Cuantificar la Tasa de Emisiones?

- Justificación para rentabilidad de reparaciones/control
- ¿Priorización y optimización de esfuerzos?
- Monitoreo objetivo del desempeño
- Potencial para generar bonos comercializables de GEI y evaluación de pérdidas de gas evitadas

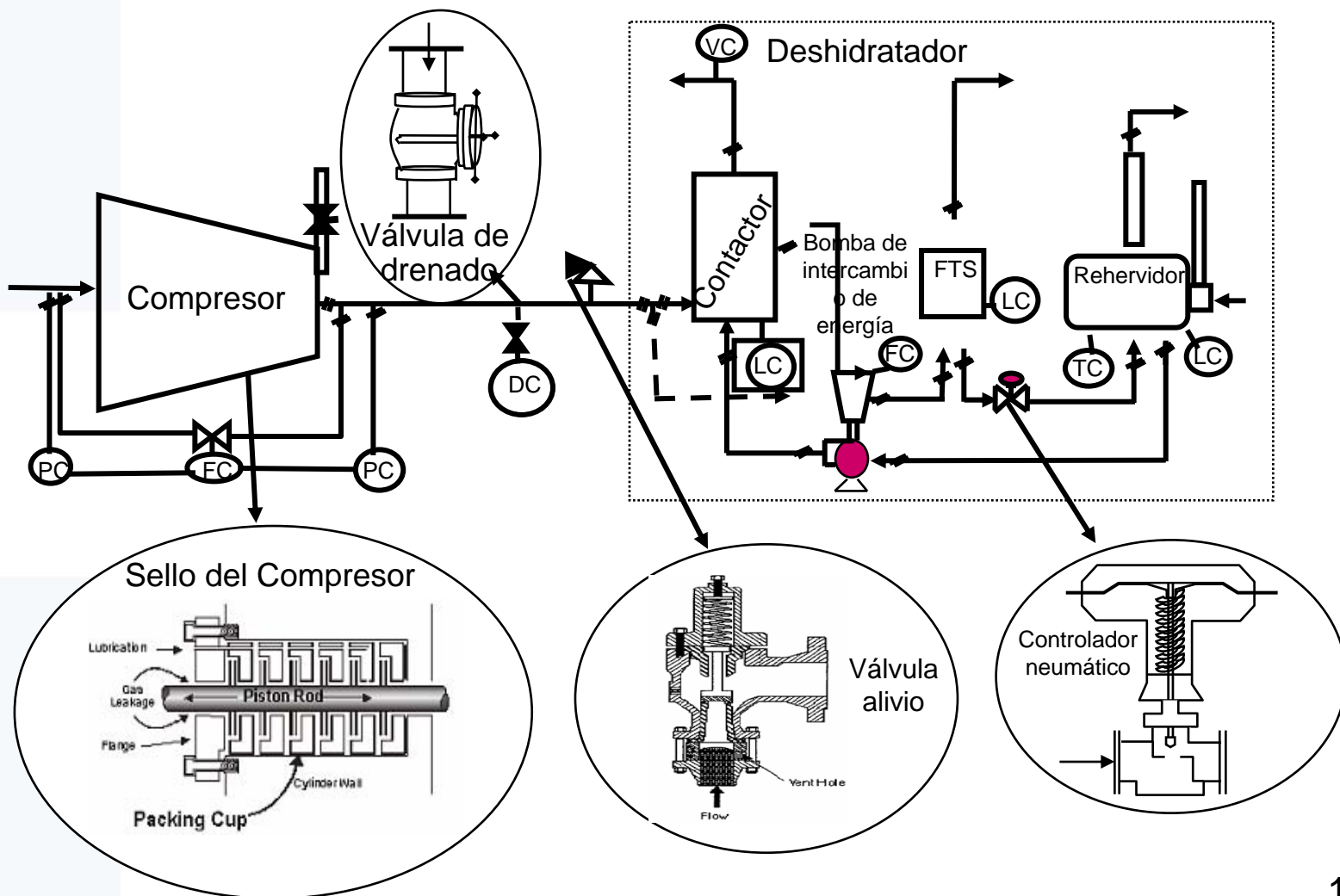
Parámetros Clave para las Mediciones

- Temperatura
- Presión
- Concentración de CH₄
- Flujo volumétrico

Requisitos de Desempeño

- Práctica y segura para su uso en el campo
- Costo razonable
- Disponibilidad inmediata
- Precisión suficiente para las evaluaciones económicas (por ejemplo $\pm 25\%$ o mejor)
- Mayor precisión para proyectos de créditos de carbono (por ejemplo $\pm 15\%$ o mejor)

Fuentes de Emisiones de Metano



Mediciones en la Fuente

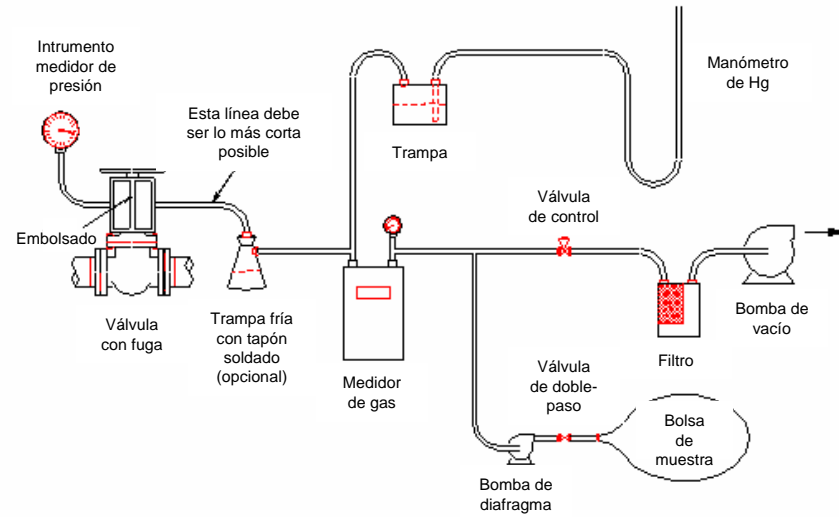
- **Aplicaciones típicas:**
 - ✓ Fugas, venteos y quemadores
- **Limitaciones básicas:**
 - ✓ Requiere accesibilidad a la fuente de emisiones.
- **Problemas potenciales:**
 - ✓ Seguridad (H_2S o eventos de alivio)
 - ✓ Limitaciones de contrapresión
 - ✓ Temperatura alta o helada en superficies
 - ✓ Impurezas (por ejemplo, condensación de vapores o niebla de aceite lubricante)



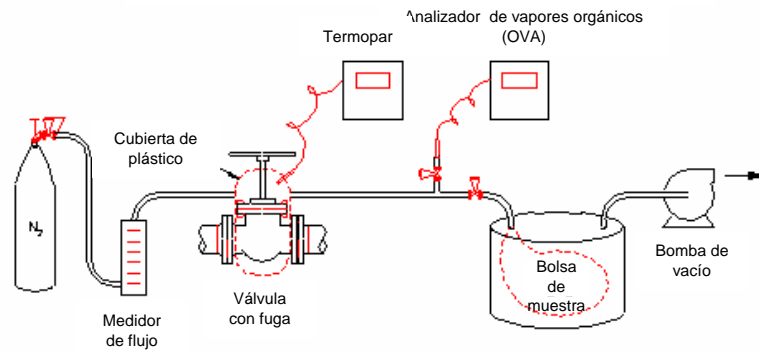
Mediciones en la Fuente de Emisiones

- **Métodos:**
 - ✓ **Embolsado**
 - Consume mucho tiempo y aplicación costosa
 - Aplicable a tasas de fugas de pequeñas a moderadas
 - ✓ **Medidor de alto flujo**
 - Conveniente para fugas pequeñas a medianas (p. ej. 8 a 10 scfm o \$25,200 a \$31,500/año en \$6/scfm)
 - ✓ **Captura de extremo del tubo y técnicas de medición**
 - Bolsas calibradas
 - Medidores de flujo total
 - Velocidad transversal
 - ✓ **Mediciones en tuberías**
 - Velocidad transversal
 - Técnicas con trazadores

MÉTODO AL VACÍO



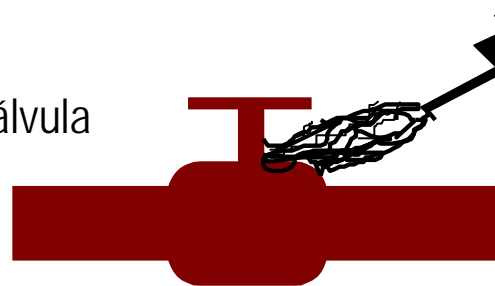
MÉTODO DE SOPLADO



Medidor de alto flujo (Hi-Flow Sampler)



• Fuga en la válvula



• Instrumento

• Flujo
de aire

Venteos en Sellos de Compresores

- Causas de emisiones
 - Sellos desgastados
- Problemas típicos en la medición
 - Fugas potenciales en múltiples puntos
 - Centrífugos
 - Tanques de aceite de sellos
 - Venteo del sello
 - Compresores reciprocantes
 - Venteos por espaciador y en carcasa
 - Venteo de tanque de aceite drenado
 - Venteo del envolvente del cigüeñal
 - Flujos potencialmente grandes
 - Mínima tolerancia a cualquier contrapresión
 - Impurezas debidas a condensación de vapor o vaporización de aceite lubricante



Venteo en Sellos de Compresores

- Problemas típicos en mediciones
 - Techos aceitosos y acceso limitado a éstos
 - Falta de puertos en líneas de venteo
 - Posible desgaste de tapones en las salidas de venteo
- Métodos de medición
 - Anemómetros de propela
 - Medidores de diafragma o bolsas calibradas con las es tolerable cierta contrapresión
 - Medidores de alto flujo (Hi-Flow Sampler)
 - Métodos cuantitativos de telemetría
 - Soluciones permanentes
 - Interruptores de flujo
 - Rotámetros



Purgas y Sistemas de Venteo/Quemadores

- Causas de emisión (durante periodos pasivos)
 - Purgado de gas
 - Fugas mas allá de los sitios de purgado /válvulas de alivio (5 a 10% de las fugas, del 1 al 2% de éstas contribuyen con más del 75% de las emisiones)
 - Purgado o drenado de válvulas no completamente cerradas
 - Sellos de compresores

- Problemas típicos en mediciones
 - Flujos potenciales grandes
 - Acceso difícil a la parte final del tubo
 - Puertos limitados o no adecuados para inserción de sondas de velocidad



Purgado y Sistemas de Venteo/Quemadores

- Problemas típicos en mediciones
 - Velocidades lentas de flujo
 - Ambiente húmedo o contaminado al interior del tubo
 - Seguridad (eventos de relevo de presión)
- Métodos de medición
 - Punta con micropropela y anemómetros de dispersión térmica
 - Pruebas de trazado en la línea
 - Sensores ultrasónicos (portátiles & en línea)
 - Métodos de telemetría
 - Soluciones permanentes
 - Medidores de flujo ultrasónicos
 - Interruptores de flujo



Tanques de Almacenamiento

■ Causas de emisiones

- Pérdidas de operación y respiración
- Pérdidas por vaporización (flasheo)
- Contribuciones a emisiones
 - Conducción no intencionada de gas
 - Fugas de válvulas de drenaje y de vaciado
 - Mal funcionamiento de controladores de nivel
 - Flujo ascendente de separación gas/ líquido ineficiente
 - Cambios en las tuberías que provocan almacenamiento de productos inestables
 - Almacenamiento extraordinario de productos inestables en tanques atmosféricos
 - Mal funcionamiento de sistemas de recuperación de vapores:
 - Protector defectuoso de reguladores de gas o controladores de presión
 - Líneas de recolección de vapor contaminadas
 - Fuga en techo, cubierta, accesorios y sellos



Tanques de Almacenamiento



■ Problemas típicos en mediciones

- Múltiples aberturas en el techo
- Acceso solo por el borde del techo o cubierta
- Dependencia de actividad de bomba de carga/descarga y de condiciones meteorológicas
- Se requiere protección contra caídas y entrenamiento para trabajar en espacios confinados.
- Interpretación y extrapolación de resultados

■ Procedimientos de medición

- Perfiles de velocidad a través de las aberturas
 - Anemómetros de propela
- Técnicas de trazado
- DIAL



■ Cálculos de ingeniería

- Modelo de tanques API E&P “TANKS” (pérdidas por vaporización –flasheo-, trabajo y respiración)

Experiencia de un Socio - PEMEX

- Inspección de emisiones fugitivas, implementadas como parte del acuerdo de colaboración firmado entre EPA y PEMEX en 2006
- 3,000 componentes estudiados en secciones elegidas al azar en tres grandes instalaciones de procesamiento de gas al Sur de México, utilizando rastreadores, cámaras infrarroja y Hi-Flow Sampler
- Identificación de altas tasas de fuga de hasta 2.2 MMcf/año en un solo componente
- Potencial de reducción de emisiones de metano de 200 MMcf/año
- A un costo de US\$5/Mcf, el potencial equivale a US\$ 1,000,000/año
- PEMEX está implementado un programa de inspección y mantenimiento dirigidos

Planeación de Visita a Campo

- Vista de una fuga en tiempo real a través de una cámara infrarroja
- Detección de una fuga usando metodos tradicionales
 - Sensor de gas de mano
 - Prueba con jabonadura
- Cuantificación del volumen de emisiones utilizando el medidor de alto flujo (Hi-Flow Sampler)