



METHANE
GUIDING
PRINCIPLES

Reducción de las emisiones de metano:

Guía de mejores prácticas
Uso Energético

Noviembre de 2019



Aviso informativo

Este documento ha sido desarrollado por la iniciativa Methane Guiding Principles. La Guía proporciona un resumen de las medidas de mitigación actuales, los costes y las tecnologías conocidas hasta la fecha de publicación, no obstante pueden modificarse o mejorarse con el tiempo. La información que se incluye refleja el conocimiento de los autores, sin embargo puede que no refleje el punto de vista o la posición de todos los miembros de la iniciativa Methane Guiding Principles. Así mismo los lectores deberán analizar la información proporcionada. No se otorga ninguna garantía sobre la integridad o exactitud de la información incluida en esta Guía por SLR International Corporation y sus contratistas, la iniciativa Methane Guiding Principles o sus miembros.

Esta guía describe las acciones que una compañía puede llevar a cabo para mejorar la gestión de sus emisiones de metano. Estas acciones o recomendaciones no son obligatorias y para cada caso en particular puede haber otras alternativas más efectivas. Lo que las empresas decidan hacer dependerá de las circunstancias, del riesgo que conlleva implementar esa gestión y del régimen legal aplicable.

Contenido

Resumen.....	2
Introducción.....	3
Estrategias de mitigación.....	4
Lista de verificación.....	9
Apéndice 1.....	10
Referencias.....	11



El gas natural, que se compone principalmente de metano, se utiliza como combustible en las operaciones de petróleo y gas, para compresión, generación eléctrica, calentamiento, deshidratación y separación de gas ácido.

Los motores de combustión que utilizan gas natural como combustible generalmente están diseñados para funcionar con al menos el 98 % de eficiencia de combustión (es decir, al menos el 98 % del gas se quemará), pero algo de metano se libera como resultado del gas natural que no se quema. Las emisiones liberadas de esta manera se conocen como metano remanente o “methane slip”. Aunque la pérdida de metano es generalmente un pequeño porcentaje del combustible utilizado, en las operaciones que utilizan una cantidad significativa de energía, dicha pérdida puede convertirse en una fuente importante de emisiones. El uso de gas natural como combustible también lleva implícitas emisiones asociadas a los propios motores de combustión de los cilindros o la empaquetadura del vástago.

Reducir la cantidad de gas natural utilizado como combustible reduce las emisiones de metano y puede reducir el coste de la energía.

Las emisiones de metano derivadas del uso de energía en las operaciones de petróleo y gas se pueden reducir haciendo lo siguiente.

- Utilizando electricidad u otros tipos de energía en lugar del gas natural
- Llevando a cabo procesos más eficientes, que reduzcan la cantidad de energía utilizada (en forma de gas natural)
- Cuando sea necesario utilizar gas natural como combustible, mejorar la eficiencia de los motores de combustión

Las reducciones en los costes de combustible significan que el coste de algunas opciones se amortiza en un período entre unos pocos meses y un año.

Las mejores prácticas para reducir las emisiones de metano derivadas del uso energético en las operaciones de petróleo y gas

- ✓ Mantener un inventario preciso de dónde se usa el gas natural como combustible
- ✓ Utilizar energía eléctrica o neumática con aire comprimido o nitrógeno
- ✓ Mejorar la eficiencia energética de las operaciones y los equipos
- ✓ Si es necesario utilizar gas natural como combustible, mejorar la eficiencia de los motores de combustión
- ✓ Realizar un seguimiento del progreso en la reducción del uso de gas natural como combustible

Introducción

El gas natural, que se compone principalmente de metano, se utiliza en el sector del petróleo y el gas como combustible para motores de combustión utilizados para compresión, generación de electricidad, calentamiento, deshidratación y eliminación de gas ácido. Los motores de combustión que utilizan gas natural como combustible generalmente están diseñados para lograr al menos un 98 % de eficiencia de combustión (lo que significa que al menos el 98 % del gas natural se quema), por lo que se libera algo de metano como resultado del gas natural que no se ha quemado. Las emisiones que se liberan de esta manera se conocen como "slip" o pérdida de metano. La pérdida de metano generalmente se estima, en lugar de medirse, y las estimaciones pueden variar cómo se lleven a cabo. Por ejemplo, en Estados Unidos, las estimaciones de pérdida de metano que aparecen en la lista de los factores de emisión de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (AP-42)¹ y en su "Inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero" (GHGI)² son comparables, pero mucho más altas que las estimaciones de la Subparte C de su Programa de informes de gases de efecto invernadero³. Debido a estas diferencias en los factores de emisión, todas las estimaciones de emisiones deben considerarse con cautela.

Aunque la pérdida de metano representa generalmente en un pequeño porcentaje del gas natural utilizado como combustible, en las partes de la cadena de suministro que utilizan una cantidad significativa para la compresión, eliminación de gas ácido, deshidratación u otros usos, la pérdida de metano puede ser una fuente importante de emisiones. El uso de gas natural como combustible también genera emisiones asociadas con el motor que quema el gas, incluidas las fugas de piezas de motores de combustión y dispositivos neumáticos accionados por gas natural.

En este documento se ofrece información sobre las prácticas recomendadas para reducir las emisiones directamente asociadas con el uso de energía en las operaciones de petróleo y gas. En las guías para dispositivos neumáticos, venteo y fugas en los equipos se ofrecen otras recomendaciones sobre prácticas recomendadas. En general, la reducción del uso de energía puede reducir las emisiones de metano de varias formas. No obstante, existe la posibilidad de que reducir el uso de gas natural como combustible para una actividad pueda incrementar las emisiones de otras actividades (por ejemplo, cuando la electricidad reemplaza a un motor de combustión y la electricidad se genera con gas natural).

Reducir la cantidad de gas natural utilizado como combustible también puede reducir el coste de la energía.

Estrategias de mitigación

- Las emisiones de metano se pueden prevenir sustituyendo el gas natural como combustible por energía eléctrica o neumática empleando aire comprimido o nitrógeno.
- Las medidas de eficiencia energética reducen el uso de energía y las emisiones de metano. El uso de energía se puede reducir mejorando las operaciones utilizando sistemas de recolección.
- Las emisiones de metano se pueden reducir mejorando la eficiencia de la combustión de combustibles.
- Como las estrategias de mitigación previenen o reducen el uso de gas natural, algunas pueden amortizarse en menos de un año.

Las emisiones de metano derivadas del uso de energía (el gas natural se utiliza como combustible) en las operaciones de petróleo y gas se pueden reducir mediante los siguientes procesos:

- utilizando energía eléctrica o neumática empleando gas comprimido o nitrógeno;
- reduciendo el uso de combustible mejorando la eficiencia del proceso para el que se utiliza la energía; y
- cuando sea necesario utilizar gas natural, logrando que la combustión sea más eficiente.

Las estrategias de mitigación se resumen en la siguiente tabla y en las páginas siguientes se dan descripciones más detalladas. En la guía de mejores prácticas sobre ingeniería y diseño se describen algunas estrategias diseñadas para mejorar la eficiencia energética con el diseño de sistemas. Las guías sobre dispositivos neumáticos, venteos y fugas también establecen estrategias de mitigación relacionadas con el uso de energía. En el apéndice 1 se proporcionan enlaces a más información.

Estrategia de mitigación	Descripción
1. Utilizar electricidad u otros tipos de energía en lugar del gas natural	1a Instalar compresores eléctricos
	1b Sustituir el gas natural que se emplea en las turbinas de arranque de los compresores por máquinas de arranque eléctricas o neumáticas que funcionen con aire o nitrógeno
2. Reducir el uso de combustible mejorando la eficiencia energética	Hacer un uso más eficiente de la energía en las líneas de recolección
3. Mejorar la eficiencia de la combustión de combustibles	3a Sustituir los reguladores del compresor
	3b Instalar controles automáticos de la relación aire-combustible

Como las estrategias de mitigación previenen o reducen el uso de gas natural, algunas pueden amortizarse en menos de un año, dependiendo de los precios de la energía.

Estrategia de mitigación 1a: instalar compresores eléctricos⁴

Los compresores que funcionan con gas natural, que se utilizan en la recolección y transporte de gas, se pueden sustituir por compresores accionados eléctricamente, siempre que se disponga de suministro eléctrico. Si no hay suministro eléctrico disponible en la instalación, se puede instalar un generador para alimentar compresores y otros equipos (consulte la guía de las mejores prácticas para dispositivos neumáticos).

La electrificación elimina la emisión de gas no quemado ("slip" o pérdida de metano). A pesar de que la electrificación puede reducir la pérdida de metano de los compresores, es posible que no reduzca la pérdida total de metano si la energía eléctrica se genera utilizando gas natural como combustible. No obstante, incluso si se utiliza gas natural para generar la electricidad que se utiliza en la electrificación de los compresores, las emisiones totales pueden reducirse, ya que la electrificación también elimina las emisiones de los componentes del motor.

Los socios⁴ del programa Natural Gas Star de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) han informado de que los compresores eléctricos también tienen menor coste de mantenimiento que los compresores de gas, haciendo que esta estrategia de mitigación sea particularmente rentable para ubicaciones remotas con energía eléctrica y alto coste de mantenimiento.

Figura 1: Compresor de gas natural



Fuente: BP

Reducción de emisiones y recuperación de costes

Una instalación que sustituyó los compresores de gas natural con unos índices totales de más de 15.000 caballos de fuerza por compresores eléctricos, realizó un desembolso inicial de 6.000.000 de dólares estadounidenses. La reducción en las emisiones de metano se puede cuantificar basándonos en un índice de emisión de metano de 60 metros cúbicos por año por caballo de fuerza y en esta instalación fueron aproximadamente de 1 millón de metros cúbicos por año⁴. El tiempo que se tardaría en amortizar los costes de esta instalación oscila entre un año y más de cinco años, dependiendo de los precios del gas y de la electricidad, así como de otros factores.

Estrategia de mitigación 1b: sustituir el gas natural que se emplea en las turbinas de arranque de los compresores por máquinas de arranque eléctricas o neumáticas que utilicen aire o nitrógeno^{5, 6}

En el sector del gas natural, los motores de combustión se suelen arrancar con turbina de expansión de gas. Las turbinas de arranque utilizan gas natural a alta presión, que se almacena en un tanque. Para arrancar el compresor, el gas se expande a través de la turbina de arranque y luego se ventea.

En cada arranque se utilizan aproximadamente 1,4 metros cúbicos de gas por cada 100 caballos de fuerza del tamaño del motor. El volumen exacto de gas necesario depende del diseño de la turbina de arranque. Las emisiones dependen también de la presión a la que se almacena el gas natural, lo que determina la energía liberada por la turbina de expansión de gas. Las emisiones de metano se pueden eliminar utilizando aire comprimido o nitrógeno en lugar de gas natural. Cuando hay electricidad presente, el motor de la turbina de expansión de gas se puede sustituir por un motor eléctrico. Con respecto a la estrategia de mitigación 1a, dicha estrategia elimina las emisiones de metano, pero las emisiones totales dependerán de cómo se genere la electricidad o la energía neumática.

Reducción de emisiones y recuperación de costes

Los socios del programa Natural Gas Star han informado de reducciones de 40.000 metros cúbicos estándar por compresor de 3.000 caballos de fuerza por año gracias a la sustitución de las turbinas de arranque de gas por alternativas neumáticas o eléctricas^{5,6}. Este escenario ha implicado 10 arranques al año. Los costes de los arrancadores eléctricos dependen del tamaño del motor, pero normalmente oscilan entre los 1.000 y los 10.000 dólares estadounidenses. Los costes y la reducción de emisiones dependen del tamaño del compresor, del número de arranques y de

si se sustituye por un motor eléctrico o por uno neumático que usa aire comprimido o nitrógeno. En el caso de motores neumáticos, se ha reportado que se necesitan varios meses como período de amortización. Para los motores eléctricos, donde el desembolso inicial puede ser mayor, el período de amortización puede ser de hasta varios años.

Estrategia de mitigación 2: hacer un uso más eficiente de la energía en los sistemas de recolección⁷

Los sistemas de recolección llevan el gas desde las redes de pozos hasta las plantas de procesamiento. El volumen de gas procesado y la capacidad de la red varía por cambios en la producción, acumulación de líquidos e hidratos en las líneas de recolección, cambios en la composición del gas y en las condiciones atmosféricas y climáticas. En ocasiones, es posible que se necesite una compresión extra y un uso de energía para que la red funcione y para evitar la quema de gases que de otro modo no podría ser utilizada en la red.

Se puede aumentar la capacidad de un sistema de recolección y disminuir la cantidad de energía utilizada limpiando frecuentemente las tuberías (pigging) y minimizando la acumulación de líquidos e hidratos mediante el calentamiento de las líneas o la inyección de productos químicos. Esto reduce la cantidad de energía utilizada y también puede prevenir la quema de gases antorcha (consulte la guía de mejores prácticas sobre antorchas). En general, el flujo multifásico a través de las tuberías de recolección debe evitarse siempre que sea posible⁷. Esto puede hacerse separando gases y líquidos en los lugares donde se encuentran los pozos (consulte las guías de mejores prácticas sobre venteo y antorcha). No obstante, la limpieza con pig, la inyección de productos químicos, la separación y el almacenamiento de líquidos también pueden generar emisiones de metano, por lo que las emisiones totales de metano en la cadena de suministro deben examinarse cuidadosamente.

Figuras 2a y 2b: Operaciones de limpieza con pig



Fuente: BP



Reducción de emisiones y recuperación de costes

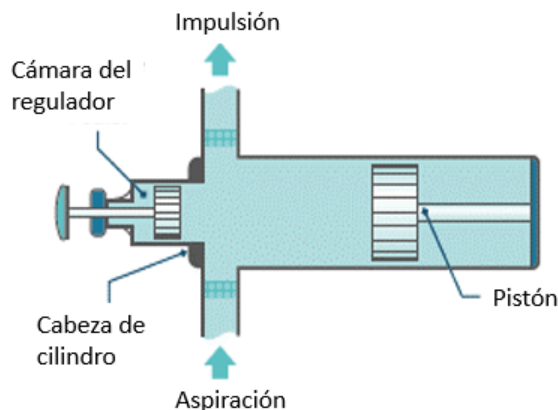
Algunas estrategias para reducir caídas de presión en los sistemas de recolección y rebajar el uso de energía para mover el gas a través de los sistemas de recolección, pueden disminuir las emisiones derivadas del uso de energía y generar más emisiones. Por ejemplo, la limpieza frecuente con pig reducirá el uso de energía, pero también puede provocar el venteo en las líneas que se limpian con este método. La inyección de productos químicos, si se realiza mediante bombas neumáticas alimentadas con gas natural, puede reducir la formación de hidratos, pero también puede provocar un aumento de las emisiones por venteo. Las estrategias de mitigación pueden reducir o eliminar estas emisiones (consulte las guías de mejores prácticas sobre dispositivos neumáticos y venteos). El impacto económico de la reducción de emisiones dependerá de la instalación.

Estrategia de mitigación 3a: sustituir los reguladores del compresor⁸

Los reguladores de los cilindros se utilizan para ajustar la salida de un motor alternativo, ajustando el volumen de un cilindro. Los reguladores pueden liberar metano a través de juntas

tóricas, cubiertas o empaquetaduras. Estas fugas se pueden detectar mediante cámaras de infrarrojos. Los reguladores, que necesitan un mantenimiento frecuente, también pueden provocar emisiones y paradas de los compresores alternativos.

Figura 3: Regulador del compresor



Reducción de emisiones y recuperación de costes

Los socios del programa Natural Gas Star⁸ han reportado que el coste de instalar sustitutos de los reguladores estará comprendido entre 40.000 y 50.000 dólares estadounidenses por compresor, y que el período de amortización suele ser normalmente de un año, en función de los

precios del combustible. Entre otras ventajas se pueden incluir un mantenimiento reducido y menos paradas no programadas. Los socios han informado de un promedio de reducciones de emisiones de más de 100.000 metros cúbicos estándar por año por compresor.

Estrategia de mitigación 3b: instalar controles automáticos de la relación aire-combustible⁹

Los motores de las cadenas de suministro de gas natural funcionan con una variedad de cargas y relaciones de aire-combustible. Se utilizan mezclas bajas de aire-combustible (combustión rica) cuando se necesita una mayor potencia. Se utilizan mezclas altas de aire-combustible (combustión pobre) cuando se necesita menos potencia y mayor eficiencia de combustible. La combustión rica produce más emisiones de gas no quemado (principalmente metano) y menos emisiones de óxido de nitrógeno (NOx). Las combustiones pobres provocan menos emisiones de metano, pero más de NOx. La instalación de sistemas automatizados de control de la relación aire-combustible permite maximizar el rendimiento de un motor. Estos sistemas también pueden permitir que las emisiones de hidrocarburos capturados se utilicen como combustible y se introduzca en el motor por la admisión de aire. El sistema de control ajusta la entrada de combustible para tener en cuenta los hidrocarburos extra de la admisión de aire.

Los controles automáticos de la relación aire-combustible favorecen a los motores con potencias superiores a los 1.000 caballos de fuerza. Las mayores mejoras las obtienen los motores turboalimentados de alta velocidad y combustión rica, cuyo tamaño varía entre 1.000 y 3.000 caballos de fuerza⁹.

Reducción de emisiones y recuperación de costes

El ahorro medio de combustible del que se ha reportado asociado con los controles automatizados de la relación aire-combustible es del orden de 1 millón de metros cúbicos estándar por año por motor⁹. Si la eficiencia de combustión media en el motor es del 98 al 99 %, la reducción de las emisiones de metano sería del orden de a 20.000 metros cúbicos estándar por motor por año. El desembolso inicial suele ser de 140.000 dólares estadounidenses por motor, lo que conduce a períodos de amortización de aproximadamente un año⁹.

Lista de verificación

En la siguiente lista de verificación se evalúa el progreso en la reducción de emisiones derivadas del uso de energía.

Actividad	Completada	Porcentaje de equipos o instalaciones involucradas
<input checked="" type="checkbox"/> Mantener un inventario preciso de dónde se usa el gas natural como combustible		
<input checked="" type="checkbox"/> Utilizar compresores eléctricos		
<input checked="" type="checkbox"/> Sustituir las turbinas de arranque neumáticos de gas natural por motores de arranque eléctricos o neumáticos accionados por aire comprimido o nitrógeno		
<input checked="" type="checkbox"/> Reducir el uso de energía en los sistemas de recolección limpiando frecuentemente las líneas (pigging) y minimizando la acumulación de líquidos e hidratos mediante el calentamiento de las líneas o la inyección de productos químicos		
<input checked="" type="checkbox"/> Sustituir los reguladores de los compresores		
<input checked="" type="checkbox"/> Instalar controles automáticos de la relación aire-combustible		

Apéndice 1

Enlaces a más información sobre estrategias de mitigación

Estrategia de mitigación	Descripción	Enlace a más información
1. Utilizar electricidad u otros tipos de energía en lugar del gas natural	Instalar compresores eléctricos	(4)
	Sustituir el gas natural que se utiliza en las turbinas de arranque de los compresores por aire o nitrógeno	(5)
	Instalar motores de arranque eléctricos	(6)
2. Reducir el uso de combustible mejorando la eficiencia energética	Hacer un uso más eficiente de la energía en los sistemas de recolección	(7)
3. Mejorar la eficiencia de la combustión	Sustituir los reguladores de los compresores	(8)
	Instalar controles automáticos de la relación aire-combustible	(9)

Referencias

- 1 US EPA, AP 42 Section 3.2 Natural Gas-Fired Reciprocating Engines. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch03/related/c03s02.html>
- 2 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 2019 'Inventory of US Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990–2017' (Abril de 2019)
- 3 40 C.F.R. 98.33, MANDATORY GREENHOUSE GAS REPORTING Subpart C: General Stationary Fuel Combustion Sources
- 4 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 2019a, Natural Gas Star 'Install Electric Compressors' (2019) disponible en www.epa.gov/natural-gas-star-program/install-electric-compressors
- 5 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 201b, Natural Gas Star 'Replace Gas Starters with Air or Nitrogen' (2019) disponible en www.epa.gov/natural-gas-star-program/replace-gas-starters-air-or-nitrogen
- 6 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 2019c, Natural Gas Star 'Install Electric Motor Starters' (2019) disponible en www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/installelectricstarters.pdf
- 7 Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP), Explorers and Producers Association of Canada, the Gas Processing Association Canada, Energy Resources Conservation Board and Natural Resources Canada Fuel Gas Management Practices (FGBMP) (Enero de 2008)
- 8 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 2019f, Natural Gas Star 'Replace Compressor Cylinder Unloaders' (2019) disponible en www.epa.gov/natural-gas-star-program/replace-compressor-cylinder-unloaders
- 9 United States Environmental Protection Agency (US EPA) 2019e, Natural Gas Star 'Install Automated Air/Fuel Ratio Controls' (2019) disponible en www.epa.gov/natural-gas-star-program/install-automated-airfuel-ratio-controls



METHANE
GUIDING
PRINCIPLES