

# Reducción de las fugas de metano en la industria del petróleo y el gas

Hoja de ruta y paquete de herramientas regulatorias



# INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

---

The IEA examines the full spectrum of energy issues including oil, gas and coal supply and demand, renewable energy technologies, electricity markets, energy efficiency, access to energy, demand side management and much more. Through its work, the IEA advocates policies that will enhance the reliability, affordability and sustainability of energy in its 31 member countries, 8 association countries and beyond.

Please note that this publication is subject to specific restrictions that limit its use and distribution. The terms and conditions are available online at [www.iea.org/t&c/](http://www.iea.org/t&c/)

This publication and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

Source: IEA. All rights reserved.  
International Energy Agency  
Website: [www.iea.org](http://www.iea.org)

## IEA member countries:

Australia  
Austria  
Belgium  
Canada  
Czech Republic  
Denmark  
Estonia  
Finland  
France  
Germany  
Greece  
Hungary  
Ireland  
Italy  
Japan  
Korea  
Lithuania  
Luxembourg  
Mexico  
Netherlands  
New Zealand  
Norway  
Poland  
Portugal  
Slovak Republic  
Spain  
Sweden  
Switzerland  
Turkey  
United Kingdom  
United States

The European Commission also participates in the work of the IEA

## IEA association countries:

Brazil  
China  
India  
Indonesia  
Morocco  
Singapore  
South Africa  
Thailand



# Resumen

La reducción de las emisiones de metano provenientes de las actividades de petróleo y gas es una de las medidas más eficaces y decisivas que pueden adoptar los gobiernos para cumplir con los objetivos climáticos mundiales. Los países que deseen elaborar regulación en este ámbito tienen la oportunidad única de aprovechar la experiencia de aquellas jurisdicciones que ya han adoptado normativa específica sobre el metano, para diseñar sus propios marcos regulatorios. Se debe tener presente que cualquier nueva labor normativa debe intentar mejorar la medición de las emisiones y la presentación de los datos correspondientes, lo que puede incrementar a su vez la eficacia de las intervenciones regulatorias. No obstante, la actual falta de información sobre las emisiones no debería obstaculizar las intervenciones tempranas en materia de reducción de metano. Se ha demostrado que los países pueden dar un "primer paso" importante con las herramientas existentes, por ejemplo, combinando normas prescriptivas para "fuentes problemáticas" conocidas de emisiones con programas de monitoreo para detectar y gestionar las fuentes que generan más emisiones ("superemisores"). En lo que respecta al proceso, la implementación de una regulación nueva debe estructurarse en tres fases distintas, las que se analizan en profundidad en la presente hoja de ruta: comprensión del entorno y las circunstancias locales; diseño y elaboración de reglamentos; y, por último, aplicación.

# Agradecimientos, colaboradores y reconocimientos

El presente informe responde a una iniciativa de colaboración entre la Oficina de Asesoramiento Jurídico y el equipo responsable del informe *World Energy Outlook* de la Dirección de Sostenibilidad, Tecnología y Proyecciones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE). Sus autores principales son K.C. Michaels, Tomás de Oliveira Bredariol y Katherine Konschnik. Tim Gould y Christophe McGlade han formulado comentarios y observaciones útiles, y Pascal Laffont ha ofrecido orientaciones adicionales durante todo el proyecto. También se han recibido contribuciones valiosas de otros compañeros que trabajan o han trabajado en la AIE: Amelia Caldwell, Jennifer Chen, Sakeena Moeen, Susan Nakanwagi y Frances Reuland.

Los autores también dan las gracias a los expertos externos que han contribuido con sus inestimables comentarios, entre los que figuran los siguientes: Abiodun Abdurrahman (Departamento de Recursos Petrolíferos de Nigeria), Alex de Almeida (Instituto Brasileño del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables [IBAMA]), Jonathan Banks (Clean Air Task Force), Manfredi Caltagirone (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Meghan Demeter (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), James Diamond (Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático del Canadá), Giulia Ferrini (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Diego A. Grajales Campos (Ministerio de Minas y Energía de Colombia), Hedland Halvard (Dirección Noruega del Petróleo), Myriam Hammami (Shell), Khalil Juárez (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente de México [ASEA]), Poppy Kalesi (Environmental Defense Fund), Robert Kleinberg (Center on Global Energy Policy de la Universidad de Columbia), Dora Llanes (ASEA), Rebecca Middleton (Methane Guiding Principles), Maria Olczak (Florence School of Regulation), Andris Piebalgs (Florence School of Regulation), Carlos de Regules (Deloitte), Stephanie Saunier (Carbon Limits), Joshua Shodeinde (Departamento de Medio Ambiente de Maryland) y Stan Sokul (ExxonMobil).

Finalmente, los autores agradecen a la Oficina de Comunicaciones y Entorno Digital de la AIE por la ayuda brindada durante la preparación del presente informe y de los materiales del sitio web, y de forma especial a Jon Custer, Astrid Dumond, Isabelle Nonain-Semelin, Tanya Dyhin, Christopher Gully, Jethro Mullen y Therese Walsh. Erin Crum ha realizado la corrección del informe.

# Índice

<b>Visión general .....</b>	<b>6</b>
Argumentos para la regulación del metano .....	6
Hoja de ruta y paquete de herramientas regulatorias .....	10
<b>Hoja de ruta reglamentaria.....</b>	<b>19</b>
Paso 1: Comprensión del contexto jurídico y político .....	20
Paso 2: Caracterización de la industria .....	32
Paso 3: Elaboración de un perfil de emisiones.....	44
Paso 4: Creación de capacidad regulatoria .....	52
Paso 5: Implicación de las partes interesadas.....	55
Paso 6: Definición de los objetivos regulatorios .....	57
Paso 7: Selección del diseño normativo adecuado .....	59
Paso 8: Redacción de la normativa .....	65
Paso 9: Facilitación y exigencia del cumplimiento .....	65
Paso 10: Revisión y ajuste periódicos la normativa.....	68
<b>Paquete de herramientas regulatorias.....</b>	<b>70</b>
Estructura regulatoria.....	71
Enfoques de la regulación .....	77
Elementos básicos.....	89
<b>Otros recursos .....</b>	<b>104</b>
<b>Anexo A: Definiciones de los tipos de regulación .....</b>	<b>106</b>
Abreviaturas y acrónimos .....	110

## Lista de figuras

Figura 1	Emisiones de metano del sector del petróleo y el gas en el SDS, 2000-2030 ...	7
Figura 2	Diez pasos para la aplicación de nueva regulación .....	12
Figura 3	Diagrama de la cadena de valor del gas natural y división orientativa de las autoridades gubernamentales.....	34
Figura 4	Fuentes de las emisiones de metano, Indonesia.....	49
Figura 5	Curva de coste de reducción marginal, Indonesia .....	52
Figura 6	Progresión de los enfoques regulatorios.....	78

## Lista de recuadros

Recuadro 1	Permisos .....	72
Recuadro 2	Contratos .....	73
Recuadro 3	Estrategia sobre el metano .....	75
Recuadro 4	Regulación del metano .....	76
Recuadro 5	Detección y reparación de fugas.....	79
Recuadro 6	Requisitos de mejores tecnologías disponibles.....	80
Recuadro 7	Normas de emisiones .....	82
Recuadro 8	Intensidad del metano.....	83
Recuadro 9	Impuestos sobre las emisiones.....	84
Recuadro 10	Impuesto al venteo y la combustión en antorcha.....	85
Recuadro 11	Evaluación del impacto ambiental .....	87
Recuadro 12	Provisión de información .....	88
Recuadro 13	Campañas de medición .....	90
Recuadro 14	Detección por satélite .....	91
Recuadro 15	Comunicación de gases de efecto invernadero .....	93
Recuadro 16	Presentación de informes sobre la combustión en antorcha y el venteo.....	94
Recuadro 17	Verificación por terceros .....	96
Recuadro 18	Sanciones .....	97
Recuadro 19	Préstamos y subvenciones.....	99
Recuadro 20	Investigación y desarrollo .....	100
Recuadro 21	Revisión de los objetivos.....	102
Recuadro 22	Medios de cumplimiento alternativos.....	103

## Lista de cuadros

Cuadro 1	Aplicación de los enfoques regulatorios a los controles neumáticos.....	13
Cuadro 2	Regulación del metano en países productores seleccionados, por enfoque reglamentario.....	15
Cuadro 3	Alcance regulatorio .....	21
Cuadro 4	Derechos sobre los recursos naturales .....	24
Cuadro 5	Regulación del gas asociado .....	26
Cuadro 6	Regulación de la contaminación atmosférica .....	27
Cuadro 7	Regulación de seguridad .....	28
Cuadro 8	Cadena de valor del petróleo y el gas.....	32
Cuadro 9	Mercados del gas.....	35
Cuadro 10	Comercio internacional del gas.....	36
Cuadro 11	Estructura de la industria .....	37
Cuadro 12	Tipo de industria .....	40
Cuadro 13	Esquema del paquete de herramientas regulatorias .....	70
Cuadro 14	Ventajas e inconvenientes de los enfoques regulatorios.....	77

# Visión general

## Argumentos para la regulación del metano

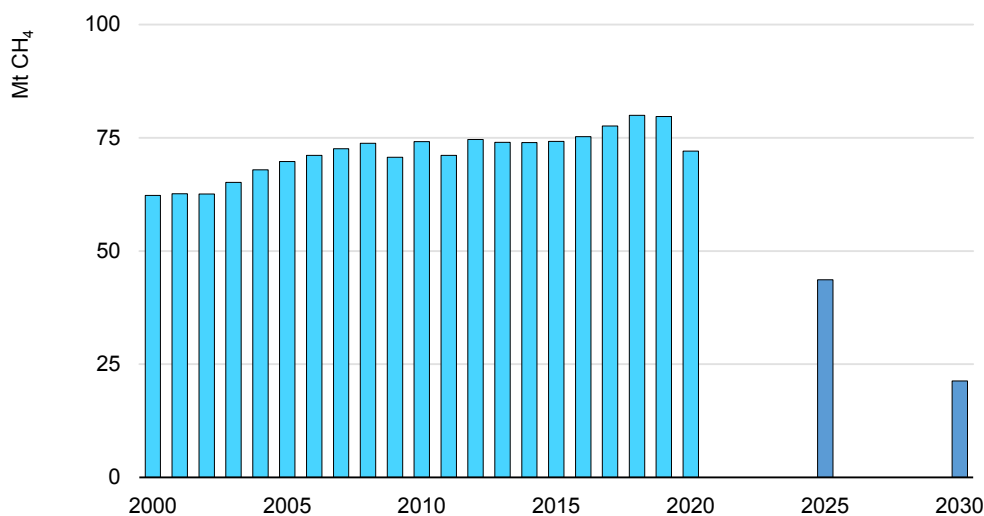
La reducción de las emisiones de metano provenientes de las actividades de petróleo y gas es una de las medidas más rentables y decisivas que pueden adoptar los gobiernos para cumplir con los objetivos climáticos mundiales. Es más, cada vez más jurisdicciones reconocen que la acción regulatoria, en combinación con las actuaciones voluntarias de la industria, juegan un papel importante.

## Se requiere actuar en relación con el metano

El metano es un potente gas de efecto invernadero que contribuye de forma significativa al cambio climático. Mientras está en la atmósfera, absorbe mucha más energía que el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), aunque su tiempo de permanencia es mucho menor (12 años aproximadamente mientras que el CO<sub>2</sub> perdura varios siglos). Por lo tanto, a pesar de que se suele prestar menos atención al metano que al CO<sub>2</sub>, la reducción de las emisiones de metano del sector energético será imprescindible para evitar los efectos del cambio climático.

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) calcula que el sector del petróleo y el gas emitió 70 Mt de metano (es decir, aproximadamente 2,1 Gt de CO<sub>2</sub> equivalente) en 2020, algo más del 5% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero asociadas a la energía. La información inicial obtenida de los satélites apunta a una reducción de la incidencia de las fugas a gran escala en 2020, la que probablemente se debe, en parte, a las importantes caídas de la producción derivadas de la pandemia de la enfermedad por coronavirus (COVID-19). Según el Escenario de Desarrollo Sostenible (Sustainable Development Scenario, SDS), las emisiones de este sector tienen que reducirse hasta 20 MT/año aproximadamente de aquí a 2030, lo que representa una caída del 70% con respecto a los niveles de 2020.

**Figura 1 Emisiones de metano del sector del petróleo y el gas en el SDS, 2000-2030**



AIE. Todos los derechos reservados.

Según la herramienta de vigilancia del metano [Methane Tracker](#) de la AIE, la disminución del 70% coincide con el volumen que se podría reducir desde un punto de vista técnico. Además, sería posible frenar una parte importante de las emisiones sin coste neto adicional, puesto que el valor del metano capturado cubre el coste de la medida de reducción, es decir, ya existiría un incentivo económico para prevenir la liberación del gas a la atmósfera. Evidentemente, la proporción de emisiones que se pueden evitar sin coste neto adicional varía en función del año, de la región y otras variables, entre las que destaca el precio del gas vigente. En 2020, el precio del gas natural en todo el mundo fue mucho más bajo que en los años anteriores, por lo que se amortizaría una parte menor de la disminución. Sin embargo, se irá recuperando a medida que suban los precios del gas natural.

Se están llevando a cabo varias iniciativas voluntarias dirigidas por la industria para disminuir las emisiones de metano, asimismo, el año pasado algunas empresas anunciaron objetivos de reducción de metano. Sin embargo, se requiere un cambio inmediato y significativo de las aspiraciones para conseguir reducciones acordes con los objetivos climáticos internacionales. Aunque el sector puede y debe continuar trabajando en este sentido, las normas y regulaciones gubernamentales serán cruciales para eliminar o mitigar los obstáculos que impiden a las empresas ponerse en marcha e ir más allá.

## Barreras a la acción voluntaria

Las [curvas nacionales de costos del metano](#) elaboradas por la AIE sugieren que son muchas las medidas de reducción que se amortizarían a sí mismas, siempre y cuando el gas capturado pudiera llevarse al mercado y venderse al precio de mercado vigente. Aunque este sencillo análisis de costos sugiere que las empresas deberían querer



emprender algunas de estas acciones de manera voluntaria, en la práctica no siempre es así. Al diseñar un enfoque regulatorio para la reducción del metano, un primer paso esencial es entender qué impide que las empresas de diferentes países y contextos de mercado no adopten medidas que parecen rentables.

Principalmente, existen tres tipos de obstáculos que disuaden a las empresas de aprovechar por completo estas oportunidades: información, infraestructura e incentivos a la inversión.

## Información

Muchas empresas presentan un déficit de información importante sobre el metano, especialmente, respecto a su impacto ambiental como, más específicamente, al nivel y al origen de las emisiones procedentes de las actividades de explotación. Asimismo, en muchos casos no se conocen bien las tecnologías de reducción existentes, sus costes o los beneficios derivados de capturar, utilizar o vender el gas que, en caso contrario, se liberaría al medio ambiente. Incluso si el equipo directivo superior es consciente del riesgo asociado a las emisiones de metano, es posible que la cultura empresarial global y sus prácticas operativas no lo reflejen, de manera que el personal sobre el terreno no actuará en consecuencia, aunque se encuentre en condiciones de hacerlo. A menudo, esta falta de información es inintencionada; no obstante, la regulación existente también puede desanimar a las empresas a completar su conocimiento en este ámbito. Por ejemplo, cuando una jurisdicción impone una comisión o tasa a los emisores en función del volumen de contaminación emitido, las empresas pueden temer aumentar su costo de cumplimiento al descubrir fuentes de metano nuevas.

## Infraestructura

Con mucha frecuencia, la venta del gas capturado en el mercado resulta bastante sencilla. Sin embargo, en ocasiones, en especial cuando el gas se produce conjuntamente (o está “asociado”) con el petróleo, es posible que no existan vías o empresas capaces de utilizarlo con fines productivos. En esos casos, se requiere construir la infraestructura adecuada para transportar el gas hasta los consumidores, con nuevos equipos de compresión, tuberías de recolección y transporte o plantas de licuefacción, entre otras cosas. La ausencia de regulación que exijan o incentiven el uso de gas natural para fines productivos puede dificultar la reducción del metano.

## Incentivos a la inversión

Si bien la toma de decisiones corporativas depende del contexto, el capital disponible para la inversión es limitado en todas las empresas. Por tanto, las oportunidades de inversión en la reducción del metano deben competir con otras posibilidades de inversión. Así, aunque la reducción sea ventajosa respecto del coste que conlleva, las

empresas pueden decidir dirigir el capital hacia inversiones con una tasa de rentabilidad más elevada. Además, la reducción del metano puede parecer menos rentable si no se tienen en cuenta, para el cálculo de la inversión, los costes ambientales de la producción. Asimismo, cuando el propietario del gas no coincide con el dueño de la infraestructura de transmisión, la división de incentivos puede convertirse en un problema. Particularmente, debido a que la empresa propietaria del oleoducto o gaseoducto que abona la reparación de las fugas puede observar que los beneficios repercuten en la empresa propietaria del gas como rendimiento adicional. Por último, las empresas estatales no siempre se benefician directamente de estas medidas de ahorro en costes, ya que devuelven sus ganancias a las arcas públicas y reciben asignaciones predeterminadas para cubrir sus actividades.

## ¿Cómo pueden los gobiernos impulsar la reducción de metano?

Los gobiernos pueden contrarrestar muchas de estas barreras con instrumentos normativos y regulatorios. Así, por ejemplo, cuando la información es uno de esos obstáculos, la regulación puede incluir estrategias educativas (tales como formaciones), esquemas de certificación para trabajadores, medidas de monitoreo, comunicación y verificación de las emisiones, referencias a normas internacionales voluntarias para la presentación de informes corporativos o iniciativas para fomentar el intercambio de conocimientos y mejores prácticas. En cuanto a la infraestructura, los gobiernos pueden establecer requisitos durante las etapas de planificación de los proyectos, invertir directamente en la construcción de instalaciones nuevas o adoptar normas que permitan repartir los gastos de desarrollo entre varias empresas y usuarios finales. Además, pueden fijar los precios de las externalidades ambientales o crear incentivos financieros para la utilización *in situ* del gas capturado, los gastos en tecnologías de reducción o las reparaciones del equipo de transmisión a fin de eliminar las barreras a la inversión.

Estas intervenciones persiguen un objetivo doble: i) desbloquear las medidas de reducción que actualmente ya resultan ventajosas desde el punto de vista económico, tales como, las fugas de metano que pueden mitigarse sin coste adicional, y ii) facilitar y fomentar las medidas aplicables al rango de emisiones de metano que pueden reducirse en términos técnicos, esto es, las reducciones del 70% previstas en el SDS para 2030. Para alcanzar este nivel, no bastará con eliminar las barreras que impiden que las empresas actúen por cuenta propia; sino que las iniciativas regulatorias más amplias pueden resultar muy útiles. Adicionalmente, las empresas son cada vez más conscientes de este hecho y se muestran interesadas en contar con "normativa y regulación en materia de metano que sean sólidas y que incentiven la acción temprana, impulsen las

mejoras de rendimiento, faciliten el correcto cumplimiento y apoyen la flexibilidad y la innovación"<sup>1</sup>.

Será crucial disponer de una regulación ajustada a los objetivos concretos de cada jurisdicción para asegurar que las empresas implanten las medidas de reducción adecuadas, junto con medidas voluntarias. A pesar de que existen muchos tipos distintos de regulación, en general, éstas pueden cambiar radicalmente el análisis coste-beneficio de las empresas y animarlas a internalizar el coste social de esa contaminación.

## Hoja de ruta y paquete de herramientas regulatorias

El presente informe pretende ofrecer una guía completa de primeros pasos para que los legisladores formulen normas nuevas en el ámbito de las emisiones de petróleo y gas dentro de sus jurisdicciones. Esta guía consta de dos documentos complementarios: una **hoja de ruta regulatoria** y un **paquete de herramientas regulatorias**.

La hoja de ruta se centra en el **proceso** de implementación de una nueva regulación y enumera sus 10 pasos principales. Además, ofrece una guía detallada para ayudar a las autoridades reguladoras a recopilar la información necesaria para el diseño, la creación y la aplicación de un sistema normativo eficaz.

El paquete de herramientas, que se ocupa del **contenido** de las regulaciones relativas al metano, clasifica los diferentes enfoques regulatorios que se utilizan actualmente en el ámbito del metano, otorgando ejemplos específicos a partir de la [base de datos de normativas](#) de la AIE. El paquete de herramientas se ha concebido como una enciclopedia de los distintos instrumentos regulatorios que están a disposición de las autoridades con miras a la formulación de nuevas normativas.

### ¿Cómo pueden los gobiernos diseñar y aplicar nueva regulación?

La AIE ha definido 10 pasos que ayudarán a las autoridades reguladoras a seleccionar un enfoque regulatorio y aplicar una serie de normas eficaces sobre el metano acordes con la situación local. Aunque esta guía presenta los pasos de manera secuencial, estos pueden ejecutarse en un orden distinto o simultáneamente e, incluso, pueden repetirse si se obtienen datos nuevos sobre las emisiones o si se accede a tecnologías nuevas.

---

<sup>1</sup> Principio 4 de [Methane Guiding Principles](#), una iniciativa voluntaria que agrupa a organizaciones del sector y ajenas a él para apoyar la reducción de las emisiones de metano.

## Una hoja de ruta de 10 pasos para legisladores

[Paso 1: Comprensión del contexto jurídico y político](#)

[Paso 2: Caracterización de la industria](#)

[Paso 3: Elaboración de un perfil de emisiones](#)

[Paso 4: Creación de capacidad regulatoria](#)

[Paso 5: Implicación de las partes interesadas](#)

[Paso 6: Definición de los objetivos regulatorios](#)

[Paso 7: Selección del diseño normativo adecuado](#)

[Paso 8: Redacción de la normativa](#)

[Paso 9: Facilitación y exigencia del cumplimiento](#)

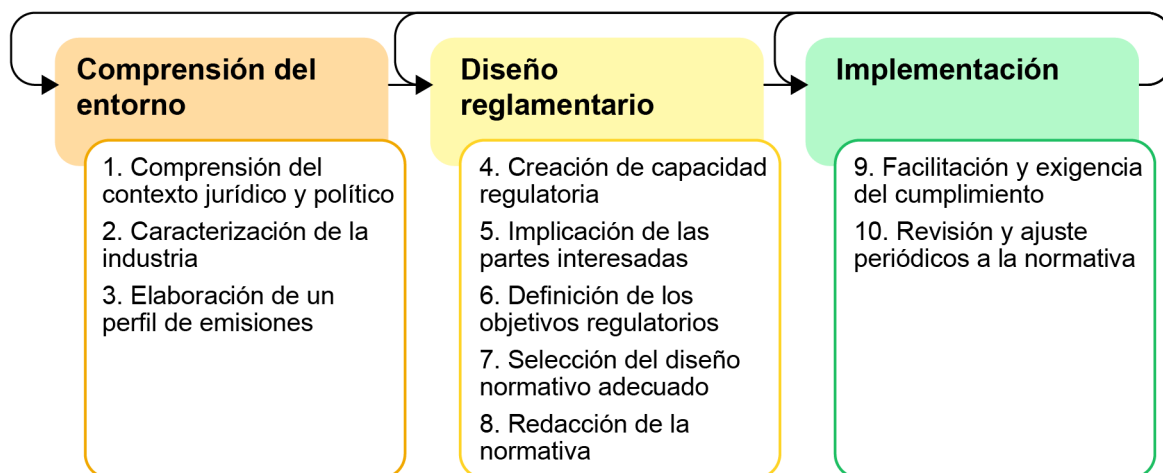
[Paso 10: Revisión y ajuste periódicos de la normativa](#)

Con estos pasos, el proceso de aplicación de una nueva regulación se estructura en tres fases separadas. La primera fase, previa a cualquier desarrollo formal de una propuesta regulatoria, consta de un **ejercicio de obtención de información** que facilita a los legisladores el conocimiento necesario para adaptar de la mejor manera posible las normas y la regulación a las circunstancias institucionales, el marco regulatorio vigente, el contexto de mercado y el perfil de emisiones de la jurisdicción. Esta fase se corresponde con los tres primeros pasos de la hoja de ruta.

Una vez que los legisladores han recopilado esta información, se procede con la fase siguiente, que implica **diseñar y elaborar la propuesta regulatoria** atendiendo tanto a mejorar la capacidad institucional como a colaborar con las partes interesadas internas y externas. Esta fase de formulación regulatoria abarca los pasos 4 a 8 de la hoja de ruta. En este punto, los legisladores también deben tener en cuenta los ejemplos de los diferentes enfoques regulatorios compilados en el paquete de herramientas.

Incluso tras la publicación de una regulación, queda mucho trabajo por hacer para garantizar su eficacia. En la fase de **aplicación**, los legisladores deben velar por el cumplimiento de la normativa y elaborar un plan de actualización de la regulación en función de las necesidades. Esta fase se corresponde con los pasos 9 y 10. Es importante observar que, si bien la fase de aplicación comienza cuando ya se ha terminado de preparar la regulación, los legisladores deben tener en cuenta estos pasos durante la etapa de redacción para incorporar la garantía del cumplimiento y las estrategias de adaptación desde el principio.

Figura 2 Diez pasos para la aplicación de nuevas regulaciones



AIE. Todos los derechos reservados.

## ¿Qué instrumentos normativos y regulatorios pueden utilizar los legisladores?

Cada vez son más las jurisdicciones que han reconocido el importante impulso que supone la acción regulatoria para las medidas relacionadas con el metano en la industria del petróleo y el gas. Algunos gobiernos ya han actuado y otros se han comprometido a hacerlo en los próximos años. A partir de nuestro análisis de las acciones tempranas, hemos preparado una **tipología de los enfoques regulatorios** con el objetivo de desmitificar el complejo entramado de regulaciones que existe en numerosos países. A continuación, se presenta brevemente esta tipología, con ejemplos específicos de cada enfoque en la sección del paquete de herramientas.

### Tipología de los enfoques regulatorios

Los enfoques regulatorios que se han aplicado al caso del metano pueden clasificarse en cuatro tipos principales:

- normas prescriptivas,
- normas basadas en el desempeño o en los resultados,
- instrumentos económicos, y
- normas basadas en la información.

Se puede consultar una explicación de cada uno de estos enfoques en el cuadro siguiente. Para ello, se describe la aplicación del enfoque en un caso de sustitución de los controles neumáticos de alta purga, que se utilizan para diferentes propósitos en la cadena de valor del gas y el petróleo y representan una parte importante de las liberaciones de metano del sector. Por ejemplo, según el [inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de los Estados Unidos de América](#), estos dispositivos

liberaron aproximadamente el 25% de las emisiones de metano de los sistemas de petróleo y gas natural de los Estados Unidos<sup>2</sup>.

**Cuadro 1 Aplicación de los enfoques regulatorios a los controles neumáticos**

Enfoque regulatorio	Definición	Ejemplo
Prescriptivo	Los instrumentos prescriptivos establecen si las entidades reguladas deben emprender o no acciones o procedimientos concretos.	Se indica a la empresa explotadora si debe sustituir los controles neumáticos por controles con menos emisión antes de una fecha dada.
Basado en el desempeño o en los resultados	Los instrumentos basados en el desempeño establecen una norma de desempeño obligatoria para las entidades reguladas pero no indican cómo lograr el objetivo.	Se indica a la empresa explotadora que debe conseguir reducciones de metano en toda la planta a partir de un punto de referencia. A continuación, la empresa explotadora decide sustituir los controles con más emisiones ya que, para lograr el objetivo global, resulta más rentable centrarse en estos dispositivos.
Económico	Los instrumentos económicos impulsan la acción al aplicar sanciones o introducir incentivos financieros para unos comportamientos determinados, como impuestos, subvenciones o enfoques basados en el mercado (por ejemplo, cuotas de emisiones o créditos de carbono).	La empresa explotadora debe abonar una ecotasa por las emisiones. Alternativamente, puede deducirse los gastos de sustitución de los dispositivos de altas emisiones en sus obligaciones tributarias. En ambos casos, la empresa explotadora puede decidir reemplazar el control por motivos económicos.
Basado en la información	Los instrumentos basados en la información se han diseñado con el objetivo de mejorar la información sobre las emisiones y pueden exigir que las entidades reguladas calculen y midan sus emisiones y las comuniquen a los organismos públicos.	La empresa explotadora debe informar sobre las emisiones de equipos o actividades con altas emisiones conocidos. Teniendo en cuenta el volumen cuantificado, la empresa explotadora podrá optar por reducir las emisiones asociadas a los controles neumáticos, en lugar de dar a conocer esa información.

La mayoría de las jurisdicciones con regulación específica sobre gas natural, petróleo y el metano han recurrido en gran medida a **normas prescriptivas** para conseguir reducir las emisiones. Este enfoque de mando y control se centra en exigir la instalación o sustitución de dispositivos específicos. Por ejemplo, si una jurisdicción determina que muchas de sus emisiones rutinarias proceden de los controles de válvula de neumáticos de alta purga utilizados en la cadena de valor del gas natural y el petróleo, una norma prescriptiva obligaría a las empresas explotadoras a sustituir los

<sup>2</sup> Véase US Environmental Protection Agency (2020), [Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks, 1990-2018](#), cuadros 3-45 y 3-65.

controles existentes por alternativas de purga baja o sin purga y prohibiría la instalación de equipos de alta purga en las nuevas plantas.

En cambio, las **normas basadas en el desempeño o en los resultados** establecen que las empresas deben cumplir un objetivo de emisiones específico para un dispositivo o una planta concreta, pero no especifican cómo hacerlo. Por ejemplo, [la norma mexicana de 2018](#) exige que las empresas explotadoras de las instalaciones existentes definan objetivos de reducción de emisiones para cada planta y cumplan con ellos en un plazo de seis años. Las empresas que tienen que reducir sus emisiones buscarán las reparaciones y sustituciones más económicas para cada planta. En consecuencia, dichas empresas reemplazarán los controles de alta purga que sean responsables de una parte importante del perfil de emisiones totales de la planta y que se puedan sustituir con facilidad.

Algunas jurisdicciones pueden recurrir a **instrumentos económicos** que aplican sanciones o incentivos para impulsar la acción. La forma de regulación económica más sencilla sería el impuesto a las emisiones de metano. En el ejemplo analizado, este impuesto básicamente animaría a una empresa a "sustituir los controles de válvula o pagar por el metano que emiten". En respuesta a esta regulación, una empresa explotadora puede optar por sustituir los controles con más emisiones, en lugar de pagar el impuesto. El [impuesto al carbono de Noruega](#), que afecta a las emisiones de metano de las plantas de petróleo y gas marinas, refleja este enfoque.

A diferencia de las normativas que imponen penalizaciones de este tipo por las emisiones de metano, un gobierno puede ofrecer estímulos o incentivos económicos para promover las medidas de reducción. Una ley de incentivos podría establecer que "si se sustituye un control de válvula, se puede deducir el coste del reemplazo de los derechos adeudados al Estado". Por ejemplo, [Nigeria](#) permite que las empresas deduzcan de sus beneficios los gastos de capital por el equipo de captura del gas asociado, así como los derechos establecidos para el gas asociado que se vende y entrega en el sector *downstream*<sup>3</sup>.

Uno de los obstáculos más importantes para la regulación eficaz del metano procedente del sector de la energía es el grado de incertidumbre sobre la magnitud de las emisiones, las fuentes de emisión y la variabilidad. Así, un enfoque especialmente provechoso serían las **normas basadas en la información**. Se puede formular una ley que obligue a las empresas a etiquetar todos los controles de válvulas con altas emisiones y enviar informes mensuales de sus emisiones. De esta manera, algunas empresas explotadoras pueden obtener información nueva sobre el alcance de sus emisiones y emprender acciones voluntarias al ser conscientes de la cantidad de metano que están liberando. Si se obliga a divulgar públicamente estos informes de emisiones, es posible que las partes interesadas externas presionen a las empresas explotadoras para que reduzcan sus emisiones.

---

<sup>3</sup> El término "downstream" se utiliza para referirse a las actividades finales del ciclo de producción, esto es principalmente las actividades referidas al refinamiento, comercialización y distribución de los recursos.

**Cuadro 2 Normativas del metano en países productores seleccionados, por enfoque regulatorio**

	Prescriptiva					Basada en el desempeño				Económica			Basada en la información		
	Disposiciones sobre permisos	Detección y reparación de fugas	Restricciones de combustión en antorcha o venteo	Normas tecnológicas	Disposiciones de ejecución y conexas	Objetivos estratégicos	Normas de emisiones por planta o empresa	Normas de proceso o equipo	Normas de combustión en antorcha o venteo	Impuestos, comisiones y cargos	Comercio de derechos de emisión y créditos	Otros incentivos financieros	Cálculos de emisiones	Obligaciones de medición	Obligaciones de presentación de informes
Brasil	●		●	●	●				●	●	●		●		●
Canadá	○	●	○	●	○	●	○	●	○		○	●	●	●	●
China (República Popular)	●		●	●	●										
Iraq	●				●										
Irán	●														
México	●		●	●	●	●	●	●	●		●		●	●	●
Nigeria	●		●	●	●	●			●	●		●	●	●	●
Noruega	●		●		●					●			●	●	●
Rusia	●								●	●					
Arabia Saudita	●			●	●										
Emiratos Árabes Unidos	●				●										
Estados Unidos	○	●	○	●	●	○	○	●	○	○		○	●		●

Notas: El círculo lleno indica que se trata de una normativa aplicada a nivel nacional. El círculo vacío indica que se trata de una normativa subnacional, por ejemplo, del plano estatal o provincial en un sistema federal. Se pueden consultar las definiciones de cada tipo de instrumento en el [Anexo A: Definiciones de los tipos de política](#). En este cuadro se muestran las entradas de la [base de datos de normativas de la AIE](#) a 18 de enero de 2020. Se agradecerán los comentarios de las jurisdicciones sobre actualizaciones de normativas existentes o sobre normativas adicionales que no figuran en la base de datos.



Ya se están aplicando muchos ejemplos de estos enfoques regulatorios. En el Cuadro 2 se muestra un resumen de los instrumentos que se están utilizando actualmente en los 12 productores principales de gas natural. La presente guía se apoya en gran medida en estos ejemplos, tomados de la base de datos de regulatoria de la AIE, para mostrar a las autoridades reguladoras algunos casos de uso reales de los instrumentos normativos existentes y los recursos conexos. Las autoridades reguladoras que deseen aplicar los principios de la presente publicación deberían considerar dichos ejemplos como un recurso primario, ya que sirven de fuente de inspiración e ilustran las mejores prácticas.

## Ideas fundamentales para legisladores

Los legisladores que ya han implantado regulaciones relativas al metano han aprendido mucho. La presente guía pretende difundir esas mejores prácticas y experiencias adquiridas para maximizar la eficacia de las nuevas regulaciones.

### Las normativas y las regulaciones pueden ayudar a los países a cumplir los objetivos de emisiones

Los legisladores no deben dar por hecho que la industria cuenta con los incentivos adecuados para estimular un nivel de acción voluntaria suficiente para afrontar el problema del metano. Como se ha señalado anteriormente, cada vez son más las jurisdicciones que han reconocido la importancia de disponer de regulación sólidas, en combinación con las actuaciones voluntarias de la industria. Aunque la industria puede iniciar algunas acciones por su cuenta, no todas las reducciones necesarias resultarán rentables por sí solas, por tanto, la regulación puede contribuir a cambiar radicalmente los incentivos corporativos en este ámbito.

### Las soluciones universales no existen

Para maximizar su eficiencia, la regulación debe estar adaptada a la situación local de una jurisdicción, y en especial a su contexto político y legal, a la naturaleza de la industria, al tamaño y la ubicación de las fuentes de emisiones y a los objetivos normativos de la jurisdicción. Cada enfoque regulatorio tiene ventajas y desventajas concretas que dependen de las distintas circunstancias de cada jurisdicción, y los legisladores deben tomarse el tiempo necesario para entender cómo se manifiestan estas circunstancias en el contexto local. El objetivo de los pasos presentados en la hoja de ruta es ayudar a las autoridades reguladoras a entender estas circunstancias y a decidir qué enfoques son más apropiados para su situación.

## La disponibilidad de información mejorada permite establecer disposiciones regulatorias más eficaces

Las normas basadas en el desempeño y los instrumentos económicos generan resultados más eficaces desde el punto de vista económico ya que permiten a las empresas explotadoras identificar las opciones de reducción más rentables. Sin embargo, para que estos enfoques funcionen correctamente, suele ser necesario un sistema de medición y presentación de informes más sólido. Por ejemplo, en la práctica no se puede imponer un impuesto al metano si nadie sabe cuánto metano se está emitiendo. El desarrollo y la implantación de un sistema de medición y presentación de informes sólido pueden prolongarse durante varios años. Cuando una jurisdicción está iniciando el proceso de regulación del metano, las normas prescriptivas serán probablemente la mejor opción, al menos mientras no se disponga de un sistema de medición y presentación de informes sólido.

## Sin embargo, los países no tienen que esperar a disponer de información mejorada para pasar a la acción

Afortunadamente, las normas prescriptivas, en sí mismas, pueden reducir las emisiones con eficacia. Es más, pueden ser el primer paso útil del camino hacia regulaciones más flexibles y económicamente eficaces ya que su gestión resulta relativamente sencilla y no es necesario conocer desde el principio el nivel de emisiones exacto ni disponer de un sistema de medición y estimación sólido. Por consiguiente, un punto de partida posible para las jurisdicciones que quieren implantar su primera regulación del metano consistiría en combinar las disposiciones prescriptivas aplicables a las fuentes problemáticas de emisiones conocidas, con un programa de monitoreo que identifique a los superemisores, utilizando los datos de satélite o de inspección, y que obligue a las empresas a enfrentarse a ellos a medida que los vayan detectando. Con el paso del tiempo, quizás sea posible integrar algunos aspectos de otros enfoques en un régimen principalmente prescriptivo, por ejemplo, los objetivos generales de la empresa o la instalación como complemento de otras normas.

En esencia, esta solución se ha trabajado ampliamente. De este modo, con una u otra forma, ya existen instrumentos normativos adecuados para gestionar las emisiones de metano. Así, las autoridades reguladoras que quieran aplicar esta guía y aprovechar los diferentes recursos disponibles contarán con la información necesaria para optar por uno de los enfoques disponibles y, en última instancia, ejecutar esa visión.

## Cómo utilizar esta guía

Esta guía se divide en dos componentes principales: la hoja de ruta y el paquete de herramientas. La [Hoja de ruta regulatoria](#) analiza en profundidad cada uno de los 10 pasos indicados más arriba y establece las consideraciones y puntos de decisión principales de cada paso. Los pasos se presentan en orden secuencial, pero en general son modulares, con retroalimentaciones e iteraciones entre las diversas etapas de la elaboración de una regulación. Le invitamos a dedicar más atención a los pasos más pertinentes para su caso y a omitir los pasos que ya domina.

A continuación, el [Paquete de herramientas regulatorias](#) presenta diferentes elementos del proceso regulatorio que sirven de ayuda a las autoridades durante las fases de formulación y ejecución de una norma. Se examinan las estrategias regulatorias generales, se ofrece información adicional sobre los cuatro enfoques regulatorios descritos al inicio de esta guía y se muestra cómo utilizarlos con ejemplos de normas sobre el metano vigentes. Igual que en los pasos de la hoja de ruta, cada tema puede ser modular e independiente, y quizás sea necesario consultar aspectos del paquete de herramientas a medida que se avanza por los pasos de la hoja de ruta.

# Hoja de ruta regulatoria

Los pasos siguientes sirven de ayuda para la selección de un enfoque regulatorio y la aplicación de una serie de normas eficaces sobre el metano adecuadas a la situación concreta. Con estos pasos, el proceso de aplicación de una regulación nueva se estructura en tres fases separadas: comprensión del contexto (pasos 1 a 3), diseño y elaboración de la regulación (pasos 4 a 8) y aplicación (pasos 9 y 10). Si es la primera vez que elabora regulación para el metano, quizás resulte conveniente comenzar por el paso 1 e ir avanzando en la lista. Si su jurisdicción ya ha trabajado en este ámbito, puede empezar en un paso posterior o saltarse los pasos correspondientes a las tareas ya realizadas. Aunque esta guía presenta los pasos de manera secuencial, pueden ejecutarse en un orden distinto o simultáneamente e, incluso, pueden repetirse si se obtienen datos nuevos sobre las emisiones o si accede a tecnologías nuevas. Por ejemplo, dependiendo de las capacidades institucionales, puede ejecutar el paso 3 (creación de capacidad regulatoria) únicamente en las etapas de aplicación y cumplimiento del proceso, no en todas las etapas.

## Una hoja de ruta de 10 pasos para legisladores

[Paso 1: Comprensión del contexto jurídico y político](#)

[Paso 2: Caracterización de la industria](#)

[Paso 3: Elaboración de un perfil de emisiones](#)

[Paso 4: Creación de capacidad regulatoria](#)

[Paso 5: Implicación de las partes interesadas](#)

[Paso 6: Definición de los objetivos regulatorios](#)

[Paso 7: Selección del diseño normativo adecuado](#)

[Paso 8: Redacción de la normativa](#)

[Paso 9: Facilitación y exigencia del cumplimiento](#)

[Paso 10: Revisión y ajuste periódicos de la normativa](#)

## Paso 1: Comprensión del contexto jurídico y político

La primera fase, previa a cualquier desarrollo formal de una propuesta regulatoria, consta de un **ejercicio de recopilación de información** diseñado para ayudar a obtener la información que fundamentará la selección del enfoque regulatorio. Entre otras cosas, se trata de estudiar cómo las circunstancias institucionales, el marco regulatorio vigente, el contexto de mercado y las emisiones actuales pueden influir en la toma de decisiones. Esta fase comienza en este punto, con el paso 1, y continúa durante el paso 2 (caracterización de la naturaleza de la industria local) y el paso 3 (elaboración de un perfil de emisiones detallado).

### ¿Qué características de las instituciones de su jurisdicción deben tenerse en cuenta al elaborar regulación?

Entender quién ostenta la autoridad jurídica y el poder político para tomar medidas con respecto al metano es el primer paso para asegurar la puesta en marcha de las instituciones gubernamentales con mas potencial de impacto. La revisión de la regulación existente, ayudará a determinar dónde conviene ampliar las iniciativas de reducción del metano o qué se puede cambiar para eliminar los factores que desincentivan la acción. Las siguientes preguntas proveen una guía para identificar quién debe participar en el diseño de políticas adecuadas para su organismo.

### Organismos competentes con autoridad reguladora

Es importante saber desde el principio qué agentes institucionales ostentan la autoridad reguladora. La respuesta dependerá de la propiedad del recurso, su ubicación y la naturaleza del reglamento (energía, medio ambiente, economía). Lógicamente, muchas jurisdicciones se centran en las autoridades competentes en materia de medio ambiente y recursos naturales, pero hay otros tipos de autoridades reguladoras que pueden tener injerencia. Es más, el análisis detallado de los enfoques que pueden adoptar los diferentes grupos de autoridades reguladoras ayuda a solucionar los posibles conflictos de competencias entre ministerios y sienta las bases para una cooperación más provechosa a futuro.

## ¿En qué ámbitos tiene competencia el organismo y cómo puede aprovecharse esa autoridad para reducir las emisiones de metano?

Analizar las competencias de su organismo para gestionar las emisiones de metano del petróleo y el gas, facilitará regular basándose en dichas competencias e idear nuevas aplicaciones de sus herramientas regulatorias e instrumentos.

**Cuadro 3 Alcance regulatorio**

Pregunta	Importancia	Ejemplos
¿Qué puede hacer su organismo para reducir las emisiones de metano del petróleo y el gas?	Los <i>organismos competentes en materia de recursos minerales</i> pueden utilizar los pagos por renta, canon o concesión para luchar contra el desperdicio del recurso.	La <a href="#">Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles</a> de Brasil cobra un canon por todo el gas quemado en antorcha; la <a href="#">Oficina de Administración de Tierras</a> de los Estados Unidos cobra un canon por el exceso de gas quemado en antorcha y por el desperdicio de gas natural.
	Los <i>organismos ambientales</i> pueden utilizar los programas de contaminación atmosférica existentes o las ambiciones climáticas para gestionar la contaminación por metano.	Las <a href="#">normas para la reducción de la contaminación por metano</a> de Canadá (Departamento del Medioambiente y Cambio Climático) y los reglamentos sobre el metano de México respaldan los compromisos climáticos internacionales de cada país.
	Los <i>organismos competentes en materia de trabajo o seguridad</i> pueden contemplar utilizar las prácticas de seguridad que también reducen el venteo de metano.	El Departamento de Tesorería y Finanzas de <a href="#">Australia Meridional</a> y SafeWork de <a href="#">Nueva Gales del Sur</a> aplican normas de seguridad para la canalización del gas y la minería del carbón que mejoran la seguridad y evitan al mismo tiempo la liberación de metano.
	Las <i>autoridades reguladoras en materia de economía</i> pueden considerar la posibilidad de prohibir que los costes del "gas perdido" repercutan en los clientes o crear oportunidades de negocio para la captura y comercialización del gas asociado.	Las comisiones de servicios públicos de <a href="#">Texas</a> y <a href="#">Pensilvania</a> limitaron el coste del "gas perdido" que asumen los clientes a unos porcentajes fijos del flujo medido. Las autoridades reguladoras de los servicios públicos de <a href="#">Quebec</a> autorizaron a las empresas de gas natural a cobrar primas por el gas "producido de forma responsable", por ejemplo, con programas de reducción del metano sólidos. La <a href="#">política de gas natural de 2017</a> de Nigeria tenía el objetivo de promover un mercado para el sector <i>midstream</i> <sup>4</sup> del gas natural.

<sup>4</sup> El término "midstream" se utiliza para referirse a las actividades intermedias del ciclo de producción, esto es principalmente las actividades referidas al procesamiento y almacenamiento de los recursos.

Un organismo puede tener competencia en el desarrollo de los recursos, la calidad del aire, la seguridad de los trabajadores o el conocimiento económico. La orientación normativa del organismo gubernamental en cuestión determina qué estrategias están disponibles.

Los agentes competentes en materia de **extracción de los recursos naturales** probablemente aplicarán estrategias de reducción del metano desde la perspectiva de manejo de residuos (o conservación del producto). Por ejemplo, la estrategia puede centrarse en los ingresos adeudados al gobierno por la producción del recurso, para lo cual es necesario instalar equipos de monitorero y medición en las plantas de producción y evaluar las cantidades de metano que se ventea y quema en antorcha, y no del metano que se captura y entrega al mercado. [Brasil](#) ha impuesto este tipo de régimen; los Estados Unidos también lo utilizan cuando la producción se realiza en terreno público<sup>5</sup>. Los organismos competentes en materia de recursos naturales o energía también pueden imponer obligaciones operativas, como sistemas de detección de fugas o mantenimiento rutinario y la sustitución de equipo con fugas, con el objetivo principal de evitar o reducir el desperdicio de recursos estratégicos.

En cambio, los **organismos ambientales** pueden abordar la reducción de emisiones metano como un elemento en las estrategias de calidad del aire o de mitigación del cambio climático. En algunos casos, estos organismos regulan los compuestos orgánicos volátiles (COV) y el benceno debido a su contribución a la contaminación atmosférica y, con estos requisitos, capturan metano de forma indirecta. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos utilizó este planteamiento para [regular por primera vez las emisiones de metano](#) del sector del petróleo y el gas. Estas regulaciones también pueden ser implementadas a nivel regional o estatal como en el caso de organismos ambientales estatales de [Wyoming](#) y [Pensilvania](#), en Estados Unidos, así como [Alberta en Canadá](#). Las normas para la reducción del metano como estrategia de calidad del aire se centran en las fuentes de COV (incluido el metano) más grandes situadas cerca de los centros demográficos, por

---

<sup>5</sup> Véase la norma [NTL-4A](#) de la Oficina de Administración de Tierras de los Estados Unidos. Los Estados Unidos reforzaron este programa en 2016 mediante la creación de un conjunto exhaustivo de leyes que limitan el venteo y la combustión en antorcha en terreno público (véase la norma Waste Prevention, Production Subject to Royalties, and Resource Conservation, 81 Federal Register 83008 (18 November 2016)), pero se retractaron en 2018 en virtud de la norma Waste Prevention, Production Subject to Royalties, and Resource Conservation; Rescission or Revision of Certain Requirements, 83 Federal Register 49184 (28 September 2018). El 15 de julio de 2020, un tribunal federal anuló la norma de 2018 y encargó a la Oficina de Administración de Tierra que ejecutara la norma de 2016, tras lo cual pospuso ambas acciones durante 90 días o hasta el 13 de octubre de 2020, a fin de conceder tiempo suficiente para que continuara el litigio legal. *California vs. Bernhardt*, Case No. 4:18-cv-5712-YGR (Northern District of California, 15 July 2020). Unos pocos días antes de que entrara en vigor la orden del tribunal de California, un tribunal federal de Wyoming derogó la norma de 2018. *Wyoming v. U.S. Department of the Interior*, Case No. 2:16-cv-00285-SWS (District of Wyoming, 8 Oct 2020). Las normas previas a 2016 continúan vigentes, mientras prosigue el litigio.

razones de salud pública. Las normas ambientales también se pueden ocupar del metano como gas de efecto invernadero, mediante la aplicación de una tasa sobre las emisiones de acuerdo con el [coste social del carbono](#) o mediante la vinculación de los requisitos con compromisos que se han asumido anteriormente, como aquellos en el marco del Acuerdo de París. Por ejemplo, las normas nacionales para el metano dictadas por el Departamento del Medioambiente y Cambio Climático de Canadá y la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) de México se redactaron teniendo en cuenta los objetivos climáticos internacionales.

Los **organismos competentes en materia de trabajo** tienen autoridad sobre las actividades de petróleo y gas que emiten metano, siempre y cuando las emisiones creen entornos de trabajo no seguros. Estos organismos, como el Departamento de Tesorería y Finanzas en [Australia Meridional](#) y SafeWork en [Nueva Gales del Sur](#), pueden centrarse en mitigar la amenaza de incendio o explosión asociada a las fugas de metano. Tradicionalmente, los organismos de seguridad habrían recomendado liberar gas metano a la atmósfera, por ejemplo, antes de soldar un oleoducto o gaseoducto o de extraer carbón, o liberar los vapores de un depósito de petróleo para evitar su explosión. No obstante, a medida que se conocen mejor los riesgos ambientales que conllevan las emisiones de metano, es necesario actualizar las regulaciones para mantener la seguridad de los trabajadores y, al mismo tiempo, minimizar la liberación de las emisiones de metano. Los organismos competentes en materia de trabajo se ocupan de la inspección, el monitoreo, el mantenimiento del equipo, la formación de los trabajadores y la educación de la comunidad.

Por último, las **autoridades reguladoras económicas** pueden crear incentivos financieros para la reducción del metano. En las jurisdicciones que permiten que las empresas productoras o transportadoras del gas determinen las tarifas del gas natural, las normas de fijación de los precios se pueden formular de manera que estimulen la prevención de las emisiones de metano. Por ejemplo, en los estados de [Texas](#) y [Pensilvania](#) (Estados Unidos) se ha limitado el coste del "gas perdido y no contabilizado" que una empresa puede repercutir en los clientes con el objetivo de animar a la industria a arreglar las fugas de las tuberías. Alternativamente, una autoridad reguladora económica puede seguir el ejemplo de Quebec y permitir que las empresas distribuidoras de gas cobren una prima por el gas producido con prácticas de gestión innovadoras que controlan las pérdidas de metano<sup>6</sup>. De forma similar, los legisladores pueden invertir en investigación y desarrollo (I+D) o asignar fondos como premio a las prácticas de reducción novedosas. En otoño de 2020, el

---

<sup>6</sup> The Canadian Press (2020), "[Deal with Alberta gas producer is Quebec utility's first under certification program](#)", *Global News*, 10 de febrero. De forma similar, las autoridades competentes de Columbia Británica han autorizado que se realice una valoración de una posible prima al gas natural "renovable" (biometano). Véase British Columbia Utilities Commission, [In the Matter of FortisBC Energy Inc. Application for Approval of Biomethane Energy Recovery Charge Rate Methodology](#), Decision and Order G-133-16.



Departamento de Energía de los Estados Unidos [solicitó información](#) sobre las nuevas tecnologías que fomentan la reducción del metano. Por último, es posible que los agentes gubernamentales deban cumplir algunos objetivos de desarrollo económico, que pueden ir desde la electrificación universal hasta políticas de desarrollo industrial de alta tecnología. En estos casos, si se obliga o anima a los productores de petróleo a capturar y vender gas natural coproducido, se puede reducir las emisiones y, al mismo tiempo, proporcionar combustible a las centrales eléctricas o materia prima para la producción de agentes químicos. La [política de gas natural de 2017](#) de Nigeria refleja algunos de estos intereses.

## ¿A quién corresponde la propiedad del petróleo y el gas natural y quién controla los derechos de explotación de estos recursos?

En términos generales, la regulación de un recurso natural (y la contaminación que puede generar su explotación) depende de su propiedad. Cuando el gobierno nacional de un país posee y gestiona el patrimonio mineral, como sucede en México, Indonesia, Kazajstán y Nigeria, es el propio gobierno quien decide quién puede producir petróleo o gas natural y las condiciones para hacerlo.

**Cuadro 4 Derechos sobre los recursos naturales**

Pregunta	Importancia	Ejemplos
¿A quién corresponde la propiedad del petróleo y el gas natural y quién controla los derechos de explotación de estos recursos?	Si es el <i>gobierno nacional</i> es quien posee el recurso, probablemente puede controlar las actividades que liberan emisiones de metano e impedir o desalentar el venteo y el desperdicio del recurso.	En México, <a href="#">el Estado es propietario del patrimonio mineral</a> y <a href="#">la regulación del sector depende de varios organismos nacionales</a> . La legislación de Indonesia establece con claridad que el petróleo y el gas son <a href="#">activos nacionales controlados por el Estado</a> y encomienda al Gobierno la creación de un organismo regulador nacional.
	Si es un <i>gobierno subnacional</i> quien posee el recurso, tendrá más control sobre su explotación (y sobre las emisiones de metano). Con todo, el gobierno nacional puede seguir ejerciendo otras competencias, por ejemplo, respecto de la contaminación atmosférica.	En <a href="#">Argentina</a> y <a href="#">Canadá</a> , los gobiernos subnacionales son los propietarios de los recursos ubicados en su territorio y son responsables de regular su explotación, incluidos los límites de venteo y combustión en antorcha del metano.

Pregunta	Importancia	Ejemplos
	Si es un <i>actor privado</i> quien posee el recurso, las condiciones de los cánones se determinan en virtud de contratos privados, que regulan entre otras cosas la obligación de abonar un canon por el gas venteado o desperdiciado.	En los Estados Unidos, la propiedad de muchos yacimientos de petróleo y gas es privada y, por lo tanto, los arrendamientos privados no tienen que incluir condiciones para evitar o limitar el venteo de metano, aunque pueden hacerlo.

En otros países, como Argentina o Canadá, la propiedad y gestión de los recursos minerales corresponden a los gobiernos subnacionales de los lugares en los que se encuentran los yacimientos. Esos gobiernos subnacionales también son la principal autoridad responsable de la explotación de las plantas de petróleo y gas natural, incluyendo las actividades que pueden provocar o inhibir la liberación de metano a la atmósfera. Cuando los reguladores principales son actores provinciales, es más probable que los organismos nacionales realicen funciones educativas y de apoyo; en Canadá, por ejemplo, el Ministerio de Recursos Naturales dirige las investigaciones no reglamentarias y el desarrollo de equipos y prácticas de reducción del metano no vinculantes, y las provincias deciden integrar o no esos elementos en sus normas para las plantas terrestres de petróleo y gas natural. El mismo ministerio gestiona y regula los recursos marinos en colaboración con las [provincias marítimas](#), por lo que es evidente que la ubicación del recurso objeto de la reglamentación puede modificar el lugar de aplicación de la normativa. En cambio, como se analiza en la siguiente sección, el Ministerio de Medio Ambiente de Canadá tiene autoridad plena para regular la contaminación atmosférica derivada de la explotación del petróleo y el gas.

Algunos países permiten la propiedad privada de los minerales. En los Estados Unidos, por ejemplo, los recursos de petróleo y gas natural pueden ser propiedad del Gobierno Federal, los gobiernos estatales y locales o actores privados. El propietario del patrimonio mineral define las condiciones del pago de cánones e incluso decide si son aplicables al gas que liberan, ventean o queman en antorcha los productores. Por tanto, si es una entidad privada quien posee el patrimonio mineral, los cánones se negocian mediante contratos privados.

## ¿Cómo se trata y autoriza el gas asociado?

**Cuadro 5 Regulación del gas asociado**

Pregunta	Importancia	Ejemplos
¿Cómo se trata y autoriza el gas asociado?	Si el gas asociado se ha tratado como <i>residuo</i> , seguramente el gobierno tendrá que aclarar que se trata de un recurso y habilitar su propiedad legal antes de proceder a su regulación.	La <a href="#">ley del petróleo</a> de Nigeria establece sin lugar a dudas que la propiedad del gas asociado corresponde al Gobierno nacional, quien puede hacer uso de este recurso sin abonar ningún canon. En virtud de esta competencia, Nigeria <a href="#">concedió los derechos de producción del gas asociado</a> a empresas dedicadas a la recuperación y venta del gas.
	Si el gas asociado <i>no se considera parte de una concesión o arrendamiento de petróleo o carbón</i> , los organismos pueden explotarlo mediante acuerdos con terceros.	En <a href="#">Kazajstán</a> , las empresas carboníferas deben adquirir los derechos de captura y venta del gas asociado por separado.
	Si el gas asociado <i>se considera parte de una concesión o arrendamiento</i> , es posible que la legislación aplicable exija que las empresas utilicen el gas <i>in situ</i> o abonen un canon por su explotación.	En los <a href="#">Estados Unidos</a> y <a href="#">Brasil</a> , las empresas petroleras deben abonar cánones por una parte del gas asociado venteado o quemado en antorcha. (En los Estados Unidos, únicamente para el petróleo y el gas que son propiedad del Gobierno federal.)

En algunas jurisdicciones, donde se considera que el gas coproducido (o "asociado") con el petróleo o el carbón es un residuo, no un recurso; el gobierno quizás tenga que aclarar que es el propietario del gas asociado y establecer un régimen de concesión de permisos independiente. Por ejemplo, en Nigeria, de acuerdo con la [ley del petróleo](#) vigente, el gas asociado es independiente del contrato de arrendamiento del petróleo y el Gobierno puede tomar ese gas "de manera gratuita en la antorcha o a cambio de un precio acordado y sin el pago de un canon". De esta manera, el Ministerio de Recursos Petroleros del país pudo establecer un [sistema de concesión de permisos de producción del gas natural](#) para permitir su explotación por agentes distintos del arrendatario del petróleo. De forma similar, el Gobierno de [Kazajstán](#) dejó claro en 2010 que las minas de carbón deben reducir las emisiones de metano asociado y permitió que el arrendatario utilizara el metano *in situ* o que asegurara el derecho de producción del gas para su comercialización de manera

independiente. En cambio, en otros países el gas asociado forma parte del arrendamiento y, por tanto, el gobierno no puede arrendarlo de forma independiente. Por otra parte, el productor de petróleo puede estar sujeto a un canon por venteo y combustión en antorcha innecesarios.

## ¿Quién regula la contaminación atmosférica?

**Cuadro 6 Regulación de la contaminación atmosférica**

Pregunta	Importancia	Ejemplos
¿Quién regula la contaminación atmosférica?	En ocasiones, el organismo gubernamental que regula la explotación de los recursos pertenece al mismo nivel gubernamental que el organismo que regula los problemas ambientales asociados.	En muchos países, el gobierno nacional no solo controla esos recursos sino que también regula la contaminación atmosférica derivada de tales actividades. Algunos ejemplos son Indonesia, México, Nigeria y Noruega.
	Un nivel gubernamental, o un organismo concreto, puede regular el acceso a los recursos y su explotación. Otro nivel gubernamental u organismo puede regular los aspectos ambientales de estas actividades.	En Canadá, aunque las provincias son las principales responsables de la concesión de permisos para la explotación del petróleo y el gas natural, el Gobierno nacional tiene competencias compartidas con las provincias en otros asuntos ambientales. Por consiguiente, aunque algunas provincias como <a href="#">Alberta</a> y <a href="#">Columbia Británica</a> han actuado como autoridades reguladoras en materia de recursos y han definido normas de venteo y combustión en antorcha, Canadá ha publicado unas <a href="#">normas para la reducción de la contaminación por metano</a> para todo el país, que pueden quedar anuladas por los reglamentos provinciales clasificadas como “equivalentes”.

La competencia en materia de contaminación atmosférica puede ser distinta de la competencia en materia de recursos naturales. La contaminación atmosférica se considera un problema nacional o local, o una responsabilidad conjunta. La competencia ambiental también varía en función del contaminante y de que se haya definido el metano como tal en la legislación aplicable.

Estas diferencias determinan cuál es el organismo gubernamental competente y cómo puede regular las emisiones de metano. Por ejemplo, aunque la Constitución

de Canadá reconoce que las provincias y territorios son los principales responsables de la explotación del gas natural y otros recursos, el Gobierno nacional tiene autoridad plenaria en asuntos ambientales. Por tanto, mientras los organismos energéticos provinciales de Canadá publican normas operativas para la explotación de los recursos naturales, que incluyen leyes para minimizar el venteo y la combustión en antorcha del metano, el Ministerio de Medio Ambiente ha introducido [normas de contaminación atmosférica](#) para las emisiones de metano procedentes de las plantas de petróleo y gas. A continuación, las provincias deben aplicarlas de manera directa o a través de disposiciones aprobadas como equivalentes por el Ministro de Medio Ambiente, tal y como se establece en la Ley de Protección Ambiental de Canadá. En el ejercicio de este poder, [Canadá ha determinado](#) que los regímenes del metano de Alberta, Columbia Británica y Saskatchewan<sup>7</sup> son equivalentes a la ley nacional del metano.

## ¿Tienen competencias en materia de reducción de metano los organismos de seguridad de los trabajadores o las comunidades?

**Cuadro 7 Regulación de seguridad**

Pregunta	Importancia	Ejemplos
¿Qué otras autoridades podrían participar en la reducción del metano?	Los <i>organismos responsables de la seguridad comunitaria o laboral</i> pueden participar en los esfuerzos por reducir el venteo de metano a la atmósfera. Se pueden mejorar muchas de las normas de seguridad vigentes para impedir el venteo de metano manteniendo al mismo tiempo la seguridad.	Las autoridades reguladoras del petróleo y el gas de México y Nigeria han publicado normas nacionales de seguridad para las actividades del petróleo y el gas. En Canadá y Australia, las cuestiones relacionadas con la seguridad son responsabilidad de los organismos subnacionales. Los Estados Unidos cuentan con un organismo federal encargado de la seguridad que promulga normas aplicables a diferentes sectores, entre los que figura la industria del petróleo y el gas.

En algunos países, las autoridades nacionales o subnacionales también pueden trabajar en cuestiones relacionadas con la seguridad de los trabajadores. En México, en 2016 la ASEA publicó [disposiciones](#) para la implementación de los sistemas de

<sup>7</sup> El acuerdo de equivalencia abarca las directivas de [venteo y combustión en antorcha](#) y [medición](#) de Saskatchewan. El [Ministerio determinó que estos reglamentos](#) son equivalentes hasta finales de 2024 pero señaló que “el Gobierno de Saskatchewan tendrá que dictar regulación adicional para un acuerdo de equivalencia nuevo posterior a 2024”.

administración de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente aplicables a las actividades del sector hidrocarburos, con la obligación de realizar análisis de riesgos de las operaciones. De forma similar, el Ministro de Recursos Petroleros de Nigeria ha promulgado [normas de seguridad](#). Además, en [Canadá](#) y [Australia](#), los gobiernos subnacionales han emitido normas de seguridad e higiene en el trabajo relacionadas con las emisiones de metano. En casi todos estos ejemplos (excepto en Australia), las normas de seguridad son un subconjunto de las normas operativas/de explotación. En los Estados Unidos, es un organismo de seguridad independiente del Departamento de Trabajo, denominado [Occupational Safety and Health Administration \(Administración de Seguridad y Salud Ocupacional\)](#), quien define las normas de seguridad sectoriales, aplicables entre otros a las industrias de la cadena de valor del petróleo y el gas natural.

## ¿El organismo al que usted pertenece debe tener en cuenta alguna consideración sobre el orden de actuación con otros actores gubernamentales?

A la hora de determinar en qué momento se debe actuar, resulta muy útil elaborar un mapa de la situación política fuera de su institución. Si el poder legislativo o el jefe de Estado desean reducir las emisiones de metano, se puede intentar conseguir competencias nuevas mediante la promulgación de estatutos o decretos ejecutivos para optimizar el enfoque aplicado en la reducción de metano. En caso contrario, puede proceder simplemente con los poderes que ya ostenta. Si se trata de una jurisdicción compartida por los gobiernos nacionales y subnacionales, quizás sea mejor permitir que actúen primero los actores subnacionales con amplia experiencia en petróleo y gas. Posteriormente, cabe la posibilidad de replicar o ampliar al plano nacional las soluciones más eficaces de ese escenario más reducido. Cuando varios ministerios supervisan de manera conjunta las actividades del petróleo y el gas natural, como los ministerios que regulan las cuestiones energéticas, ambientales, de seguridad y económicas, deben intentar coordinarse para evitar los solapamientos y las incoherencias. Por ejemplo, se podrían obtener mejores resultados si los organismos que más colaboran con la industria acometen de manera conjunta la tarea de identificar las mejores prácticas y comienzan a integrarlas en los contratos y acuerdos de concesión conexos que otros organismos podrán adoptar más adelante en su reglamentación.

## Políticas preexistentes

El siguiente grupo de características regulatorias que se debe tener en cuenta en el Paso 1 incluye las capacidades y políticas gubernamentales existentes que podrían aprovecharse para alcanzar la reducción del metano. El establecimiento de un

régimen reglamentario basado en las ventajas institucionales resultará positivo para el objetivo buscado. Además, una vez identificadas las competencias preexistentes que se ocupan directamente del metano o que influyen indirectamente en las decisiones sobre las emisiones de metano, puede intensificar su uso, adaptar su aplicación, modificarlas o eliminarlas a fin de optimizar los resultados en materia de metano.

## ¿Qué tácticas o estrategias suele implementar su organismo para completar sus misiones normativas?

Tras determinar que su organismo o ministerio tiene autoridad jurisdiccional para gestionar algunos aspectos de las emisiones de metano del petróleo y el gas, es importante analizar las tácticas que suele utilizar para alcanzar sus objetivos normativos. Si pertenece a un organismo regulatorio con experiencia en la ejecución de las normas, tiene sentido proceder con la regulación. Si su organismo suele trabajar en colaboración con actores importantes de la industria del petróleo y el gas natural, quizás facilitando la constitución de empresas en participación y otros contratos, puede empezar adaptando las disposiciones de cara al futuro a fin de incentivar o exigir la reducción de metano. Si pertenece a una institución de investigación, podría asociarse con universidades, la industria u organizaciones internacionales para probar los nuevos equipos o prácticas de reducción de metano. Por último, si pertenece a un organismo recolector de datos, posiblemente la industria y el público en general esperarán que mejore el monitoreo y el cálculo de las emisiones. Utilice sus ventajas naturales y su experiencia para impulsar prácticas de medición y presentación de informes adecuadas.

## ¿Alguna norma preexistente aborda explícitamente las emisiones de metano? ¿Y existe alguna regulación actual que influya en las emisiones de metano de manera indirecta?

Es probable que alguna de la regulación vigente repercuta, de manera intencionada o involuntaria, en las emisiones de metano de los productores de petróleo y gas de su región. En ocasiones, estas normas son directamente aplicables a la combustión del metano o a la liberación de gas natural a la atmósfera, aunque su implantación no respondiera a razones climáticas. Por ejemplo, Nigeria [exige un permiso de combustión en antorcha](#) y permite que las empresas que realizan inversiones en equipo capten y proporcionen gas asociado para [compensar esas inversiones en forma de gastos de capital desgravables](#). La Federación de Rusia (en adelante, Rusia) [cobra una tarifa por el gas quemado en antorcha](#) pero permite desgravar las

inversiones en infraestructura del gas asociado. Los Estados Unidos han impuesto [normas de calidad del aire](#) para los COV y las emisiones de metano de las plantas de petróleo y gas.

En muchos otros casos, la regulación preexistente no menciona el metano de manera explícita pero favorece (o dificultan) la reducción del metano. Por ejemplo, siguiendo el modelo de Noruega, un país que aplica un impuesto al carbono, se puede [ampliar esa tasa para incluir las emisiones de metano](#) del sector del petróleo y el gas.

Resulta más difícil detectar las normas que influyen de forma indirecta en las emisiones de metano, pero merece la pena el esfuerzo. Por ejemplo, si las leyes económicas permiten que las empresas cobren el gas perdido a los clientes; o si las deducciones fiscales de producción impulsan la finalización acelerada de los pozos, se podría debilitar las razones para terminarlos con bajas emisiones; que las normas ambientales exijan que se monitoreen las emisiones y se comuniquen las fugas de metano; que los reglamentos de seguridad requieran el venteo del metano a la atmósfera antes de realizar reparaciones o inspecciones.

Cuando una norma existente facilita la reducción, puede ser conveniente mejorarla (aumentando su rigurosidad, el plazo de vigencia de la norma o el grado de subvención) o incrementar escalonadamente su ejecución para garantizar un cumplimiento más constante. Cuando la regulación tiene el potencial para facilitar la reducción, quizás resulte adecuado innovar en su aplicación a fin de materializar su potencial. Alternativamente, se puede optar por no modificar las normas existentes, sin embargo, se debe tener la precaución de no socavarlas al adoptar medidas nuevas.

De forma similar, quizás resulte lógico eliminar las normas existentes que crean una estructura de incentivos incorrecta. Si una regulación existente inhibe la reducción, se puede optar por eliminarla o modificarla para alcanzar su objetivo inicial sin desincentivar las actuaciones en el ámbito del metano. Por ejemplo, cuando las autoridades reguladoras económicas permiten que los servicios públicos de gas natural repercutan en el coste del "gas perdido y no contabilizado" en los clientes, es posible que estén poniendo freno al mantenimiento de los gasoductos. Algunas comisiones de servicios públicos de los Estados Unidos han reconocido este problema y han limitado el volumen de gas perdido y no contabilizado que se puede incluir en las tarifas de los clientes<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Véase, por ejemplo, Costello, K. (2013), [Lost and Unaccounted-for Gas: Practices of State Utility Commissions](#). National Regulatory Research Institute Report No. 13-06, cuadro 2.



## Paso 2: Caracterización de la industria

### ¿Cómo pueden influir las características concretas de la industria de su jurisdicción en los tipos de normas que se implantan?

En este paso, se continua con el ejercicio de recopilación de información sobre el contexto local, centrándose en la naturaleza de su industria. Al considerar las preguntas de esta sección, debe tener en cuenta las tres categorías de obstáculos contra la reducción de las emisiones de metano: información, estructura e incentivos a la inversión. Entender la naturaleza y la configuración del sector industrial ayuda a determinar qué intervención normativa puede resultar más eficaz para las empresas que se esfuerzan por eliminar esas dificultades, lo que podría apuntar a unas estrategias reglamentarias y coordinadores concretos.

El análisis también puede revelar qué organismos y miembros del personal deben participar en la formulación de una normativa de reducción del metano (véase la última sección del presente documento) y ayudarle a predecir cuáles son las fuentes de metano problemáticas (véase la siguiente sección).

## Sectores de actividad

### ¿Qué proporción de la cadena de valor tiene representación en el país?

Cuadro 8 Cadena de valor del petróleo y el gas

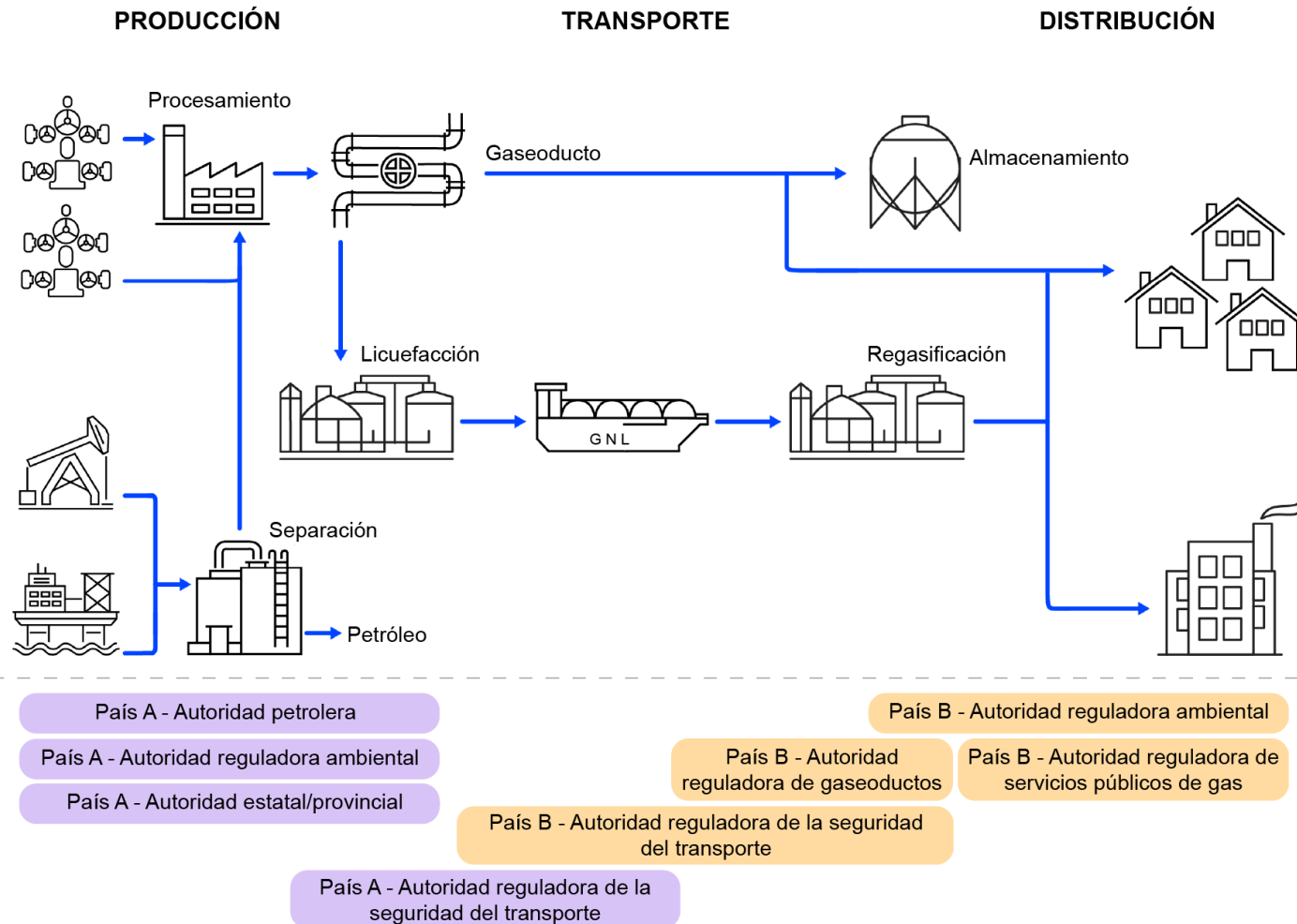
Pregunta	Importancia	Ejemplos
¿Qué proporción de la cadena de valor del petróleo y el gas natural tiene representación en el país?	Los países con representación de todos o casi todos los sectores de actividad tienen más mecanismos normativos a su disposición. Pueden regular la producción, el transporte y el consumo del producto en aras de la reducción del metano	Los Estados Unidos, Canadá y Rusia tienen representación de todos los sectores de actividad en su territorio nacional, además de un mercado de gas natural sólido, aunque continúan experimentando problemas de acceso al mercado del gas asociado.  En Rusia, la industria está regulada en su totalidad por el Gobierno nacional, mientras que en Canadá y los Estados Unidos los gobiernos nacionales o subnacionales son responsables de sectores diferentes.

La cadena de valor del gas natural abarca desde el punto de producción hasta el consumidor final. En las diferentes etapas, el gas natural se recoge, procesa, transporta a través de un gaseoducto (o, si está comprimido o licuado, en camión o barco), almacena, distribuye y utiliza en aplicaciones de carácter industrial, residencial, de energía eléctrica y de transporte. Cuando el gas natural se utiliza con fines de producción eléctrica, esta cadena de sectores de actividad suele describirse como "del pozo a la boquilla de quemador". Cada sector de actividad tiene un conjunto propio de perfiles de emisiones de metano, desafíos y oportunidades de reducción.

Algunos países tendrán representación de todos los sectores de actividad dentro de su territorio, como los Estados Unidos, Canadá, México y Rusia. Otros tendrán tan solo un conjunto, como se describe más abajo. Es importante determinar qué parte de la cadena de valor se regulará en el país, a fin de asociar la regulación a los desafíos particulares que conlleva cada sector. En términos generales, los países con representación de todos los sectores de actividad dentro de sus fronteras pueden tener disponibles más mecanismos normativos contra las fugas de metano y el venteo en toda la cadena de valor.

En ocasiones, la jurisdicción gubernamental puede variar en función del sector de actividad. En [Australia](#) y Colombia, la autoridad reguladora nacional de los conductos de transporte supervisa las tuberías y los oleoductos y gaseoductos; en los Estados Unidos, en cambio, los estados como [Texas](#) regulan de manera independiente los gaseoductos de distribución intraestatales, mientras que un organismo federal regula los conductos interestatales.

**Figura 3 Diagrama de la cadena de valor del gas natural y división ilustrativa de las autoridades gubernamentales**



## ¿Existen mercados nacionales sólidos del gas natural?

**Cuadro 9 Mercados del gas**

Pregunta	Importancia	Ejemplos
¿Existen mercados nacionales sólidos del gas natural?	Los países sin mercado nacional para el gas natural tendrán que encontrar mercados para la exportación, lo que se traducirá en el desarrollo de la infraestructura necesaria para comercializar el gas asociado.	<a href="#">Nigeria</a> y Brasil se han esforzado por crear un mercado <i>midstream</i> del gas y por estimular la demanda interna de gas natural, a fin de utilizar el gas natural asociado que, en caso contrario, sería reinyectado o venteado (la reinyección sería sin duda una solución más adecuada que el venteo).

Muchos países o regiones que producen gas natural como producto derivado de la producción de petróleo o carbón no disponen de sectores *midstream* o *downstream* de la industria del gas natural ya que carecen de mercados nacionales para él. A falta de capacidad de procesamiento y de conductos suficientes, o de demanda de uso final, estos países y regiones pueden tener dificultades para exigir o incentivar la captura de gas natural en las plantas de producción. Por este motivo, algunos países como [Nigeria](#) y Brasil están desarrollando un mercado *midstream* e impulsando la demanda nacional de gas natural, en especial con miras a dotar de electricidad a las comunidades rurales y apoyar el crecimiento industrial. Si su país se encuentra en esta situación, la normativa tendrá que derribar los obstáculos para la reducción del metano relacionados con la infraestructura y los incentivos a la inversión.

## ¿Su país es importador o exportador neto de gas natural?

**Cuadro 10 Comercio internacional del gas**

Pregunta	Importancia	Ejemplos
¿Su país es importador o exportador neto de gas natural?	Los <i>importadores netos</i> de gas natural no tienen competencias reglamentarias directas respecto del sector <i>upstream</i> <sup>9</sup> fuera de sus fronteras y deben aprovechar el poder de sus consumidores para impulsar la reducción del metano más allá de su territorio nacional.	Casi el 44% de las importaciones mundiales de gas natural se destinan a la Unión Europea. Las políticas de reducción del metano deben estar vinculadas al consumo o intentar aplicar normas para regular la intensidad del metano en el punto de importación.
	Los <i>exportadores netos</i> de gas natural podrían verse obligados a reducir las emisiones de metano debido a las políticas climáticas de los mercados en los que venden su producto. Alternativamente, los países exportadores podrían participar proactivamente en la reducción de las fugas de metano a fin de alcanzar los compromisos climáticos y diferenciar su producto en el mercado mundial.	Los países que exportan gas natural a Europa y Asia oriental monitorizan las políticas climáticas de esos países y a sus grandes consumidores industriales para anticipar la reducción de metano que se podrían exigir o preferir en esos mercados.

Los países sin representación de todos los sectores productivos persiguen objetivos regulatorios más limitados. Por ejemplo, la producción de petróleo y gas natural en la Unión Europea es escasa, por lo que la aplicación de una normativa que regule directamente las emisiones en el sector *upstream* del metano apenas tendría efecto. Por el contrario, casi el 44% de las importaciones mundiales de gas natural se destinan a la Unión Europea. Por consiguiente, las normas orientadas a reducir el consumo de gas natural o garantizar que todo el gas consumido cumpla ciertos estándares conformarían una estrategia más eficaz para esta región. Cada vez más, las normas sobre adquisiciones son un potente instrumento normativo. Los grandes consumidores de gas natural pueden requerir una cadena de suministro con pocas fugas como criterio para poder participar en licitaciones o como condición de desempeño contractual. Los países importadores pueden imponer normas de intensidad del metano similares en el punto de importación, pese al riesgo legal que podría plantearse.

<sup>9</sup> El término "upstream" se utiliza para referirse a las actividades iniciales del ciclo de producción, esto es principalmente las actividades referidas a la exploración y explotación de los recursos.

Cabe destacar la importancia de consultar con las autoridades comerciales gubernamentales y de establecer un mecanismo para evaluar los perfiles de emisiones de los importadores provenientes del sector *upstream*. Actualmente no existe tal mecanismo en ningún lugar del mundo, aunque la Estrategia de la Comisión Europea sobre el Metano contempla su creación. Al principio, resultaría más eficaz y efectivo colaborar con los principales países importadores para solicitar garantías de sus perfiles de emisiones o promover una regulación eficaz de sus fuentes de producción. Los países exportadores netos pueden anticiparse a estas nuevas normas implantando políticas nacionales de reducción del metano que puedan cumplir las normas de los importadores, o bien pueden conseguir una ventaja competitiva al someter su producto más limpio a un pequeño ajuste en frontera por carbono o al conceder al exportador un beneficio de comercialización en mercados sensibilizados con el problema climático.

## Descripción de los participantes de la industria

Uno de los aspectos más importantes de la industria es la composición de sus participantes. En los países dominados por una empresa estatal con integración vertical que colabora con un puñado de empresas multinacionales, sería conveniente aplicar una regulación distinta de la utilizada en los países con industrias segmentadas y heterogéneas. En particular, cuando la normativa relevante se aplica mediante cláusulas contractuales o condiciones de concesión, la mejor manera de imponer requisitos de reducción sería un régimen regulatorio de este tipo.

### ¿La industria presenta integración vertical o está segmentada?

**Cuadro 11 Estructura de la industria**

Pregunta	Importancia	Ejemplos
¿La industria de su país presenta integración vertical o está segmentada?	Los países cuya industria está integrada verticalmente pueden centralizar la regulación de todas las actividades emisoras de metano. Es más, las empresas con integración vertical pueden conseguir economías de escala en reducción del metano. Ahora bien, puede que resulte más difícil mover a un único agente regulado o actor de la industria que se muestra reticente al cambio.	En Brasil, Colombia, Argentina, Rusia y los Estados Unidos (territorio marítimo), la industria está dominada por empresas integradas verticalmente.

Pregunta	Importancia	Ejemplos
	Los países cuya industria del gas natural está segmentada tienen que regular a menos participantes, desplegar menos estrategias intersectoriales y gestionar a más actores reglamentarios. Sin embargo, este contexto también puede generar oportunidades de experimentación.	La industria de los Estados Unidos (en tierra) está muy segmentada y diversificada.

En la última sección hemos analizado las partes de la cadena de valor con representación en su país. Aunque toda la cadena de valor tenga representación nacional, la industria del gas natural puede estar integrada verticalmente (es decir, la misma empresa controla el gas natural en toda la cadena de valor) o segmentada<sup>10</sup>.

Cuando la misma empresa controla toda o casi toda la industria del gas natural (o los sectores de actividad que existen en un país), es muy probable que la regulación se concentre en el plano nacional o en un único organismo, lo que puede generar eficiencias regulatorias. La integración vertical también facilita la adopción de estrategias regulatorias flexibles (por ejemplo, objetivos de emisión para toda la industria), que permiten que una empresa encuentre las reducciones más rentables en la cadena de valor. Por otra parte, el hecho de que una única empresa trabaje con una única autoridad reguladora también presenta inconvenientes. Si alguna de las entidades se muestra reticente al cambio o si la estrecha relación de trabajo deriva en la captura del regulador, quizás resulte difícil introducir regulación nueva. Además, la regulación de unos pocos grandes actores puede crear cuestionamientos sobre la transparencia. Por ejemplo, cuando las jurisdicciones cuentan con pocos actores aunque importantes, las autoridades reguladoras tienen más margen para negociar condiciones específicas en autorizaciones individuales. Aunque esta situación propicia una regulación específica, los permisos no suelen hacerse públicos. Por tanto, en Noruega y Nigeria puede resultar difícil determinar la rigurosidad de los requisitos o la libertad de la que disfruta el redactor de las autorizaciones para rebajarlos o eliminarlos. Al publicar las autorizaciones, como se hace en Brasil, se puede mejorar el seguimiento y la rendición de cuentas.

Por definición, una industria más segmentada estará formada por más actores. La regulación de todos estos participantes puede estar más descentralizada y ser más compleja. En este contexto, las distintas regulaciones para reducir el metano

<sup>10</sup> Si su jurisdicción es productora tanto de petróleo como de gas natural, la industria puede estar dividida de diferentes maneras; por ejemplo, en 1997, la empresa de petróleo y gas natural de Colombia, de propiedad pública e integración vertical, creó Ecogas, una entidad independiente encargada de poseer y gestionar los sistemas de transporte de gas natural en virtud de la [Ley 401 de 1997](#). Ecogas se vendió en subasta en 2006 al grupo privado Energía Bogotá.

probablemente se centrarán en un único segmento y serán emitidas por diferentes organismos. Por ejemplo, en los Estados Unidos, al menos cuatro agencias federales (el Departamento de Transporte, la Comisión Federal Reguladora de Energía, el Departamento de Interior y la EPA) tienen competencias para regular los segmentos *upstream* y *midstream*. A su vez, la EPA formula normas diferenciadas en función de la actividad sectorial para cada fuente estacionaria. Además, los gobiernos locales y subnacionales regulan el metano procedente de pozos, conductos de recolección y líneas de distribución, a menudo desde la perspectiva de la seguridad pública, la economía o el consumidor. En cambio, en el territorio marítimo de los Estados Unidos, el Gobierno federal tiene la propiedad del recurso, es la única autoridad reguladora y supervisa las actividades dominadas por empresas integradas verticalmente. Aunque la descentralización de la regulación y las operaciones puede restar eficacia, también puede permitir más experimentación en las distintas jurisdicciones y empresas y traducirse en una mayor innovación normativa.

En ocasiones, una única empresa o entidad domina cada sector. En este caso, y en ese sector concreto, se puede establecer con ella la misma relación estrecha que la que mantendría una autoridad reguladora con una empresa de servicios públicos integrada verticalmente en la cadena de valor. Por ejemplo, las diferentes empresas estatales de Rusia tienen posturas bien definidas sobre diferentes aspectos de la producción, el refinado y el transporte por tuberías del petróleo y el gas natural. En el otro extremo del espectro, los sectores de la industria estadounidense, y en especial el sector *upstream* de petróleo y gas, son bastante competitivos involucran muchos actores de tamaños y grados de sofisticación diferentes. Por ello, pueden existir posturas contrarias a la regulación motivadas por el miedo a que se imponga una carga excesiva a los actores más pequeños. Por otra parte, un enfoque regulatorio más oportunista podría funcionar mejor en este contexto, ya que la autoridad reguladora puede buscar empresas aliadas interesadas en probar las nuevas tecnologías de reducción, realizar inventarios de las emisiones o proponer normas de reducción del metano. Este contexto oportunista no requiere un mercado competitivo como el de los Estados Unidos; únicamente basta con que solo una o dos empresas multinacionales trabajen en colaboración con una empresa nacional y en paralelo a ella, se puede conseguir que las empresas se animen a adoptar medidas.



## ¿Las empresas implicadas son privadas o públicas?

**Cuadro 12 Tipo de industria**

Pregunta	Importancia	Ejemplos
¿Participan las empresas públicas en la cadena de valor de la energía?	Los países con <i>empresas estatales</i> pueden regular o no esas empresas de forma directa. Cuando sí lo hacen, es preciso prestar atención a los diferentes motivos de las empresas estatales para garantizar la eficacia de las políticas de reducción del metano.	En 2014, <a href="#">México creó una autoridad reguladora nueva</a> encargada de supervisar la seguridad laboral y la protección ambiental en el sector del petróleo y el gas de las empresas estatales existentes y las compañías privadas recién llegadas.
	Si en un país operan <i>tanto empresas estatales como empresas privadas</i> , las políticas pueden aplicarse de manera distinta, y en algunos casos una empresa estatal estará autorizada para regular a la entidad privada.	En Indonesia, Nigeria, Kazajstán y Colombia, las empresas en participación o las concesiones de empresas privadas pueden desarrollar recursos en colaboración con las empresas estatales o en paralelo a ellas.
	Los países con <i>empresas privadas exclusivamente</i> en este espacio regularán la actividad de esas empresas.	En los Estados Unidos y Canadá, todas las empresas que operan en el sector del petróleo y el gas son privadas.

En muchos países, cuando la producción de petróleo o gas natural está dominada por empresas estatales, los organismos gubernamentales no tienen poder legal para regular estas actividades, aunque en ocasiones ejercen una función de supervisión política o presupuestaria. Algunos países se alejan de esta práctica habitual y han comenzado a regular directamente sus NOC (sigla en inglés usada para referirse a las empresas petroleras nacionales). Por ejemplo, México reconoció la necesidad de [crear una autoridad reguladora independiente](#) de Pemex, la empresa petrolera estatal, para gestionar la contaminación por metano y otros problemas de sostenibilidad.

Aunque las empresas estatales pueden estar más alineadas con los objetivos de política pública del equipo de gobierno de su país, lo que facilitaría su aplicación, es posible que se les considere autoridades correguladoras o entidades autorreguladas desde el punto de vista de la estructura legal, de manera que los organismos gubernamentales podrían tener más dificultades para imponer normas al metano. Alternativamente, pueden estar legalmente obligadas a cumplir ciertos indicadores de desempeño que no son acordes con el objetivo de reducción del metano. En estos

casos, los organismos gubernamentales y las NOC tendrán que trabajar juntos e identificar las normas que podrían interferir con las actividades de reducción del metano.

En algunos países que tienen empresas de petróleo y gas estatales, como Indonesia, Nigeria y Kazajstán, la producción de petróleo y gas natural puede incluir la participación de empresas privadas o concesiones a empresas privadas. La empresa estatal podrá celebrar contratos con esas empresas privadas, en calidad de aliado y como sustituto del regulador (como sucedía en los contratos previos a 2004 en Colombia)<sup>11</sup>. La inclusión de disposiciones para la reducción del metano directamente en esos contratos estándar puede constituir un método eficaz para imponer límites de metano a esos aliados privados.

Si las empresas privadas operan en otros países, se debe comprobar si esos países han dictado regulación para reducir el metano o se han mostrado interesados en ello. Es posible que las empresas que deben cumplir regulación sobre el metano en otros Estados se muestren más dispuestas a colaborar con usted para establecer normas similares en su jurisdicción.

## Objeto

La producción de petróleo y gas natural puede generar emisiones de metano<sup>12</sup>. Dado que el gas natural está compuesto principalmente por metano, toda la cadena de valor del gas natural es una fuente potencial de emisiones de metano. Por el contrario, el metano se procesa y extrae del petróleo, por lo que deja de ser un problema a medida que el producto avanza hasta el mercado del sector *midstream*. Por consiguiente, la regulación de reducción del metano que se aplica al petróleo solo tiene que centrarse en las actividades *upstream* hasta el refinado inclusive.

## ¿El gas natural es un subproducto de la producción de petróleo?

La reducción del metano resulta más difícil cuando el gas natural no es uno de los recursos objetivo. Si su jurisdicción cuenta con una cadena de valor del gas natural

---

<sup>11</sup> En 2003, [Colombia reestructuró EcoPetrol](#) y creó la Agencia Nacional de Hidrocarburos, que se encargaría de gestionar los acuerdos de producción de cara al futuro. Previamente, EcoPetrol actuaba como rama del Gobierno de Colombia y se ocupaba de administrar los acuerdos. Hoy en día, sigue desempeñando esta función en los contratos negociados antes del 1 de enero de 2004.

<sup>12</sup> La producción de carbón también puede generar emisiones de metano. A menudo, este metano se denomina metano de capas de carbón. Aunque las emisiones de metano derivadas de la producción de carbón pueden alcanzar volúmenes significativos, esta hoja de ruta y su paquete de herramientas no se ocupan de las iniciativas para reducir esas emisiones.

completa, se deberá incentivar la captura del metano para su venta siempre que exista la infraestructura necesaria y demanda de los consumidores. Por ello, es probable que las empresas de su jurisdicción ya estén adoptando medidas voluntarias para reducir el venteo o la fuga de metano y que se muestren más dispuestas a actuar como aliados productivos en cualquier iniciativa regulatoria futura<sup>13</sup>. Con todo, si los productores del sector *upstream* están centrados en la producción de petróleo y carecen de la infraestructura de recogida o no tienen mercados de venta de gas natural, es más difícil y costoso defender la necesidad de capturar el metano. Por último, como ya se ha mencionado, el planteamiento que se hace del gas "asociado" en cada sistema legal puede repercutir de manera significativa en las normas de reducción. Si el tratamiento de este gas como residuo estimula su liberación a la atmósfera o impide saber con claridad quién posee el gas asociado, la modificación de esas políticas puede ser el primer paso para conseguir los objetivos de reducción de las emisiones de metano.

## ¿Qué características geoquímicas presenta el gas natural en su jurisdicción?

Puede resultar útil realizar un análisis más detallado del tipo de gas natural que se produce o transporta en la infraestructura existente, en especial de sus características geoquímicas. Por ejemplo, si el gas natural de su jurisdicción es especialmente corrosivo, quizás sea necesario aplicar un sistema de detección y reparación de fugas más sólido. Si el gas producido es amargo (es decir, contiene cantidades elevadas de ácido sulfhídrico), probablemente, por razones de seguridad, ya se estén aplicando medidas de detección y podrá apoyarse en estos requisitos.

## ¿Dónde está ubicada la infraestructura de producción de gas natural?

La ubicación de la infraestructura de gas natural también puede sugerir regulación de diferentes tipos y frecuencias. Los pozos marítimos de producción de petróleo y gas suelen resultar más afectados por los elementos que los pozos terrestres, y las válvulas de las tuberías que están sometidas a temperaturas extremas sufrirán un nivel de tensión mayor que las tuberías en zonas templadas. Estas plantas remotas suelen ser inspeccionadas con menos frecuencia; el uso de la teledetección y el monitoreo continuo de las emisiones pueden resultar más crítico en estas ubicaciones. Además, es posible que las plantas marítimas estén muy alejadas de los

---

<sup>13</sup> Es importante destacar que este análisis puede ser regional o subnacional. Por ejemplo, existe una cadena de valor del gas natural completa en los Estados Unidos, pero algunos segmentos relacionados con el petróleo están desconectados de ella, lo que crea problemas con el gas asociado similares a los que podría experimentar un país sin mercado de gas.

conductos de recolección de gas natural; en este caso, se puede fomentar la reinyección de gas como política climática y como medida para estimular la producción petrolera marítima. A medida que se vayan conociendo mejor los perfiles de emisiones de metano de las diferentes actividades y tipos de infraestructura, esta información podría resultar aún más útil para la formulación de leyes sobre el metano pertinentes.

## Estado de desarrollo energético

Por último, resulta útil entender el estado de desarrollo energético de la industria. Este análisis ofrecerá información sobre dos cuestiones. En primer lugar, indicará el grado de conocimiento especializado institucional de los organismos y empresas estatales, que podría aprovecharse en las iniciativas de reducción del metano. En segundo lugar, en lo que respecta a la infraestructura, la regulación para crear nuevas infraestructuras será diferente de las normas para adaptar o sustituir las instalaciones.

### ¿Qué alcance tiene la infraestructura existente? ¿Hace cuántos años se construyó?

Cuando se puede disponer con facilidad de equipos con menos emisiones, como controles de válvulas de baja purga o sin purga, las autoridades regulatorias pueden exigir que se utilice este equipo para las nuevas construcciones. En cambio, resulta más complicado aplicar normas de reducción de metano a infraestructuras existentes. Es posible que los plazos de amortización de las inversiones en reducción del metano superen la vida útil restante de ciertos equipos. Puede resultar más difícil (y más caro) adaptar equipos viejos que construir una planta de bajas emisiones en terreno no urbanizado. El cartografiado de la infraestructura existente es un buen punto de partida para el inventariado de las emisiones, y también da pistas sobre el objeto de las iniciativas reglamentarias. Por ejemplo, el objetivo del marco reglamentario puede ser sustituir la infraestructura envejecida a lo largo del tiempo y, mientras tanto, se realizarían inspecciones más frecuentes para detectar las fugas. Algunas jurisdicciones podrían valorar la posibilidad de aplicar la regulación de manera progresiva, imponiendo primero las normas de reducción del metano en las infraestructuras nuevas y definiendo fechas límite para la sustitución futura del equipo antiguo. El establecimiento de normas de etiquetado, medición y comunicación de las emisiones de infraestructuras existentes también puede animar a las empresas a sustituir voluntariamente las fuentes responsables de una parte desproporcionada de las emisiones totales.

Si el desarrollo energético es objeto de trabajo en su jurisdicción desde hace tiempo, quizás requiera una estrategia regulatoria para poner fin a las emisiones de metano

de los pozos abandonados. En Pensilvania, donde se perforó el primer pozo de petróleo de América en 1859, podrían existir [hasta 750 000 pozos “huérfanos”](#), y muchos de ellos podrían estar liberando metano. En todo el mundo, hay [millones de pozos abandonados](#), y se espera que este número aumente en 2020 debido a la pandemia de la COVID-19 y que continúe con esta tendencia en el futuro.

La organización Clean Air Task Force, con sede en los Estados Unidos, ha creado una [herramienta en línea](#) para determinar el potencial de reducción de la infraestructura existente.

## ¿Cuáles son los planes futuros de desarrollo de recursos en el país?

Es posible que su país produzca gas natural en pozos terrestres, pero quizás esté planteándose construir una planta petrolera marítima nueva. Si su industria se dedica a la producción petrolera, puede que desee establecer una industria nacional del gas en las fases *midstream* y *downstream* de la cadena a fin de comercializar el gas asociado. Al elaborar la regulación para la reducción del metano, es importante pensar más allá de la situación actual y prever hacia dónde se encamina el país. La herramienta Methane Tracker de la AIE es un buen punto de partida para definir los patrones de desarrollo energético pasados, actuales y futuros. La AIE publica las cifras de producción y consumo energéticos comunicadas por cada país.

A medida que cobran impulso las iniciativas mundiales de reducción de las emisiones, muchos países también están planteándose ampliar el uso de combustibles con bajas emisiones de carbono, en especial los biogases y el hidrógeno. Según las rutas de producción implicadas, estos combustibles conllevan el riesgo de que se produzcan fugas de metano a la atmósfera. La necesidad de aplicar un enfoque sólido de reducción del metano puede existir durante las transiciones energéticas y en las etapas posteriores.

## Paso 3: Elaboración de un perfil de emisiones

### ¿Qué cantidad de metano se emite en su jurisdicción y qué fuentes resultan más problemáticas?

Cuando ya se conocen bien las características de la estructura regulatoria e industrial, se pueden establecer las características de la situación del metano en una jurisdicción concreta. Para diseñar regulación sólida es esencial comprender la naturaleza y la magnitud de las emisiones; el análisis indicará dónde deben concentrarse los esfuerzos y dónde se espera que las iniciativas de reducción tengan

más impacto. Además, la información nueva sobre las emisiones de un país puede impulsar la acción en este ámbito, especialmente, si dicha información se complementa con el conocimiento de que la tecnología existente efectivamente reduce dichas emisiones.

Puede ser útil afrontar este paso como si se tratara de establecer un punto de referencia para la regulación. De esta manera, se podrá evaluar el desempeño de las diferentes normas a medida que se apliquen. Además, aún cuando la regulación respectiva no mencione explícitamente algún punto de referencia, esta información puede utilizarse como criterio de partida; por ejemplo, para imponer una norma prescriptiva relativa a la sustitución de los controles de válvulas con altas emisiones. Sin embargo, para muchas normas basadas en el desempeño, se exigirá a las empresas que reduzcan las emisiones totales (o la tasa de emisiones) desde un nivel de referencia. Por tanto, usted podrá usar como nivel de referencia la información correspondiente al año más reciente con datos completos. También pueden seleccionarse años anteriores si se cumplen, como mínimo, alguno de los dos criterios siguientes. El primer criterio requiere que las empresas de la jurisdicción hayan emprendido medidas voluntarias antes de que se aplicara alguna norma. Así, si se dicta una norma para reducir las emisiones de metano en un porcentaje específico a partir de un año de partida, podrá conceder "crédito" a las empresas que hayan iniciado la acción de forma temprana definiendo el punto de inicio en el año anterior a las medidas voluntarias. El segundo criterio, consiste en establecer un año de partida anterior si el año más reciente fue atípico. Por ejemplo, no se recomienda utilizar el año 2020 debido al gran impacto del COVID-19 en los precios y la demanda de productos energéticos. Estas condiciones atípicas podrían derivar en una referencia demasiado baja.

## Volumen de emisiones estimado

Muy probablemente será necesario elaborar una estimación inicial de las emisiones para utilizarlas como punto de referencia a la hora de definir su objetivo y realizar el seguimiento de su progreso. Adicionalmente, el análisis de datos sobre las emisiones de metano de diferentes fuentes y actividades permitirá supervisar las tendencias generales futuras y consecuentemente ajustar la normativa.

### ¿Cuenta ya su país con estimaciones de las emisiones de metano en el sector del petróleo y el gas?

Como miembro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), su país puede recopilar inventarios de gases de efecto invernadero. Es posible que su jurisdicción ya haya implementado obligaciones de presentación de informes sobre una parte o la totalidad de las fuentes de metano

como apoyo a la CMNUCC o a otros programas reglamentarios. [Canadá](#) y los [Estados Unidos](#) constituyen un buen ejemplo de países con inventarios nacionales centrados en las emisiones de metano. A lo largo del tiempo, ambas jurisdicciones se han esforzado por calcular ese tipo de contaminación con un nivel de detalle relativamente alto.

Al principio, incluso aunque exista un régimen de presentación de informes obligatorios, la información disponible puede ser bastante limitada. Esta situación es previsible y puede gestionarse. A medida que se va adquiriendo más conocimiento sobre las emisiones de metano en su jurisdicción, se pueden modificar las normas que regulan la presentación de informes de inventariado para recopilar datos más adecuados y modificar la normativa sobre reducción de metano conforme a la realidad.

## ¿Cómo se generan las estimaciones de emisiones nacionales?

Mientras alguna de las fuentes siga reportando datos, se podrá derivar factores nacionales de emisión de un conjunto de fuentes o actividades específicos. Además, la [guía creada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático \(IPCC\)](#), publicada en 2006 y actualizada en 2019, incluye más factores genéricos de emisiones que se podrían aplicar a su industria. El [documento sobre estimaciones de emisiones fugitivas](#) del IPCC resulta especialmente útil para calcular el punto de referencia del metano para la normativa sobre reducción.

La herramienta Methane Tracker de la AIE proporciona estimaciones de emisiones por país, que pueden utilizarse en el inventariado. Esta herramienta calcula las emisiones de metano de la cadena de valor del petróleo y del gas natural utilizando factores de emisión genéricos (normalmente, los factores generados para América del Norte). Estos valores ofrecen un buen punto de partida, aunque el objetivo último debería ser la preparación de factores de emisión derivados en el plano local. Además, es posible que las empresas de su jurisdicción ya estén rastreando sus emisiones de metano por razones de gobernanza corporativa y quizás estén interesadas en compartir lo aprendido. Si todavía no se dispone de esta información, se puede hacer una estimación a partir de la consulta de las emisiones de otras instalaciones similares. Es más, a medida que los satélites empiecen a producir más datos públicos sobre emisiones de metano, se podrá utilizar esa información para confirmar y conciliar las estimaciones elaboradas en función de un inventario de

factores de emisión<sup>14</sup>. Se puede obtener más información sobre este tema en la sección sobre **Monitoreo del Paquete de herramientas**.

Para utilizar factores de emisión de manera eficaz, es preciso calcular el número de piezas de un tipo de equipamiento concreto que se están utilizando en la jurisdicción o el número de veces que se realiza una actividad (por ejemplo, terminar o limpiar un pozo). Estos "factores de actividad" son una fuente de datos que no se suele tener en cuenta y que ayudan a calcular la magnitud de las emisiones. A su vez, estos factores también sugieren las normas que resultarían más útiles para gestionar las fuentes de metano concretas de la jurisdicción mediante la catalogación de las actividades y tipos de equipamiento más frecuentes en la industria.

## ¿Cómo se puede obtener información sobre el equipamiento y los componentes de una planta típica?

Si la contaminación por metano procede de un número relativamente bajo de fuentes grandes que presentan cierta homogeneidad y que están gestionadas por grandes empresas con conocimientos técnicos y recursos suficientes, es posible que se puedan exigir labores de teledetección y seguimiento de las emisiones más sólidas. La industria del petróleo y el gas natural en alta mar de Noruega se ajusta a este modelo y, de hecho, el Gobierno ha colaborado con la industria en la formulación de factores de emisión muy detallados sobre la base de los protocolos de monitoreo y prueba de sus plataformas marinas. Como resultado, la industria noruega ha publicado varias [directrices](#) y [manuales](#) sobre emisiones de gran utilidad.

En otras situaciones, se puede recurrir a distintos métodos para calcular la información de actividad. Se pueden obtener las cifras iniciales de las empresas que operan en la jurisdicción consultando el inventario nacional de emisiones o mediante un ejercicio de recopilación de datos. También se pueden consultar los inventarios realizados por los países con trayectorias y estructuras industriales similares.

En ocasiones, los datos habrán sido recopilados por otro organismo. Por ejemplo, un programa gubernamental de seguridad laboral puede supervisar kilómetros de conductos y los accidentes sucedidos en ellos. Aunque no se recopilara la información con fines asociados al metano, la cifra de los kilómetros de tuberías permitiría calcular las emisiones de los conductos y los datos sobre los accidentes podrían señalar eventos con grandes emisiones y fundamentar los análisis de las causas subyacentes a fin de evitar accidentes futuros.

---

<sup>14</sup> Para obtener más información, véase el [estudio de caso de la AIE sobre las iniciativas de Noruega para mejorar sus inventarios de emisiones](#) en el análisis de 2020 de Methane Tracker.



Si el país trabaja desde hace mucho tiempo en el desarrollo energético, quizás sea conveniente realizar un estudio para calcular el número de plantas abandonadas que emiten metano y su ubicación. Puede que su jurisdicción también tenga que idear métodos innovadores para financiar el desmantelado o el cierre de tales instalaciones, porque la industria está dominada por empresas estatales o, como sucede en los Estados Unidos, porque muchas de las entidades privadas que explotaban las plantas abandonadas ya no existen.

En este punto, el perfil de emisiones no estará completo y se basará en cifras sin confirmar. Con el paso del tiempo, será necesario integrar prácticas de recopilación de datos y presentación de informe más adecuadas en el régimen regulatorio de reducción del metano aplicable en la jurisdicción. Los cálculos de emisiones ascendentes (*bottom-up*) que se basan en factores de emisión genéricos pueden servir de punto de partida, pero la utilización de datos más adecuados basados en mediciones fiables —y, al cabo del tiempo, en estudios aéreos y satélites descendentes (*top-down*)— puede traducirse en acciones reglamentarias más eficaces y aumentar la confianza en el resultado de iniciativas de reducción de emisiones específicas.

Cuando las autoridades reguladoras y las empresas adquieran experiencia en calcular las emisiones (y mejoren las tecnologías de medición), es posible —y es de esperar— que se observe que la referencia inicial ha sobreestimado algunas emisiones y subestimado otras. Se puede conservar el año de referencia inicial ajustando las emisiones totales retroactivamente a partir de ese año a fin de reflejar la información más amplia y reciente del perfil de emisiones. También cabe la posibilidad de utilizar bandas de error y factores de descuento para tener en cuenta la incertidumbre de las estimaciones.

En cualquier caso, al conocer el alcance y la naturaleza del problema desde el principio resultará más sencillo justificar la acción, mostrar los progresos tras la aplicación de la regulación y sugerir ajustes futuros de esta para mejorar los resultados de las emisiones. No es necesario ni conveniente aplazar las acciones de reducción del metano hasta disponer de un conjunto de datos perfecto.

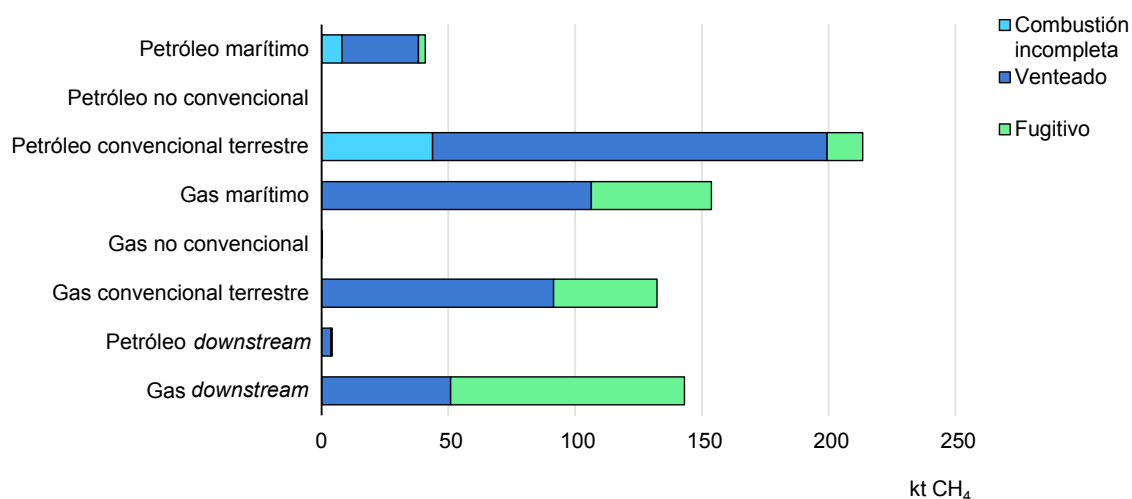
## Fuentes problemáticas y soluciones de reducción

Una vez obtenida la información sobre las emisiones y aprovechando las aportaciones de las empresas y autoridades reguladoras de otras jurisdicciones, se puede comenzar a identificar las fuentes problemáticas.

## ¿Cuenta con un plan para identificar las principales fuentes de emisiones a lo largo del tiempo?

Una vez más, la herramienta Methane Tracker de la AIE puede ser un buen punto de partida para la identificación de las fuentes grandes. Las estimaciones de emisiones por países se desglosan por sector de actividad, componente y actividad. Por ejemplo, en Indonesia, la AIE calcula que la mayoría de las emisiones de metano proceden de las plantas terrestres de petróleo y gas natural. La mayoría de las emisiones de metano procedentes de pozos de petróleo terrestres se deben al venteo o a la combustión en antorcha incompleta, mientras que los gases fugitivos cobran más importancia en los perfiles de emisiones de los pozos de gas natural terrestres. En estas plantas, la AIE considera las unidades de recuperación de vapor de los depósitos, los sistemas de detección de fugas y la sustitución de los instrumentos emisores como importantes tecnologías de mitigación potenciales.

Figura 4 Fuentes de las emisiones de metano, Indonesia



AIE. Todos los derechos reservados.

## ¿Cómo se localizan los "superemisores" intermitentes?

Es útil conocer los sectores de actividad y el tipo de equipo predominante en el panorama de las emisiones, pero no es suficiente. Una dificultad técnica importante para reducir el metano derivado del petróleo y el gas es la naturaleza intermitente y variable de las emisiones. Los fallos de las válvulas no responden a un patrón definido, y cuando dejan de funcionar correctamente pueden desviarse mucho de la tasa de emisiones prevista en función de la presión del sistema, las variables climáticas, otros errores simultáneos y otros factores. Dependiendo de las prácticas laborales corporativas, es posible que no se pueda completar la purga de un pozo en una sola sesión y que sea necesario dejar el pozo abierto durante la noche o hasta el

siguiente turno, lo que multiplicaría las emisiones de la misma actividad. Las diferentes formaciones geológicas e [incluso la hora del día](#) influyen en la liberación de las emisiones del equipamiento.

Como resultado, se ha sugerido que las emisiones de una planta dada o de una región o campo de producción proceden en su mayoría de unas pocas fuentes<sup>15</sup>. Esta investigación se ha llevado a cabo sobre todo en América del Norte, aunque las primeras conclusiones de otras regiones apuntan a patrones similares. En 2006, el instituto estadounidense National Gas Machinery Laboratory observó que [los diez componentes con más fugas](#) de una instalación con miles de componentes que podrían desarrollar fugas representaban el 29-87% de las emisiones totales a lo largo el tiempo. Un informe de 2015 señaló que, en la región productora de gas Barnett Shale de Texas (Estados Unidos), [el 10% de las instalaciones en las que se realizaban mediciones liberaban el 90% de las emisiones](#). A la luz de estos datos, es posible que las disposiciones que siguen una técnica regulatoria de mando y control no sean la solución más rentable para las fuentes más grandes.

Además, en ocasiones los superemisores son el resultado de accidentes y errores de proceso muy difíciles de predecir, desde una [estación de compresión con fugas graves de Turkmenistán](#) hasta un [pozo de almacenamiento de gas natural fallido cerca de Los Ángeles, California \(Estados Unidos\)](#). Estos eventos generan mucha incertidumbre en las estimaciones de emisiones. Afortunadamente, los avances en obtención y procesamiento de datos de satélites ofrecen cada vez más maneras nuevas de identificar estos tipos de fuentes. Algunas empresas, como [Kayrros](#) y [GHGSat](#), prestan servicios de vigilancia para detectar y cuantificar las emisiones y atribuirlos a los recursos de petróleo y gas de acuerdo con la información local y la resolución de imágenes de satélite. En su reciente informe *Perspectivas de la energía en el mundo*, la AIE incluyó mapas mundiales de focos de metano asociados al sector energético, y GHGSat publicó un [mapa mundial interactivo de las emisiones de metano](#) que mostraba las zonas con concentraciones elevadas de metano en la atmósfera que podrían estar vinculadas a fuentes superemisoras.

El objetivo no debe ser lograr el conjunto de emisiones perfecto, sino recopilar suficientes datos iniciales y, a continuación, mantener una supervisión adecuada a lo largo del tiempo para caracterizar y anticipar las fuentes problemáticas. En ocasiones, la revisión de los datos permitirá encontrar fuentes de emisiones

---

<sup>15</sup> Brandt, A.R. et al. (2014), "Methane leaks from North American natural gas systems", *Science*, vol. 343, págs. 733-735, <https://doi.org/10.1126/science.1247045>; US EPA (2014), *Oil and natural gas sector leaks, Report for the Oil and Natural Gas Sector Leaks Review Panel*, EPA Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, NC, <https://beta.regulations.gov/document/EPA-HQ-OAR-2010-0505-5110>; Zimmerle, D.J. et al. (2015), "Methane emissions from the natural gas transmission and storage system in the United States", *Environmental Science & Technology*, vol. 49/15, <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01669>.

sorprendentemente grandes (por ejemplo, ventear un conducto antes de realizar las reparaciones o no cerrar una compuerta de un tanque colector) que requieren una normativa adaptada. De forma similar, si otras jurisdicciones han comunicado que una actividad concreta genera muchas emisiones, pero todavía no disponen de los datos de su jurisdicción, se puede diseñar una política que conceda a las empresas la posibilidad de medir las emisiones o controlar la fuente. De esta manera, se podrá hacer una idea más precisa de la magnitud de las emisiones de esas fuentes y empezar a limpiar algunas de ellas. [California](#) adoptó exactamente este enfoque para la descarga de líquidos. Cuando los patrones de datos indican que las fuentes podrían convertirse en superemisores, la instalación de sensores remotos es una buena solución para localizar las emisiones grandes cuando se producen, lo que permitiría solucionarlas con rapidez.

## Soluciones tecnológicas

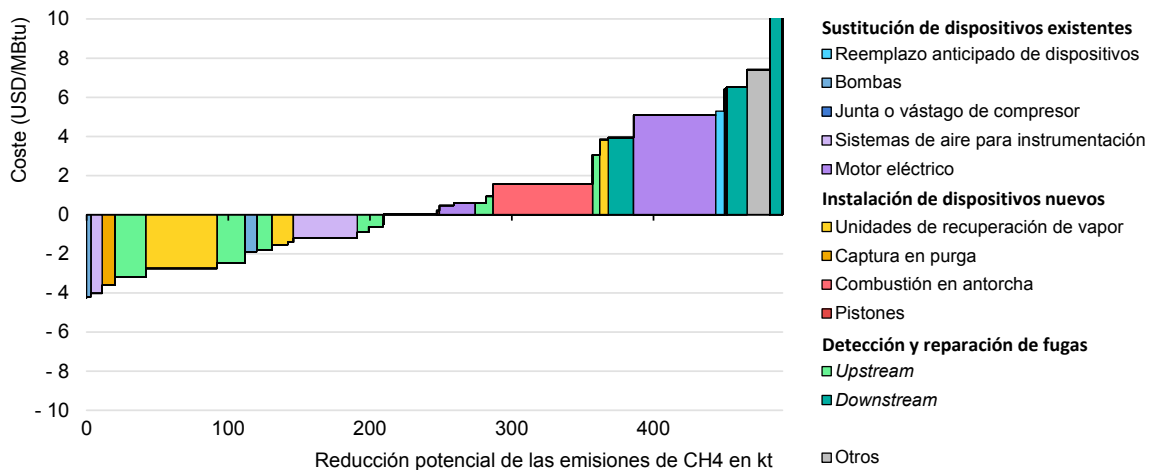
El conjunto final de consideraciones que conforman la base de la formulación de regulación hace referencia a las tecnologías y estrategias de reducción disponibles y acordes con el contexto reglamentario y la situación de la industria y las emisiones. Una vez identificadas las tecnologías y estrategias correctas, la regulación para la reducción del metano puede exigir su uso o definir normas de desempeño que solo podrían cumplirse previa adopción de la regulación. Por ejemplo, cuando las empresas empezaron a ejecutar técnicas de "terminación de emisiones reducidas" en los pozos de petróleo y gas de los Estados Unidos y determinaron su viabilidad y rentabilidad, la EPA exigió que se utilizaran en todos los [pozos de gas](#) y [pozos de petróleo](#) nuevos. Cuando una tecnología todavía no está disponible, los gobiernos pueden invertir en iniciativas de I+D o dirigir programas de reducción voluntarios con la industria para buscar estrategias de mitigación nuevas. Las autoridades reguladoras deben supervisar los progresos de las tecnologías de reducción de emisiones a fin de garantizar que la regulación no protegen involuntariamente las tecnologías antiguas e impiden la adopción de opciones nuevas.

La herramienta Methane Tracker de la AIE contiene una lista de las [tecnologías de reducción de emisiones](#) existentes, desglosada por países y en el plano global y presentadas siguiendo una progresión de emisiones evitadas que abarca desde la tecnología más barata por unidad térmica británica hasta la más cara. El gráfico también muestra el momento en que la captura y venta de gas natural, a los precios vigentes, amortiza la reducción. La iniciativa [Methane Guiding Principles](#) ha publicado [guías de mejores prácticas](#) que ofrecen un resumen de las opciones de mitigación actuales conocidas, los costes y las tecnologías disponibles y que tratan sobre la detección de fugas, el venteo y los dispositivos neumáticos, entre otros

asuntos. Estos recursos constituyen un buen punto de partida para identificar las intervenciones más rentables que puede ser promovidas por la regulación.

Algunas tecnologías de reducción del metano no limitan directamente las emisiones, sino que ayudan a detectar (y, en ocasiones, medir) las liberaciones de metano. Dada la naturaleza intermitente y estocástica de las emisiones de metano, las tecnologías de detección y medición son fundamentales para responder a este problema de contaminación. De hecho, muchas políticas de reducción del metano existentes, como las de [México](#) y [Canadá](#), incluyen un sistema de detección y reparación de fugas (LDAR), ya que requieren que las empresas inspeccionen y reparen el equipo con fugas de manera periódica. En los últimos años, los avances tecnológicos han mejorado la detección e incrementado la precisión y exactitud de las mediciones, además de reducir los costes. Para obtener más información, consulte la sección sobre [cómo mejorar los datos del metano](#) en la herramienta Methane Tracker de la AIE.

**Figura 5 Curva de coste de reducción marginal, Indonesia**



AIE. Todos los derechos reservados.

## Paso 4: Creación de capacidad regulatoria

Los pasos 1 a 3 le han ayudado a entender las diferentes características del contexto local que justifican sus decisiones regulatorias, en especial el contexto jurídico y reglamentario, la naturaleza de la industria del petróleo y el gas y el perfil de emisiones de su jurisdicción. Ahora que controla el contexto de su jurisdicción, puede comenzar la fase de **desarrollo de regulación**. Los pasos de esta fase (pasos 4 a 8) describen cómo **diseñar y redactar** en la práctica **la propuesta regulatoria**, intentando al mismo tiempo que aumente la capacidad institucional y que las partes interesadas internas y externas colaboren.

## ¿Cuenta con los recursos institucionales y el conocimiento especializado necesarios para diseñar y aplicar la normativa propuesta?

Para empezar, es recomendable analizar la capacidad del organismo a fin de determinar la mejor manera de utilizar ésta con eficacia para regular las emisiones de metano del sector energético. A continuación, dependiendo de los resultados de la valoración, se tendrá que formular un plan para incrementar la capacidad de la institución. En específico, la capacidad de un organismo se define como su aptitud para entender el desafío de las emisiones de metano, redactar normas para afrontar ese desafío y aplicar y hacer cumplir esas disposiciones. Por tanto, la capacidad abarca cuatro conceptos: apoyo político, confianza, conocimiento experto y recursos.

Esto no implica que se deba esperar a obtener una capacidad incrementada para formular una política nueva, siempre y cuando se detecten las deficiencias o los ámbitos de mejora. Ninguna autoridad reguladora ha actuado nunca en condiciones óptimas. Sin embargo, si se conocen las limitaciones, se pueden tomar medidas específicas para reforzar y crear capacidad, al tiempo que se diseñan reglamentos que tienen en cuenta la situación vigente.

## ¿Cuenta su organismo con el apoyo político necesario para actuar?

El nivel de apoyo político que recibe su organismo determinará la vía de acción y su pronóstico. El poder institucional puede derivarse del marco legal aplicable al gobierno y de la posición que ocupa el organismo en la estructura formal. Gran parte de este poder también puede ser circunstancial: un organismo relativamente opaco puede ganar poder si su equipo de dirección o sus prioridades son afines al gobierno en conjunto, mientras que un organismo con mucha autoridad legal puede desperdiciar tiempo y recursos compitiendo con otro organismo que opera en la misma jurisdicción. La falta de independencia o apoyo evidentes en el ámbito político no impide actuar, pero las circunstancias quizás aconsejen empezar poco a poco, por ejemplo, con proyectos piloto o iniciativas de cooperación con productores de energía para demostrar la validez de un concepto y generar apoyo político para un programa de reducción del metano más amplio.

## ¿La sociedad pública o civil confía en su organismo?

Una parte del poder de actuación puede derivar de la sociedad civil o del público general. Quizás sea necesario ganarse su confianza y transmitirles que puede aplicar y hacer cumplir de forma justa las políticas de reducción del metano. Algunas partes

interesadas clave, además de la comunidad objeto de la reglamentación, son los miembros de la sociedad civil del país, las organizaciones internacionales que colaboran con el gobierno nacional y los consumidores de petróleo y gas de otros lugares del mundo. Cuando esos agentes consideren que las acciones que su organismo realiza están orientadas a defender los intereses públicos y lograr una reducción real de las emisiones, se habrá ganado su confianza y apoyo. Para ello, piense en políticas que sean transparentes durante la etapa de formulación normativa y durante todo el proceso reglamentario, que requieran verificaciones de terceros de las actividades empresariales y que concedan poderes de petición o de demanda ciudadana para estimular el cumplimiento. El gobierno de [Maryland](#) abordó las preocupaciones comunitarias durante su reciente proceso de formulación reglamentaria exigiendo a las empresas que publiquen los resultados de sus inspecciones LDAR y que informen públicamente de las acciones de purga antes de realizarlas (liberaciones controladas de metano para aliviar la presión del sistema o permitir las labores de mantenimiento o reparación sin miedo a que se produzca una explosión).

## ¿Con qué conocimiento especializado relevante cuenta su organismo?

También es importante catalogar el conocimiento especializado de un organismo. Las normas concebidas para aprovechar las capacidades institucionales resultarán más eficaces ya que el personal podrá supervisar y exigir mejor el cumplimiento. Evidentemente, si se sabe que es el camino regulatorio que se quiere seguir, un organismo o ministerio podrá adquirir en cualquier momento, mediante contratación de personal especializado, capacitación y desarrollo profesional, un conocimiento en concreto. Por ejemplo, al ofrecer certificaciones en visualización óptica de imágenes de gas y otros métodos de detección de fugas se genera confianza en el equipo de asistencia a la aplicación o el cumplimiento y se mejora su competencia. Además, se puede obtener formación de sociedades profesionales, de otras empresas o de fuentes externas. La Sociedad de Ingenieros del Petróleo (Society of Petroleum Engineers) ofrece [talleres técnicos](#) y las organizaciones internacionales se han aliado con empresas energéticas para impartir cursos<sup>16</sup>. Un organismo también podría complementar su conocimiento especializado colaborando con expertos externos para entender los perfiles de emisiones a fin de redactar y formular políticas de

---

<sup>16</sup> Por ejemplo, en el marco de la iniciativa Methane Guiding Principles, varias empresas del petróleo y gas se han asociado con organizaciones de la sociedad civil para preparar una serie de [clases magistrales sobre el metano](#) dirigidas a los ejecutivos y gestores de nivel intermedio de la industria que incluyen material sobre reglamentación del metano. Ejemplo de sesión de formación: Las emisiones de metano en el sector del gas (26-27 de noviembre de 2019, Viena, Austria) (programa patrocinado por Gas Infrastructure Europe, Marcogaz, la Comunidad de la Energía y la iniciativa Methane Guiding Principles).

reducción del metano, asociándose con universidades locales y organizaciones no gubernamentales, colaborando con instituciones y organizaciones internacionales o coordinándose con organismos afines con competencias complementarias.

Aunque se pueda mejorar el conocimiento especializado, la capacidad interna y la estructura siguen siendo determinantes: no formule normas que los funcionarios del organismo no sepan aplicar o hacer cumplir.

## ¿Cuenta su organismo con recursos suficientes para lograr el objetivo?

Los recursos influirán en gran medida en el tipo y la complejidad de las normas de reducción del metano. Por recursos se entiende el presupuesto, el número de trabajadores dedicados al cumplimiento, el acceso a suficientes recursos básicos de tecnología de la información o las tecnologías de detección del metano especializadas.

La falta de recursos no impide actuar, pero conlleva enfoques que requieren menos recursos. Un organismo que puede proporcionar una tableta a todos los inspectores creará un régimen de presentación de informes muy diferente del que puede aplicar un organismo sin sistema informático moderno o acceso permanente a Internet. No hay regímenes mejor que otros por definición; se producen problemas cuando los regímenes de presentación de informes o cumplimiento se diseñan sin haber realizado una evaluación realista de los recursos del organismo. Por ejemplo, una agencia pequeña con pocos trabajadores puede aplicar un régimen con eficacia utilizando sensores remotos, empresas de prueba externas o auditorías realizadas por la propia agencia que sancionan gravemente la presentación de informes erróneos o incompletos a fin de contribuir a las iniciativas de aplicación reglamentaria. Por ejemplo, en algunos países como [Argentina](#) y [México](#), los reglamentos sobre petróleo y gas contemplan la utilización de verificadores externos con el objetivo de generar confianza en los datos empresariales sin recurrir a los inspectores gubernamentales.

## Paso 5: Implicación de las partes interesadas

Antes de iniciar acciones formales para regular las emisiones de metano, es conveniente realizar acciones de divulgación con las empresas que estarán sujetas a la regulación, las comunidades afectadas por las actividades del petróleo y el gas, otras autoridades organizaciones reguladoras del Gobierno y otros segmentos de la sociedad civil. En esta etapa de tanteo, la divulgación no tiene que ser necesariamente amplia, pero debe ser estratégica. ¿Algún aliado está dispuesto a respaldar las acciones futuras? ¿Hay algún escéptico preocupado cuyas inquietudes puedan mitigarse compartiendo datos o prometiendo un proceso abierto? ¿Algún



aliado nacional o internacional cuenta con conocimientos especializados e información que le puedan ayudar a definir objetivos normativos agresivos pero viables? ¿Algún grupo de interés merece ser informado con antelación de la intención de regular? ¿Se pueden evitar los conflictos burocráticos futuros cooperando con otros organismos ahora?

Es esencial implicar a las empresas que operan de forma activa en la jurisdicción. Es posible que la dirección política le exija o pida que examine sus planes con una empresa estatal antes de proceder. Sin embargo, como se indica en el presente informe, puede que algunas empresas internacionales que trabajan en su territorio se hayan comprometido a reducir el metano y puedan proporcionar información sobre las emisiones de metano y los enfoques de reducción basada en su actividad en otros países y en su participación en alianzas internacionales para la reducción del metano. Si se pone en contacto con ellas y les solicita esa información antes de realizar cualquier anuncio normativo, será más sencillo conseguir que los compromisos iniciales parezcan más viables y fundamentados. Además, si les comunica su intención antes de hacerla pública, brinda a las empresas la oportunidad de preguntar, buscar garantías y encarar la tarea con más positividad. Paralelamente, se generará confianza en los resultados si se informa al público sobre estas iniciativas de divulgación y se anima a las demás partes interesadas a formular comentarios.

Otros actores de la industria también pueden ser buenos destinatarios de los esfuerzos de divulgación. Los contratistas que ejecutan muchas actividades que contribuyen a la reducción del metano, los proveedores de tecnología, los auditores externos, las aseguradoras y los patrocinadores financieros pueden tener observaciones importantes que ayudarían a formular una política más eficaz.

Es posible que algunas comunidades o miembros de la sociedad civil le hayan presionado para que actúe; asegúrese de que formen parte del proceso, se reconozca su liderazgo y se solicite su apoyo continuo. Otras partes interesadas, que suelen ser la comunidad objeto de la regulación y los consumidores industriales de petróleo y gas, querrán información sobre el impacto de las políticas en el coste energético; en la medida de lo posible, intente comprometerse a un proceso abierto con una evaluación transparente de los costes y beneficios de la regulación.

Durante las primeras fases de la formulación de la regulación, probablemente recurrirá a métodos discretos para contactar con las partes interesadas de manera individual o en grupos pequeños. En algunos casos, podrá acompañar estos encuentros con reuniones más públicas. Por ejemplo, puede reunirse con los líderes de una comunidad para hablar sobre su intención de actuar y, a continuación, acceder a celebrar una asamblea pública para conocer las preocupaciones de la

comunidad sin comprometerse públicamente durante el acto a actuar. En las comunidades que no conocen bien los riesgos climáticos y de seguridad que conllevan las liberaciones de metano a poca distancia o los pasos que prevé adoptar para mitigar esos riesgos, una estrategia de divulgación también contendría un componente educativo. Además, puede buscar oportunidades estratégicas para que el personal de su organismo o ministerio aborde el tema de la reducción del metano en conferencias a las que podrían asistir interesados importantes; aunque el personal no anuncie oficialmente los planes de regulación, su presencia puede indicar que, para usted, la reducción del metano es un asunto importante.

Puede que también le resulte adecuado mirar más hacia el futuro para predecir y fomentar los tipos de colaboración con las partes interesadas que necesitará para el proceso de formulación de regulación. En algunas jurisdicciones, las autoridades regulatorias establecerán consejos asesores a los que se consultará en determinados momentos. En los Estados Unidos, se observa una tendencia nueva en derecho administrativo, la *negotiated rule-making* o *reg-neg* (elaboración negociada de reglas), que también podría aplicarse en el contexto de la reducción del metano. Cuando la formulación de reglas solo afecta a unas pocas entidades reguladas, un organismo puede crear un comité que represente de manera justa los diferentes intereses en juego y, mediante un proceso colaborativo, "negociar" la redacción de las normas con ese comité. Según una variación menos formal del enfoque *reg-neg*, algunas autoridades regulatorias de los Estados Unidos realizarán un ejercicio informal de recopilación de información u orientarán a un variado grupo de partes interesadas para que negocien una solución de regulación antes de que las autoridades tomen cartas en el asunto. Las autoridades reguladoras no siempre quedan vinculadas por ese proceso informal, pero saben que la solución refleja el acuerdo.

Se necesitarán recursos y tiempo para conseguir implicar a las partes interesadas, pero estas interacciones iniciales pueden ayudar a anticipar las posturas contrarias, adaptar las políticas y ganar tiempo en etapas posteriores del proceso.

## Paso 6: Definición de los objetivos regulatorios

Ahora puede comenzar a diseñar la regulación. Antes de redactarla, tendrá que establecer los objetivos que quiere conseguir. Básicamente, se trata de contestar una pregunta: "¿qué problema estamos intentando solucionar?" A partir de la respuesta, tendrá que ir trazando un mapa de la situación pasada para identificar las condiciones previas necesarias para resolver el problema. Al mismo tiempo, la

información recopilada en los pasos anteriores le permitirá definir objetivos adaptados a la composición de fuentes y emisiones específica de su industria.

Un objetivo normativo puede adoptar muchas formas diferentes. Algunas formas de regulación para reducir el metano tienen como objetivo la reducción del metano común a toda la economía, como sucede en [California](#). Otras contienen un objetivo sectorial específico<sup>17</sup> o un objetivo para toda la industria. La [legislación de México](#), en cambio, establece que se deben definir objetivos de reducción específicos para cada instalación.

Los objetivos se pueden expresar como toneladas de metano reducido, como porcentaje de reducción por debajo de las emisiones históricas o como proporción decreciente de emisiones de metano sobre el volumen de producción. La [Global Methane Alliance](#) (establecida por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Coalición Clima y Aire Limpio para Reducir los Contaminantes del Clima de Corta Vida) ha instado a los países a definir objetivos de reducción del 45% como mínimo con respecto a los niveles de 2005 de aquí a 2025, y del 60%-75% de aquí a 2030. Los objetivos también se pueden definir desde el punto de vista de la intensidad promedio del metano del gas natural, como el que anunciaron las empresas de la Oil and Gas Climate Initiative para reducir la intensidad de sus emisiones de metano a "casi cero" (es decir, entre 0,25% y 0,2%) antes de 2025.

En lugar de definir un objetivo de alto nivel para toda la industria, quizás sea preferible establecer objetivos más compartimentados (es decir, objetivos secundarios) para diferentes sectores de la industria, distinguiendo, por ejemplo, entre los sectores *upstream* y *downstream*, las plantas marítimas y las terrestres, y los rasgos convencionales y no convencionales. También se puede valorar la conveniencia de estipular objetivos de emisión diferentes en función de la antigüedad de la planta (nueva o ya existente) y de crear un plan para gestionar los pozos abandonados de la jurisdicción.

Con todo, las normativas de reducción que no determinan un objetivo explícito de volumen, porcentaje o intensidad, como una norma para sustituir las válvulas con fuga de todo un sistema, responden implícitamente a un objetivo de reducción, aunque no se trate de una cantidad o tasa de emisiones concreta. Las normas prescriptivas en concreto pueden reflejar un objetivo de ingeniería ascendente, por ejemplo, eliminar todos los dispositivos neumáticos con altas emisiones de la infraestructura del petróleo y el gas existente antes de una fecha dada. Las

---

<sup>17</sup> En Colorado se creó un proceso para establecer un [objetivo de metano únicamente para los sectores de la transmisión y el almacenamiento](#) de la cadena de valor del petróleo y el gas natural.

obligaciones de LDAR reflejan el deseo de identificar y tratar las nuevas fuentes de emisiones a medida que vayan apareciendo.

Puede que también existan algunos objetivos regulatorios que no se centren en la reducción de emisiones. Por ejemplo, al diseñar una ley de inventariado de los gases de efecto invernadero, se puede definir como objetivo que un porcentaje de empresas cumpla con la ley en el plazo de un año. En otro ejemplo, relativo a una nueva norma de evaluación ambiental, se puede definir un objetivo asegurando que todos los proyectos aprobados durante los seis meses siguientes calculen específicamente el impacto del proyecto en las emisiones de metano. Otro objetivo normativo podría exigir que se fomente el desarrollo del sector de la auditoría o de un sector *midstream* del gas que pueda adquirir gas asociado. Algunos de estos objetivos se podrían alcanzar trabajando de forma concertada, como sucedería si, tras desarrollar un sector *midstream* del gas, se decidiera eliminar la combustión en antorcha y el venteo del gas asociado.

Al pensar en los objetivos, resulta útil recordar algunas de las conversaciones con partes interesadas del paso anterior. Las comunidades, las empresas y la sociedad civil querrán conocer el motivo del cambio normativo y el objetivo perseguido, querrán saber si los objetivos definidos son factibles con la tecnología actual y se preguntarán qué conlleva todo esto para ellos desde el punto de vista del coste de conformidad, los beneficios combinados para el medio ambiente y la seguridad, el empleo y el precio de la energía.

## Paso 7: Selección del diseño normativo adecuado

En este paso, tendrá que reunir toda la información recopilada en los pasos iniciales de esta hoja de ruta y decidir qué enfoques regulatorios resultan más adecuados para avanzar hacia los objetivos definidos en el Paso 6. Para realizar este ejercicio, es recomendable consultar el [paquete de herramientas regulatorias](#), que contiene información detallada sobre los enfoques utilizados en distintos lugares del mundo. Al diseñar el paquete de herramientas, se ha intentado hacer referencia a los enfoques más habituales; por tanto, tendrá que seleccionar las opciones más adecuadas a su contexto. El paquete de herramientas regulatorias también incluye secciones sobre elementos básicos comunes a casi todos los regímenes regulatorios, como las obligaciones de información y comunicación y los programas de monitoreo y verificación.

En el diseño de regulación, no existe una única respuesta correcta. Lo más importante es seleccionar enfoques que trabajen con el contexto normativo, no

contra él. El análisis no siempre resulta sencillo y es preciso plantearse una serie de preguntas. Por ejemplo, se podría pensar que el impuesto al carbono es el enfoque más eficaz y flexible, pero puede que el organismo al que pertenece carezca de la autoridad necesaria para imponer una medida fiscal a las empresas de su jurisdicción o no sea capaz de realizar el seguimiento de las emisiones a fin de garantizar el cumplimiento.

En esta sección, se presentan una serie de ejemplos que muestran el diseño de regulación y normas, y la manera en la que las características del sistema podrían influir en la regulación del metano. Cuando corresponde, se facilitan enlaces a las secciones aplicables del paquete de herramientas regulatorias, así como ejemplos de la base de datos de políticas de la AIE.

## Ejemplo A: Cómo reducir la intensidad del metano y continuar desarrollando el gas natural

Imagine que desempeña la función de autoridad reguladora ambiental nacional y que el personal directivo respalda sus esfuerzos por cumplir los compromisos climáticos del Acuerdo de París. Su país cuenta con una industria del gas natural madura, pero va a iniciar una expansión rápida en el ámbito del desarrollo de gas natural. Por lo tanto, ha determinado como objetivo normativo la reducción de la intensidad de metano del petróleo y el gas natural producido en su jurisdicción; es decir, quiere que el objetivo reglamentario obligue a las empresas a reducir el metano emitido por fuga o venteo en cada unidad de producción. De esta manera, podrá fijar un objetivo ambicioso y, al mismo tiempo, permitir que se establezca una capacidad de producción nueva.

Para ello, tendrá que conocer bastante bien el coeficiente de pérdida de referencia. A continuación, tendrá que definir un objetivo de reducción factible y decidir hasta qué punto la norma será prescriptiva o flexible. A título de ejemplo, ha determinado que su organismo se caracteriza por lo siguiente:

- Tiene autoridad para regular el metano en términos generales (sin embargo, el ministerio u organismo competente en materia de energía gestiona las autorizaciones para regular los volúmenes de venteo y combustión en antorcha).
- Cuenta con capacidad institucional en el ámbito de la regulación, el cumplimiento y la recopilación de datos.
- Dispone de recursos limitados y poca experiencia en relación con el metano en las operaciones del petróleo y el gas.
- Tiene autoridad sobre las empresas multinacionales de petróleo y gas de su país en materia de contaminación atmosférica, y también (aunque más limitada) sobre la empresa estatal.

Aunque su país es un importante exportador de gas, también existe demanda interna, y el nuevo desarrollo se orienta a abastecer el mercado de exportación. Pese a los ambiciosos compromisos de metano asumidos por los niveles directivos superiores de las multinacionales petroleras que operan en su país, los trabajadores sobre el terreno apenas están familiarizados con el problema del metano o no saben qué hacer al respecto. Además, los incentivos basados en los beneficios no son acordes con el objetivo de reducción del metano.

Teniendo en cuenta esta combinación de factores, seleccionará unos elementos de diseño concretos para su normativa sobre el metano. Si redacta una norma que se pueda cumplir, podrá aprovechar sus capacidades de regulación y cumplimiento. Sin embargo, la cooperación con el Ministerio de Energía puede incrementar la eficacia de la reglamentación. Los permisos de venteo y combustión en antorcha del Ministerio le permitirán establecer el coeficiente de pérdida de referencia de su industria y determinar objetivos de reducción del metano viables. Además, dado que el Ministerio tiene autoridad sobre la empresa estatal, es necesario que respalde la norma que usted ha preparado. La red más amplia del Ministerio con los agentes de la industria puede crear oportunidades de formación y ayudar a mejorar la percepción empresarial del problema del metano. Y, sus competencias en materia de explotación del petróleo y el gas permiten al Ministerio aplicar deducciones en los alquileres o los cánones adeudados por las inversiones en infraestructura de reducción del carbono, lo que contribuye a afianzar la norma y alinear los beneficios con los incentivos a la reducción. Si no mantiene una relación de trabajo buena con el organismo o ministerio competente en materia de energía, el jefe de Estado o el gobierno podrían querer crear un grupo de trabajo interinstitucional o celebrar una reunión mensual con los jefes de ambos ministerios. También puede solicitar al Ministerio de Energía que ceda personal a su organismo mientras redacta la norma.

Paralelamente, si su país va a comenzar a trabajar en un nuevo desarrollo del gas natural, podría conseguir que su norma alcance parcialmente el objetivo de reducción de la intensidad del metano exigiendo que la infraestructura que se instala en una planta nueva genere pocas o nulas emisiones. Quizás resulte más barato instalar equipo de bajas emisiones desde el principio. De todas formas, aunque no se haga, si la planta es nueva se puede amortizar la inversión durante más años, lo que aumentaría la rentabilidad. Por lo tanto, la nueva norma no debe olvidarse de las instalaciones futuras, aunque también tenga que ocuparse de la infraestructura existente.

Teniendo en cuenta la existencia de demanda interna de gas en su jurisdicción, y como ya dispone de la infraestructura nacional y de exportación necesaria para mover el producto, puede definir un objetivo más estricto ya que es de esperar que las empresas explotadoras puedan vender todo el gas recuperado. Es más, si está

exportando gas natural para mercados que aplican normas de rendimiento del metano o que están considerando implantarlas, los productores nacionales que sirven a esos mercados resultarán beneficiados si la norma es más rigurosa. Un programa de monitoreo y verificación sólido es crucial para que los importadores confíen en las reducciones comunicadas por su organismo.

En lo que respecta a la norma relativa a la intensidad del metano en sí misma, puede definir normas prescriptivas para cada dispositivo o actividad en el entendimiento de que, si la empresa explotadora las cumple, la suma de estas acciones alcanzará los objetivos de reducción globales. De acuerdo con este enfoque de mando y control, la empresa explotadora se encargará de instalar ese dispositivo concreto o de ejecutar la actividad de mantenimiento según los parámetros requeridos, pero no será responsable de cumplir un objetivo de reducción general. (Según este enfoque, la autoridad reguladora ha asumido en definitiva la carga de alcanzar el objetivo de intensidad.) Por el contrario, puede definir un objetivo general de reducción de la intensidad (o exigir que cada empresa lo establezca, como sucede en México) y permitir que se adopten las medidas necesarias para lograrlo.

El enfoque de mando y control tiene sentido si se comprende el potencial de reducción de las intervenciones concretas (la aplicación de terminaciones de emisiones reducidas para completar un pozo nuevo o la instalación de controles y bombas de aire ambiente en lugar de utilizar componentes basados en el gas natural), ya que es muy probable que las acciones requeridas alcancen el objetivo colectivamente. Muchas publicaciones (de la [EPA](#) y [Carbon Limits](#), entre otros) establecen, por ejemplo, las reducciones que se espera conseguir a través del uso de válvulas sin purga en lugar de válvulas de alta purga. A menudo, resulta más sencillo ejecutar acciones específicas que cumplir un objetivo de emisiones, por lo que las autoridades reguladoras dependen en mayor medida de las normas prescriptivas, sobre todo si no disponen de recursos suficientes. (También tiene la posibilidad de reformular los objetivos normativos teniendo en cuenta estos objetivos prescriptivos, por ejemplo, como plan quinquenal para eliminar progresivamente todas las válvulas de alta purga de su industria.)

A medida que su organismo vaya conociendo mejor el coeficiente de pérdida de referencia y el perfil de emisiones totales, podrá completar las normas prescriptivas con unas normas sobre intensidad que se apliquen a toda la instalación o industria y que permitan a las empresas decidir las medidas adicionales que desean adoptar para cumplir con el objetivo. Al preparar reglamentos basados en los datos disponibles que exijan la presentación de informes detallados sobre las actuaciones de las empresas, puede identificar las acciones concretas que deberían ser obligatorias en todas las instalaciones. También puede obtener información de los enfoques y las tecnologías de monitoreo de emisiones que emplean las empresas

para confirmar sus reducciones; con este tipo de monitoreo, Noruega pudo elaborar factores de emisión específicos de su territorio. Ahora bien, habida cuenta de las incertidumbres asociadas al monitoreo del metano, quizás sea necesario utilizar salvaguardas adicionales para garantizar el cumplimiento, como auditores externos o, en fases posteriores del ciclo, satélites que confirmen o pongan en duda las emisiones comunicadas por las plantas grandes.

## Ejemplo B: Cómo reducir la intensidad del metano en las plantas existentes

Supongamos ahora que todas las características anteriores son aplicables a su situación, salvo que no tiene previsto proceder con ningún desarrollo nuevo en el futuro. En este caso, la normativa tendrá que centrarse más en las plantas de producción existentes. Puede colaborar con el organismo o ministerio competente en el ámbito de la energía para utilizar una versión más agresiva del sistema basado en incentivos presentado en el Ejemplo A, en virtud del cual las inversiones en estrategias de reducción del metano pueden deducirse de los alquileres o los royalties. Alternativamente, si la autoridad reguladora de la energía no coopera o si la dependencia estatal de los cánones es tan importante que no se pueden ofrecer deducciones grandes, la autoridad reguladora del medio ambiente puede diseñar una estrategia de compensaciones en la que una empresa deba crear capacidad de producción nueva para "desgravar" las nuevas emisiones con las reducciones de emisiones de instalaciones existentes. Estos enfoques pueden tener buen resultado en combinación con normas prescriptivas o con normas basadas en el desempeño que sea más flexible. Si no hay más cambios y con la infraestructura existente, quizás tenga más sentido aplicar normas flexibles para reducir los costes y permitir soluciones alternativas a la adaptación (cuando esta no es viable); sin embargo, al no comprender plenamente las emisiones de referencia, persiste el riesgo de que no se consiga conocer las emisiones reales.

## Ejemplo C: Cómo movilizar el uso del gas

Supongamos ahora que el enfoque central de su jurisdicción ha sido la producción petrolera, por lo que tan solo se ha generado gas asociado. En esta situación, puede que la demanda nacional de gas natural sea insuficiente para incentivar la captura de gas con fines de reventa. Este problema puede ser aún más acuciante si no se cuenta con la infraestructura de gas natural necesaria para recoger, procesar y transportar el producto a otros mercados. En tal caso, la regulación puede generar cierta demanda sobre el terreno al requerir la sustitución del carburante diésel por gas natural. Por tanto, quizás tenga que solicitar que el gas asociado que no se utiliza sea reinyectado. Sin embargo, para aumentar el consumo de gas asociado, tendría que



aliarse con las autoridades reguladoras económicas y energéticas de su jurisdicción y concebir una estrategia para la creación de un mercado en el sector *midstream* y demanda en el sector *downstream*, de manera que el gas asociado se pueda comercializar en lugar de eliminarse directamente del flujo de valor. Nigeria y Brasil han trabajado en estas cuestiones y han determinado soluciones posibles.

## Ejemplo D: Cómo gestionar las emisiones de metano mediante la provisión de información

Supongamos ahora que, al elaborar el coeficiente de pérdida de referencia, se percata de que tiene muy poca información sobre las emisiones asociadas a las actividades de mantenimiento de las cabezas de pozo. Puede diseñar regulación basada en la información que contribuyan a los objetivos de reducción de emisiones y, al mismo tiempo, crear un registro para mejorar su inventario. [California](#) ha implantado una regulación de este tipo para la descarga de líquidos. Las empresas de esa jurisdicción pueden escoger entre capturar todo el gas que se ventearía durante la descarga desde las cabezas de pozo o medir el gas durante su liberación e informar sobre el volumen de las emisiones. De forma similar, las normas de Canadá relativas al metano establecen la eliminación progresiva de ciertos requisitos de emisión; entretanto, las empresas explotadoras deben etiquetar, medir y comunicar las emisiones. De esta manera, las autoridades reguladoras consiguen datos de emisiones importantes, y cabe la posibilidad de que las empresas se animen a adoptar medidas tempranas.

Estos ejemplos distan mucho de ser completos; tan solo ofrecen algunas ideas del tipo de trabajo que se puede realizar en esta etapa crítica para diseñar la regulación para reducir las emisiones de metano. Si el organismo al que pertenece es una agencia subnacional, tendrá que entender sus competencias en relación con el gobierno nacional. Si se trata de plantas marítimas de petróleo y gas, quizás sea necesario adaptar la norma a esos contextos (por ejemplo, Canadá solo exige tres inspecciones anuales de LDAR, ya que las condiciones invernales no propician las visitas físicas a muchas instalaciones). Si la industria está segmentada, es posible que sean diferentes organismos gubernamentales quienes asuman las competencias en los distintos puntos de la cadena de valor.

## Paso 8: Redacción de la normativa

Tanto si está preparando una enmienda de una regulación existente como si está trabajando en una completamente nueva, es el momento de redactar una norma que se adapte a su contexto, cumpla sus objetivos y complete los detalles de los enfoques regulatorios seleccionados.

Tras escoger el enfoque regulatorio, busque ejemplos de modelos similares ya implantados (de otras jurisdicciones o de leyes locales afines aplicadas en contextos distintos). Como se ha señalado, el conjunto de herramientas regulatorias contiene referencias a ejemplos de muchos enfoques diferentes, así como enlaces a información adicional de la base de datos de políticas de la AIE. Quizás le interese trabajar con los responsables de otras jurisdicciones y organismos para entender qué elementos han funcionado y qué elementos cabe mejorar. De esta manera, aunque es muy poco probable que pueda simplemente copiar y pegar el texto de otro contexto, podrá garantizar que su norma cubre los conceptos básicos.

Si su organismo cuenta con el conocimiento especializado pertinente, aprovéchelo. En caso contrario, valore si es necesario contratar consultores o solicitar la asistencia de organizaciones no gubernamentales o internacionales.

Al redactar la norma, tendrá que guiarse por los procedimientos legales de su jurisdicción, si los hubiere, relativos al proceso formal y el calendario general para la propuesta, el examen o negociación y la finalización de una norma. Si dichos procedimientos no estipulan que las empresas y partes interesadas deban enviar sus comentarios sobre el proceso, en la medida de lo posible intente conocer esas opiniones para mejorar su regulación.

## Paso 9: Facilitación y exigencia del cumplimiento

Tras hacerse una imagen clara de los objetivos regulatorios y de su funcionamiento, comienza la última etapa de esta hoja de ruta relativa a la **implementación**. A pesar de que los Pasos 9 y 10 se centran en las medidas necesarias tras finalizar una nueva regulación, es importante tener en cuenta estas cuestiones al diseñar la normativa, ya que algunas de las decisiones influirán en su capacidad para garantizar el cumplimiento. Además, puede contribuir de muchas maneras a asegurar que las empresas están preparadas y dispuestas a cumplir la normativa dentro del plazo antes de que entre en vigor la nueva regulación. Para obtener más información sobre los enfoques descritos en este paso, consulte la sección sobre **elementos básicos** de la hoja de ruta reglamentaria.

## Facilitar el cumplimiento

La labor de acercamiento para brindar asistencia para el cumplimiento comienza cuando aún no ha finalizado el establecimiento de normas, en paralelo al proceso de formulación normativa. Si no se informa sobre una nueva norma a las entidades que estarán sujetas a ellas, es más difícil conseguir su cumplimiento. Es recomendable ayudar a las empresas a anticipar las expectativas reglamentarias para contribuir a su éxito, a fin de lograr el objetivo normativo. Una parte de esta labor también se puede realizar en el Paso 5, al recabar las opiniones de las empresas; quizás descubra que no se puede ejecutar una intervención en unas instalaciones determinadas o que hay disponible tecnología más adecuada.

Ofrezca capacitación para crear conocimiento especializado en el organismo y en la industria. Considere la posibilidad de conceder crédito de acción temprana para que las empresas no se queden atrás y no esperen a realizar inversiones eficaces por si no se tienen en cuenta para el cumplimiento. Identifique los incentivos al cumplimiento, incluyendo el reconocimiento gubernamental del cumplimiento temprano o incluso del "supercumplimiento" (medidas adoptadas por una empresa que exceden de los requisitos legales).

## Garantizar el monitoreo, la presentación de informes y la verificación de manera periódica

Su normativa debe incluir parámetros que puedan utilizarse para determinar si una empresa está cumpliendo con ella, así como para supervisar el progreso del objetivo perseguido por la regulación. Por ejemplo, es posible incluir en la regulación la obligación de las empresas de monitorear sus propias emisiones a través de la combinación de medición directa y de estimaciones basadas en los factores de emisión. Esta información puede ser complementada con mediciones obtenidas por terceros a través de drones, aviones o satélites o por el regulador a través de una inspección directa.

Habitualmente, la regulación del metano también establece que las empresas deben conservar registros e informes de sus campañas de medición y sus estimaciones. En ocasiones, el gobierno ya aplica programas de este tipo, los que se enmarcan en el programa nacional de inventariado de la CMNUCC, pero puede resultar útil revisar estas normas para garantizar que respaldan adecuadamente la regulación.

Si impone obligaciones de presentación de informes a las empresas, tendrá que asegurarse de disponer de un sistema y un proceso para tramitar y recibir la información, en particular si tiene previsto recibir un volumen elevado de datos. Debe considerar anticipadamente si puede ejecutar alguna acción para mejorar el aprovechamiento de esos datos. Para ello, podría ser necesario definir normas claras

sobre el contenido y el formato de los datos que se van a presentar. Quizás también tenga que establecer una plataforma electrónica para que las empresas remitan sus datos. Estos sistemas presentan la ventaja de que pueden ser diseñados de tal manera que etiqueten automáticamente la información enviada cuando dicha información de cuenta de una vulneración de las normas reglamentarias, un error o un patrón de fallos que permitiría dar prioridad a la inspección y sustitución de los equipos.

Por último, tras recopilar esta información, se necesita un mecanismo para verificar su exactitud. Este mecanismo puede tomar la forma de verificación directa mediante inspecciones o medición externa. Alternativamente, se puede pedir a las empresas que certifiquen su cumplimiento de los reglamentos y que faciliten auditorías independientes de sus comunicaciones. Se puede obtener información más detallada sobre la manera de ejecutar protocolos eficaces de monitoreo, presentación de informes y verificación en el paquete de herramientas reglamentarias.

## Ejecución

Si así lo establecen las competencias legales de su institución, usted tendrá la autoridad necesaria para investigar a las entidades reguladas y exigir el cumplimiento de las normas del metano. Las medidas de ejecución pueden formularse en función de la información comunicada y presentada o mediante inspecciones o reclamaciones de terceros. Es importante pensar por adelantado en las herramientas disponibles para vigilar e investigar los posibles casos de incumplimiento, ya que la posibilidad de acceder a ellas puede influir en las opciones de diseño regulatorio.

En algunos casos, los organismos reguladores tienen una autoridad limitada para hacer cumplir sus propias normas, en especial respecto de las las empresas estatales. En este caso, quizás sea necesario coordinarse con otros organismos o agencias para garantizar que disponen de la información necesaria para crear un régimen de cumplimiento eficaz o para inducir al cumplimiento por otros medios.

Adicionalmente, también puede ser útil confiar en terceras partes para recopilar información más precisa o difundir los casos de incumplimiento, lo que podría a su vez facilitar la ejecución. Por ejemplo, en Argentina y México, la ley exige una auditoría externa para inspeccionar los informes empresariales y verificar el cumplimiento. Aunque pueden surgir dificultades, como la necesidad de desarrollar un mercado nuevo para estos servicios y la garantía de la independencia real de los auditores respecto de las empresas auditadas, este enfoque si es bien aplicado puede mejorar la capacidad de la autoridad reguladora. Asimismo, la divulgación pública de la información, por ejemplo, mediante la publicación en un sitio web, puede orientar a los inversores, las aseguradoras y la sociedad civil y crear estructuras de rendición de cuentas nuevas en las empresas, lo que supone

incentivos adicionales para el cumplimiento. Por último, la utilización de la vigilancia aérea (por ejemplo, el uso de los datos de satélite públicos que cada vez resultan más accesible y útiles) y las alianzas con universidades, otros institutos de investigación y organizaciones internacionales permiten mejorar los inventarios nacionales, detectar los incumplimientos y aumentar la capacidad de ejecución.

## Paso 10: Revisión y ajuste periódicos de la normativa

Antes de finalizar la regulación, conviene pensar en qué se necesitará para actualizarla y cambiarla en el futuro. Quizás se tenga que enmendar las normas para adaptarlas a las lecciones aprendidas, actualizar los requisitos para seguir el ritmo de los avances tecnológicos o aumentar las aspiraciones de los objetivos. Si bien estos cambios pueden ser impredecibles, se pueden adoptar algunas medidas por adelantado para simplificar este proceso en el futuro.

Una medida posible consiste en integrar un plan de revisión periódica explícito en la normativa. La revisión se realiza según unos plazos predefinidos o previa solicitud de una parte interesada; también se puede tratar de una revisión administrativa que se ejecuta de forma continuada. Independientemente de las cuestiones organizativas, la inclusión de un proceso claro en la política indica a las entidades reguladas que tiene previsto revisar y ajustar el texto y justifica el uso futuro de los recursos institucionales con este propósito.

La evaluación programática brinda otra buena oportunidad de reunir a las autoridades reguladoras, las empresas, los investigadores y las organizaciones internacionales. Los expertos externos y las partes interesadas pueden ayudarle a diseñar un programa de evaluación. Alternativamente, los representantes de estos grupos pueden formar un consejo asesor para la revisión reglamentaria con el mandato de examinar los registros y entrevistar a agentes clave del contexto político para ofrecer información actualizada sobre el progreso del programa.

Quizás le resulte útil introducir el concepto de "regulación adaptable" en la norma. Por ejemplo, una norma podría autorizar a las autoridades reguladoras a aplicar pequeños cambios en el futuro, limitándolos quizás a un rango predeterminado, sin necesidad de proceso de enmienda formal de la misma. Por tanto, una revisión regulatoria se podría centrar, al menos parcialmente, en datos que podrían justificar un cambio normativo dentro de los límites determinados al principio.

Otra medida posible es integrar mecanismos de flexibilidad en la regulación para mantenerla actualizada, considerando especialmente que las tecnologías de reducción del metano evoluciona con gran rapidez. A fin de garantizar que se pueden

utilizar los nuevos avances, puede resultar conveniente incluir un mecanismo de flexibilidad que permita a las empresas solicitar el reconocimiento de las nuevas tecnologías como métodos de cumplimiento aceptados. Al adoptar tal mecanismo, es preciso asegurar que el proceso asociado no resulta gravoso, lo que desalentaría su uso.

# Paquete de herramientas regulatorias

Siguiendo esta hoja de ruta, usted ha realizado un análisis global del contexto y entorno regulatorios (Pasos 1 a 3). También ha evaluado la capacidad regulatoria y la implicación de las partes interesadas, y ha formulado un plan de divulgación (Pasos 4 y 5). Además, usted habrá establecido un punto de referencia y definido objetivos y metas adecuados para su regulación (Paso 6). En resumen, ya puede comenzar a **definir una estrategia**, trabajar en el **diseño de normativas** e **implementar** su regulación. La estrategia esbozada probablemente incluirá varios elementos y organismos gubernamentales. En este paquete de herramientas se presentan los diferentes mecanismos que ya se utilizan en diversas jurisdicciones e información para aprender a utilizarlos.

**Cuadro 13** Esquema del paquete de herramientas regulatorias

Tema	Subtema	Preguntas principales
Estructura regulatoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>Casos particulares</li> <li>Aplicación general</li> </ul>	¿Qué estructura general presenta su régimen regulatorio?
Enfoque regulatorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prescriptivo</li> <li>Basado en el desempeño o en los resultados</li> <li>Económico</li> <li>Basado en la información</li> </ul>	¿Qué tipos de herramientas son más adecuadas para cada estrategia y entorno?
Elementos regulatorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoreo</li> <li>Mantenimiento de registros y presentación de informes</li> <li>Verificación y cumplimiento</li> <li>Coordinación de normativas</li> <li>Regulación adaptable</li> </ul>	¿Qué aspectos son clave para que los regímenes regulatorios del metano tengan éxito?

Para empezar, analizaremos las diferentes **estructuras regulatorias** que ayudarán a seleccionar un diseño normativo adecuado (Paso 7). A continuación, exploraremos con más detalle los cuatro **enfoques** principales de la **regulación del metano**, describiendo sus requisitos, beneficios e inconvenientes habituales. En cada enfoque, presentaremos ejemplos específicos de nuestra **base de datos de**

**normativas** para que sirvan de modelo durante la redacción de las diferentes normas (Paso 8). Por último, este paquete de herramientas abordará **elementos básicos** de la regulación. Lo que incluye el análisis de mecanismos que permiten el cumplimiento y la ejecución (Paso 9) mediante la utilización de disposiciones de monitoreo, presentación de informes y verificación, enfoques para la coordinación de las normativas complementarias y estrategias para garantizar la posibilidad de adaptar la normativa con revisiones y ajustes periódicos (Paso 10).

## Estructura regulatoria

### ¿Cuál es la estructura regulatoria global: enfoque caso a caso o requisitos de aplicación general?

Por regla general, los gobiernos optan entre ambas estructuras regulatorias, es decir, establecen los requisitos atendiendo a cada caso particular, mediante permisos individuales o disposiciones contractuales, o definen normas amplias con estándares de aplicación general. A su vez, estas dos estructuras regulatorias pueden ser combinadas, lo que proporciona diferentes grados de discrecionalidad y flexibilidad regulatoria.

Los requisitos definidos a partir de casos particulares, ya sea que se aplican mediante permisos, rondas de ofertas, acuerdos de contratación o sistemas de concesión de licencias, suelen otorgar más margen de adaptación. Sin embargo, las disposiciones adaptadas de manera individual pueden necesitar recursos adicionales de la autoridad reguladora. Por otra parte, las regulaciones aplicables para la generalidad de los casos, como por ejemplo aquellas que se centran en el cambio climático, la contaminación atmosférica, la seguridad laboral o la utilización eficiente de los recursos, pueden ser más rígidas desde el punto de vista de la aplicación, pero requerir menos compromiso institucional.

Dependiendo de la estructura regulatoria de su jurisdicción, quizás ya existan regulaciones de uno o ambos tipos. Numerosos países utilizan un proceso de licencia o concesión para otorgar el derecho de explotación del petróleo, pero imponen al mismo tiempo regulaciones genéricas para controlar la contaminación atmosférica. Como punto de partida clave, se podría determinar si ya existe legislación aplicable y, en tal caso, la forma que adopta. Así, podrá incorporar disposiciones sobre el metano a un régimen existente actualizando las directrices o normas aplicables en las que se apoyan los procedimientos vigentes.



## Enfoque de casos particulares

Se pueden incluir requisitos relativos al metano en los **procedimientos de autorización o contratación**, desde la licitación de zonas de exploración hasta la contratación de servicios, con inclusión de la evaluación inicial del proyecto, el desarrollo directo con NOCs o los acuerdos de producción compartida.

Por ejemplo, las subastas pueden incluir un criterio de recompensa a los licitadores que se comprometen a limitar los niveles de emisión. Alternativamente, los contratos pueden especificar las medidas que cabe adoptar para evitar las fugas o las normas de desempeño aplicables a las emisiones. Los permisos pueden limitar la combustión en antorcha o el venteo, o exigir el monitoreo periódico de los pozos abandonados para garantizar que no hay fugas de metano activas.

### Recuadro 1 Permisos

Los permisos son una forma de conceder una autorización para operaciones o procedimientos específicos que, en caso contrario, estarían legalmente prohibidos (por ejemplo, permisos de contaminación, permisos de perforación o permisos de combustión en antorcha). Normalmente, estos permisos, están sujetos a condiciones temporales, tecnológicas o espaciales que limitan su validez. El incumplimiento de las disposiciones del permiso puede conllevar su suspensión o retirada, de manera que las labores conexas quedarían temporal o definitivamente interrumpidas.

En [Omán](#), los proyectos con niveles elevados de emisiones de gases de efecto invernadero deben solicitar y obtener un permiso para asuntos climáticos, que autoriza las emisiones de gases de efecto invernadero. Se necesita un permiso para los desarrollos del petróleo y gas natural que emiten 2000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al año o más, o que producen y consumen al menos 30 TJ de energía al año. Para solicitar una licencia, la autoridad competente debe emitir una aprobación inicial del proyecto, además el solicitante debe preparar un informe inicial sobre el volumen de emisiones de gases de efecto invernadero previsto. Como parte del proceso de autorización, se exige a los proyectos que monitoreen y comuniquen sus emisiones de gas de efecto invernadero una vez al año; utilicen tecnologías con bajas emisiones y eficientes desde el punto de vista energético; presenten un plan para aumentar el espacio verde; y adopten medidas de adaptación para proteger su negocio frente a los impactos del cambio climático.

A menudo, los permisos posibilitan la reducción del metano al incluir disposiciones específicas para tal fin. En [Noruega](#), las empresas explotadoras deben solicitar los permisos de producción cada año, y su aprobación depende de diferentes factores, como los volúmenes de combustión en antorcha/venteo en frío.

Los permisos y licencias pueden incluir requisitos relativos a diferentes actividades en curso. Estos requisitos pueden crearse de manera específica para cada permiso o basarse en disposiciones de códigos globales, cláusulas tipo o directrices, como el [código del Territorio del Norte de Australia](#) para las actividades petroleras terrestres de la zona. Este código, que se aplica a todos los interesados, exige evaluaciones de referencia, monitoreo rutinario del aire, restricciones de venteo y combustión en antorcha y requiere que las empresas presenten, antes de poner en marcha la producción, planes de reducción del metano a niveles "tan bajos como sea razonablemente viable". Por tanto, define criterios mínimos que se valorarán durante la tramitación de cada permiso de manera independiente, sin limitar la capacidad de la autoridad reguladora para ajustar o adaptar las disposiciones a un permiso concreto o para imponer medidas más estrictas si lo considera necesario.

Algunas actividades también están sujetas a un procedimiento de consentimiento o autorización específico. Las [normas de la industria petrolera de Nigeria](#), por ejemplo, establecen que, si la combustión en antorcha es inevitable, las empresas explotadoras deben obtener una dispensa y un permiso para cada instancia de la combustión, y deben abonar las multas que correspondan por cada metro cúbico estándar quemado, asegurar la combustión completa e impedir el venteo.

Una **ventaja** clave de estos enfoques es la posibilidad de adaptarlos a las circunstancias específicas especialmente dado que los requisitos se individualizan en función de las características del proyecto concreto, lo que da lugar a un enfoque más personalizado que puede garantizar que se aplican las medidas más rentables.

Los sistemas basados en casos particulares ofrecen **múltiples vías** para que las autoridades reguladoras y las empresas gestionen las emisiones de metano. Las autoridades reguladoras pueden definir disposiciones de reducción generalizadas o introducirlas de manera más gradual a través de proyectos pilotos con empresas explotadoras interesadas. Si la iniciativa tiene éxito, se puede desplegar en toda la industria.

## Recuadro 2 Contratos

Los contratos relativos al petróleo se refieren a los sistemas basados en la concesión de licencias contractuales a empresas por parte del gobierno para explotar el petróleo y el gas, en forma de concesiones, contratos de participación en la producción, empresas en participación, contratos de servicio técnico y acuerdos de unificación, entre otros. Normalmente, estos instrumentos otorgan al licenciataria el derecho de explorar, desarrollar y explotar los recursos públicos de acuerdo con condiciones determinadas, como por ejemplo, restricciones a las emisiones de

metano. Habida cuenta del carácter contractual de estas restricciones, si el organismo regulador carece de la autoridad específica, puede resultar difícil modificar las disposiciones de los contratos existentes

El Reino Unido ha publicado las cláusulas tipo que figuran en los permisos de producción petrolera tanto [terrestre](#) como [marítima](#). Entre ellas figura la obligación de que el licenciario no proceda a la combustión en antorcha o el venteo del gas sin haber obtenido previamente la aprobación de la Autoridad de Petróleo y Gas. Además, todos los permisos de prospección petrolera contienen una disposición por la que se exige que el licenciario tome todas las medidas prácticas necesarias para evitar el escape o desperdicio de petróleo o gas durante sus operaciones. En actualizaciones anteriores de las autoridades legales petroleras del Reino Unido, el poder legislativo ha modificado las cláusulas tipo que se aplicaban automáticamente a todos los contratos existentes.

La Autoridad de Petróleo y Gas ha publicado recientemente un [informe sobre el venteo y la combustión en antorcha](#) de las actividades reguladas. Este informe incluye el compromiso de adoptar una posición más firme en relación con la combustión en antorcha y el venteo a través de sus autorizaciones, procesos de desarrollo de yacimientos y actividades de gestión de los proyectos.

## Regulaciones de aplicación general

Los requisitos relativos al metano también se pueden abordar con regulaciones de aplicación general. La diferencia principal entre este tratamiento y el enfoque basado en casos particulares es que estos requisitos se aplican **a todas las actividades reguladas** sin adaptarlas de manera individualizada. Sin embargo, pueden variar en función de las categorías predeterminadas, como el sector de actividad, el tipo de planta y su antigüedad o la clase de tecnología empleada.

Algunos países han elaborado regulaciones **específicamente orientadas a la reducción del metano procedente del petróleo y el gas**. En México, por ejemplo, se ha preparado una regulación de [prevención y control integral de las emisiones de metano del sector hidrocarburos](#). Según esta regulación, las instalaciones deben elaborar un Programa para la Prevención y el Control Integral de las Emisiones de Metano del Sector Hidrocarburos. Deben identificar todas las fuentes de metano, cuantificar las emisiones de referencia, definir una meta de reducción de emisiones de metano y establecer un calendario de ejecución de las medidas de mitigación que muestre el progreso anual hacia el objetivo.

### Recuadro 3 Estrategia sobre el metano

Las estrategias regionales o nacionales proporcionan hojas de ruta para reducir las emisiones de metano sectoriales o generales. Generalmente, estas estrategias no suelen ser vinculantes, pero entregar información al público sobre las medidas reglamentarias futuras.

La [Estrategia de la Unión Europea sobre el Metano](#) define medidas intersectoriales para los principales sectores emisores (energía, agricultura y gestión de residuos). En cuanto al sector energético, anuncia propuestas legislativas en 2021 sobre medición, notificación y verificación obligatorias de todas las emisiones de metano del sector de la energía, sobre la base de la metodología de la [Asociación CCAC Petróleo y Gas Metano](#). También hace referencia a la obligación de ejecutar programas de LDAR, tanto en los sectores *upstream* y *downstream* del ciclo de producción, y al objetivo de eliminar el venteo y la combustión en antorcha rutinarios. Finalmente, la estrategia presenta medidas internacionales, como promover la coordinación mundial de los esfuerzos de reducción del metano. Por tanto, esta hace referencia a un índice de suministro de metano que permita a los compradores tomar decisiones informadas al comprar combustibles, así como al establecimiento de un Observatorio Internacional de Emisiones de Metano encargado de detectar y hacer un seguimiento de los superemisores mediante la utilización e integración de las imágenes de satélite.

Otros ejemplos son el [Plan de Acción Nacional de Nigeria](#) para reducir los contaminantes del clima de corta vida y el [Plan de Acción del Metano de Saskatchewan](#).

En otros casos, las normativas se aplican de manera más amplia a otros sectores y a contaminantes distintos del metano. Por ejemplo, se pueden incluir disposiciones sobre el metano en los **instrumentos que definen la normativa de toda la industria del petróleo y el gas**, centrándose en un sector de actividad específico (como el sector *upstream* o *downstream*) o abordando la totalidad de la cadena de valor del petróleo y el gas. La [política nacional del gas](#) de Nigeria fomenta el uso de tecnologías de captura del gas de combustión, en especial de las tecnologías relacionadas con la producción de electricidad, prohíbe la combustión en antorcha en el marco de proyectos en terrenos no urbanizados y promueve las iniciativas de utilización del gas.

Siguiendo un planteamiento aún más amplio, el metano puede estar sujeto a **regulaciones ambientales generales que se aplican a muchos sectores y muchos contaminantes atmosféricos**. Por ejemplo, el metano puede incluirse en una directiva que establece objetivos generales de los gases de efecto invernadero. Esa regulación podría contener un conjunto de requisitos complementarios, como la

obligación de comunicar los gases de efecto invernadero, la aplicación de límites de intensidad de las emisiones y un mercado del carbono, que incluiría las reducciones voluntarias autorizadas del metano como medio para ofrecer compensaciones.

#### Recuadro 4 Regulación del metano

Algunas jurisdicciones han establecido regulaciones sobre el metano dentro de la legislación general, como el derecho petrolero o un código ambiental, que suelen controlar los medios y procedimientos necesarios para controlar las emisiones.

La provincia canadiense de Columbia Británica ha emitido regulaciones para el metano derivado del petróleo y el gas en el marco de su [regulación de perforación y producción](#). Esta regla exige que las empresas explotadoras inspeccionen todos los pozos para detectar escapes en el entubado de superficie de los pozos en los momentos clave de su construcción y durante el mantenimiento rutinario. Si se localiza algún escape, la empresa explotadora debe informar a la autoridad reguladora y eliminar el peligro. Si se detecta migración de gas, la empresa explotadora debe informar a la autoridad reguladora y presentar una evaluación de riesgos. La regulación también prohíbe el venteo a menos que el valor de calentamiento, el volumen o el caudal del gas no sea suficiente para permitir la combustión estable y que se cumplan varias condiciones, como la minimización del volumen venteado. Además, impone restricciones a la combustión en antorcha y exige que se ejecute un programa de gestión de las emisiones fugitivas. Esto es, a su vez, el objeto de las [directrices de gestión de las emisiones fugitivas](#) vigentes en Columbia Británica.

Conviene señalar que el Gobierno federal del Canadá también ha emitido [regulaciones sobre el metano](#). De conformidad con el acuerdo de equivalencia de 2020 entre el Gobierno de Columbia Británica y el Gobierno federal, en el nivel de la provincia solo se aplican las regulaciones subnacionales, aunque los requisitos federales continúan vigentes en el caso de los conductos interprovinciales y otras infraestructuras federales.

En especial, algunos países ya cuentan con legislación aplicable que puede autorizar la regulación de la reducción de metano en niveles diferentes. A menudo, la legislación ambiental o energética incluye disposiciones sobre la necesidad de que las actividades económicas se ejecuten atendiendo al desarrollo sostenible, la utilización eficiente de los recursos o las mejores prácticas; dichas disposiciones podrían continuar desarrollándose en forma de regulaciones.

Tras decidirse por una **estrategia general**, se pueden incorporar **herramientas y elementos** adicionales para realizar la regulación y alcanzar los objetivos normativos.

En las secciones siguientes del paquete de herramientas se describen las tipologías regulatorias más importantes y los elementos regulatorios esenciales.

## Enfoques de la regulación

### ¿Qué tipos de herramienta son más adecuados para su estrategia y entorno?

En la sección [Tipología de los enfoques](#) se presentan cuatro enfoques regulatorios principales. A continuación, estudiaremos algunos ejemplos de esos enfoques y sus ventajas e inconvenientes, resumidos en el Cuadro 14.

**Cuadro 14** Ventajas e inconvenientes de los enfoques regulatorios

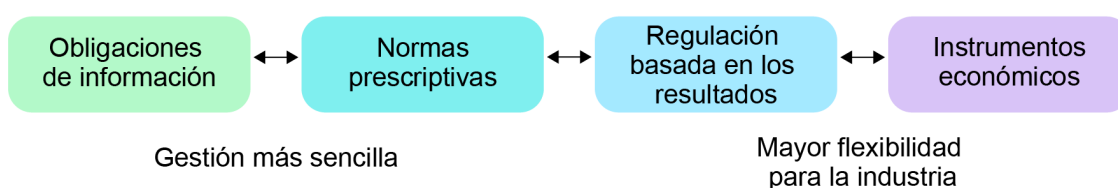
Enfoque regulatorio	Costes de transacción	Rigidez	Condiciones previas	Aplicable cuando...	Ejemplos
Prescriptivo	<b>Bajos</b> Gestión sencilla tanto para las autoridades reguladoras como para las empresas	<b>Alta</b> Solo se aplicarán los cambios prescritos	<b>Moderadas</b> Se requiere conocer las emisiones de las instalaciones	Se han determinado las oportunidades de reducción más importantes	Prohibición ( <a href="#">Guinea</a> , <a href="#">Ecuador</a> )
Basado en el desempeño o en los resultados	<b>Moderados</b> Se requiere monitoreo y seguimiento	<b>Baja</b> Promueve diferentes soluciones	<b>Altas</b> Requiere información sobre las emisiones de referencia y generales	Se tiene un conocimiento razonable de las emisiones y las capacidades de monitoreo	Límites para la planta ( <a href="#">Alberta</a> , <a href="#">Canadá</a> )
Económico	<b>Altos</b> Se requieren sistemas de verificación sólidos	<b>Baja</b> Permite estrategias de reducción específicas para cada empresa	<b>Moderadas</b> Requiere que se conozcan las emisiones de referencia y las contribuciones de metano conexas	Existe un sistema de monitoreo que está activo y se desea movilizar diferentes soluciones	Royalties ( <a href="#">Brasil</a> )
Basado en la información	<b>Altos</b> Es necesario recopilar, analizar y transmitir la información	<b>Moderada</b> Permite soluciones diferentes en algunos casos	<b>Bajas</b> No se necesita información previa	Es preciso comprender mejor las emisiones de metano y las oportunidades de reducción	Medición y presentación de informes ( <a href="#">Saskatchewan</a> , <a href="#">Canadá</a> )

Enfoque regulatorio	Costes de transacción	Rígidez	Condiciones previas	Aplicable cuando...	Ejemplos
Con frecuencia, se combinan enfoques diferentes; por ejemplo, <a href="#">Viet Nam</a> ha implementado una regulación que restringe la combustión en antorcha (prescriptivo), autoriza al Gobierno a conceder el derecho a utilizar gratuitamente el gas destinado a la combustión en antorcha (económico) y exige la comunicación de las pérdidas de gas (basado en la información).					

Es decisión de las autoridades reguladoras escoger el enfoque adecuado a un objetivo regulatorio concreto y al contexto institucional. Con frecuencia, una regulación sobre el metano forma parte de una iniciativa más amplia, con múltiples normativas coordinadas en aras de un objetivo mayor. También se puede diseñar para que sea coherente con las iniciativas de otras jurisdicciones, lo que posibilitaría la competencia leal entre zonas con mercados en común. En última instancia, una iniciativa normativa eficaz probablemente requerirá la cooperación de diferentes partes interesadas y una combinación de enfoques y herramientas regulatorios, todo ello con el objetivo de abordar las emisiones de metano de manera complementaria.

Por tanto, los diferentes enfoques regulatorios pueden apoyarse y complementarse entre sí. La regulación basada en la información puede ayudar a determinar las fuentes principales, que se gestionan a continuación con instrumentos prescriptivos o basados en el desempeño. Con el paso del tiempo, a medida que la autoridad reguladora comprende mejor la industria y las opciones de reducción, cabe la posibilidad de adoptar instrumentos económicos, por ejemplo, basados en el mercado, para ayudar a la empresa a cumplir y superar las regulaciones existentes. Ahora bien, la falta de información o recursos institucionales no debe retrasar la regulación sobre el metano; al contrario, puede sugerir ciertas opciones de diseño de políticas para compensar, e incluso subsanar, esas carencias.

**Figura 6 Progresión de los enfoques regulatorios**



AIE. Todos los derechos reservados.

Esta progresión refleja las diferentes consideraciones que influyen en la selección de los enfoques regulatorios. En un extremo, la información es limitada, así que quizás sería conveniente centrarse en obtener información para comprender las fuentes y las oportunidades de reducción. En el paso siguiente, se han identificado algunas

oportunidades de reducción evidentes y útiles, que se pueden implementar utilizando una regulación de mando y control. Tras establecer un entorno institucional con estimaciones razonables y capacidad para monitorear las emisiones, se pueden utilizar instrumentos económicos o normas basadas en el desempeño para garantizar más flexibilidad y propiciar soluciones creativas.

## Enfoque prescriptivo

Para reducir las emisiones, las normas prescriptivas (o los requisitos de **mando y control**) orientan a las entidades reguladas para que emprendan o no acciones o procedimientos específicos. Estas normas pueden definir requisitos de procedimiento, equipo o tecnología, como por ejemplo la instalación o sustitución de dispositivos concretos.

### Recuadro 5 Detección y reparación de fugas

Los programas de LDAR se orientan a localizar y reparar las fugas fugitivas. Las distintas normas que se elaboren podrían regular el tipo de equipo utilizado, la frecuencia de inspección, el umbral de fuga que activa los requisitos de reparación y el plazo de tiempo permitido para realizar las reparaciones. Usualmente, el requisito más habitual se refiere a campañas trimestrales de LDAR, aunque se observan varias excepciones. Para llevar a cabo estas campañas se pueden utilizar drones, vehículos o personal debidamente equipado.

En [Alberta \(Canadá\)](#) la regulación establece requisitos diferentes para los distintos tipos de instalación (por ejemplo, las plantas de gas y las estaciones de compresión deben completar tres análisis al año). Asimismo, se han regulado los métodos aceptados para la realización de los análisis (por ejemplo, una cámara de imágenes de gas puede detectar un flujo de gas metano puro emitido como mínimo a 1 gr/h a 6 metros de distancia del equipo objeto de análisis), aunque también permite utilizar cualquier dispositivo con funcionalidades equivalentes (que puede ser objeto de solicitudes de demostración). Además, ofrece directrices sobre el tipo de dispositivo que se debe analizar, los requisitos de formación del personal y las directivas de presentación de informes y reparación (por ejemplo, si las emisiones fugitivas se deben a un fallo de funcionamiento de un encendedor o piloto de una antorcha, deben corregir las fuentes de emisiones fugitivas detectadas en las 24 horas posteriores a la identificación).

Los protocolos de LDAR pueden formar parte de un plan de gestión de las emisiones fugitivas. Se puede obtener más información en el manual de Alberta para aprender a [elaborar un programa de gestión de las emisiones fugitivas](#) y en el [código de](#)



[práctica para la gestión, detección y comunicación de fugas en las plantas de explotación del petróleo](#) de Queensland (Australia).

Algunas regulaciones estipulan que las empresas deben atenerse a procedimientos o procesos de actividad concretos. Por ejemplo, muchas jurisdicciones exigen que las empresas establezcan programas de detección y reparación de fugas. Otro ejemplo son las [normas de 2012 de la EPA de los Estados Unidos relativas a los COV \(y su modificación de septiembre de 2020\)](#), que definen requisitos de procedimiento para las acabadas de pozos, como la obligación de dirigir el flujo de vuelta a la acabada o hacia los depósitos de almacenamiento.

Las regulaciones prescriptivas también pueden obligar a las empresas a adoptar prácticas de equipo específicas o a sustituir algunos dispositivos o componentes de altas emisiones. Según el reglamento de [Maryland](#), las empresas explotadoras deben convertir los dispositivos neumáticos propulsados por gas de purga continua a sistemas eléctricos o de aire comprimido o instalar un sistema de captación del vapor.

La regulación prescriptiva también puede incluir la prohibición absoluta de ciertas actividades. Muchos países no permiten el venteo o la combustión en antorcha rutinarios. La Ley de Hidrocarburos de [Argelia](#) prohíbe el venteo y la combustión en antorcha sin motivo de seguridad apremiante y sin autorización expresa de la autoridad reguladora.

#### **Recuadro 6 Requisitos de mejores tecnologías disponibles**

Cuando se habla de las mejores tecnologías disponibles, se hace referencia a la tecnología o el procedimiento de referencia para reducir las emisiones que, según se ha determinado, está razonablemente disponible. A menudo, esto se asocia a lo que se considera razonablemente viable y evoluciona de acuerdo con los avances tecnológicos. Con frecuencia, las regulaciones aluden a actualizaciones periódicas para reflejar las nuevas normas y las preocupaciones ambientales.

En [Colorado \(Estados Unidos\)](#), las normas se definen en función del tipo de planta. Por tanto, las instalaciones que almacenan, procesan o manejan petróleo o gas natural licuado deben minimizar las fugas de COV e hidrocarburos "cuanto sea razonablemente viable" mediante el uso de sistemas de recuperación de vapores o antorchas. La regulación establece que se deben utilizar las mejores tecnologías disponibles en el nivel del equipo (por ejemplo, las antorchas deben tener sistemas de encendido automático y los conductos abiertos deben tener tapas, tapones o

válvulas que sellen la tubería cuando no se esté utilizando) y especifica los tipos de dispositivo que se deben reemplazar por alternativas más adecuadas (por ejemplo, los operadores deben sustituir los controles neumáticos de purga continua de las plantas pertenecientes al sector *upstream* por controles de baja purga).

Otro ejemplo es [California \(Estados Unidos\)](#), que exige la ejecución de un plan de gestión de las mejores prácticas para limitar las emisiones de metano.

Una **ventaja importante** de las normas prescriptivas es su capacidad de influir de forma significativa en las emisiones globales sin necesidad de establecer una referencia de las emisiones o ejecutar un programa de monitoreo continuo. Otra ventaja de las normas prescriptivas radica en que su **gestión es relativamente sencilla**, tanto para la autoridad reguladora como para las empresas, ya que se sabe con claridad que requisitos deben ser cumplidos y a las autoridades reguladoras les resulta relativamente fácil determinar si se ha conseguido.

No obstante, este tipo de regulación también presenta inconvenientes. **Es posible que**, si no se incentiva a las empresas para que busquen estrategias más eficientes permitidas por la regulación, este enfoque de reducción de las emisiones **no sea el más costo-efectivo**. Con todo, quizás se puedan incorporar mecanismos que proveen a las empresas la flexibilidad necesaria para escoger entre varias opciones de reducción de emisiones disponibles.

En cualquier caso, en los países que están comenzando a regular el metano, **las normas prescriptivas pueden ser un primer paso importante**, sobre todo cuando se han identificado oportunidades de reducción evidentes. Con el paso del tiempo, quizás se puedan incorporar normas de desempeño o instrumentos económicos para que las empresas puedan buscar soluciones rentables.

## Enfoque basado en el desempeño o en los resultados

Una norma basada **en el desempeño o en los resultados** establece un criterio de desempeño obligatorio para las entidades reguladas, pero sin indicar cómo lograr dicho objetivo. Estas regulaciones suelen aplicarse en el nivel de la instalación o del dispositivo específico, pero podrían implementarse a mayor escala.

Normalmente, las normas basadas en el desempeño definen un estándar para dispositivos concretos. La regulación de [Colorado \(Estados Unidos\)](#) incluye ejemplo de normas de desempeño en el nivel del equipo. Por ejemplo, los depósitos de almacenamiento grandes deben cumplir un objetivo de reducción de COV del 95% y el diseño de las antorchas debe buscar una eficiencia del 98%.

En un plano algo más general, una regulación podría exigir que todas las empresas alcancen un objetivo específico de reducción del metano. Este es el enfoque adoptado en [Saskatchewan \(Canadá\)](#) para definir normas aplicables a las empresas que permitan conseguir reducciones anuales del metano. En este caso, la autoridad reguladora establece un límite de metano anual para todas las empresas pertenecientes al sector *upstream* que emiten al menos 50 000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al año. Al mismo tiempo, las empresas deben presentar y desarrollar un plan de reducción de las emisiones de metano relacionadas.

Aunque no es obligatorio, algunas jurisdicciones también han adoptado objetivos de desempeño estratégico nacionales o sectoriales en relación con las emisiones (o la intensidad) de metano. Por ejemplo, [Nigeria](#) ha definido el objetivo de reducir a la mitad las emisiones fugitivas derivadas de la producción y el procesamiento y de la transmisión y la distribución de aquí a 2030.

#### Recuadro 7 Normas de emisiones

Las normas de emisiones fijan límites a las emisiones de contaminantes procedentes de fuentes específicas. Se establecen en términos de una métrica concreta relacionada con las emisiones atmosféricas, como cantidad (por ejemplo, volumen), características (por ejemplo, temperatura) o medio (por ejemplo, altura de descarga). Aunque se definan en términos de desempeño, pueden integrarse en los regímenes regulatorios de naturaleza principalmente prescriptiva.

La legislación federal del [Canadá](#) sobre la liberación de metano y algunos COV establece las normas de desempeño en el nivel de la instalación y el equipo. Se aplican requisitos condicionales a las infraestructuras cubiertas de petróleo y gas cubiertas pertenecientes al sector *upstream* que manejan volúmenes significativos (al menos 60 000 m<sup>3</sup>/año de gas). Por ejemplo, a partir del 1 de enero de 2023, las instalaciones de producción deben limitar el volumen de metano venteado al año a 15 000 m<sup>3</sup>. Esta obligación no se aplica al gas venteado en actividades temporales, como emergencias o puesta en marcha de dispositivos, ni a ciertos equipos de procesamiento. Los dispositivos neumáticos también están regulados: los operadores de controles neumáticos propulsados por gas deben garantizar que las emisiones actuales continúan por debajo de 0,17 m<sup>3</sup>/h, y está prohibido que las bombas neumáticas emitan metano cuando el volumen del líquido bombeado excede de 20 litros al día.

Estos ejemplos ilustran la **ventaja** principal de las normas de desempeño en comparación con las normas prescriptivas. Concretamente, la entidad regulada tiene más margen para decidir cómo cumplirá la regulación, por lo que la empresa tiene

libertad para buscar la solución más rentable. Además, dado que las empresas que desarrollan tecnologías más baratas pueden reducir su coste derivado de cumplir la norma, este tipo de diseño normativo fomenta el desarrollo tecnológico e impulsa al mismo tiempo mejoras costo-eficientes de las emisiones.

Por otra parte, estos ejemplos también ilustran los principales inconvenientes de las normas de desempeño. En efecto, para que este tipo de regulación resulte eficaz, tanto las empresas como la autoridad reguladora deben contar con datos de referencia precisos y mecanismos fiables para supervisar el progreso, para lo cual se requerirían iniciativas de monitoreo de gran envergadura o métodos de cálculo de emisiones sofisticados. Teniendo en cuenta estos requisitos, las normas de desempeño son una herramienta muy útil si ya se han elaborado **estimaciones minuciosas del metano** o se han impuesto obligaciones de medición y si se cuenta con un **sistema de notificación**.

#### Recuadro 8 Intensidad del metano

El concepto de intensidad del metano representa las emisiones totales de metano procedentes de la producción de petróleo y gas como porcentaje del volumen de gas asociado comercializado. Se ha concebido como norma de desempeño y permite comparar los niveles de emisión de metano de diferentes actores y sectores de la industria petrolera.

Aunque no es una medida regulatoria, el [objetivo de intensidad del metano para 2025](#) de la Oil and Gas Climate Initiative constituye un ejemplo del funcionamiento de las metas de intensidad. La meta abarca todas las fuentes de recursos explotados en el sector *upstream*, incluidos los gases fugitivos, el venteo y la combustión incompleta. El objetivo global es la coherencia con las metas de París y con el objetivo de reducir las emisiones de metano a casi cero (0,25-0,2%) de aquí a 2025. Se aplica a las empresas miembros de la iniciativa (BP, Chevron, CNPC, Eni, Equinor, ExxonMobil, Occidental, Petrobras, Repsol, Saudi Aramco, Shell y Total). La iniciativa presenta una serie de medidas de reducción del metano, entre las que figura la combustión rutinaria en antorcha cero para 2030.

Teóricamente, las metas de este tipo se podrían integrar en los requisitos regulatorios o normativos. Así lo sugirieron 10 empresas en sus [recomendaciones de normativa](#) para el Pacto Verde Europeo. Las empresas propusieron aplicar una norma de desempeño basada en la intensidad al segmento *upstream* de las cadenas de suministro. La [Global Methane Alliance](#) también defiende las metas de intensidad del metano y recomienda que los países se fijen un objetivo de intensidad del 0,2%.

## Enfoque económico

Las disposiciones económicas impulsan la acción al aplicar sanciones o incentivos financieros, que pueden adoptar la forma de impuestos, subvenciones o **instrumentos basados en el mercado**, como cuotas de emisiones o créditos de carbono, que permiten a las empresas escoger entre varias estrategias para gestionar las emisiones. En este contexto, la regulación brinda a la industria la oportunidad de elegir entre reducir las emisiones o abonar el metano liberado, lo que modificaría en la práctica la curva del coste de abatimiento. En respuesta, una empresa explotadora puede optar por reducir el venteo en lugar de pagar un impuesto al metano.

Los instrumentos económicos suelen influir en la conducta ya que encarecen las acciones no deseadas. El ejemplo más sencillo de un instrumento de este tipo es el impuesto sobre las emisiones, como el [impuesto al carbono de Noruega](#), que se describe en el Recuadro 9. Otras versiones pueden ofrecer opciones de cumplimiento diferentes, como el sistema de innovación tecnológica y reducción de las emisiones de [Alberta](#) (Canadá), donde las instalaciones reguladas deben escoger una de las opciones siguientes: reducir sus emisiones, amortizar los créditos que han superado sus objetivos de reducción, adquirir compensaciones de entidades no reguladas o pagar a un fondo de cumplimiento.

### Recuadro 9 Impuestos sobre las emisiones

En el contexto del metano, el término "impuesto al carbono" suele hacer referencia a un impuesto al dióxido de carbono equivalente. En específico, corresponde a una tasa por las emisiones de gases de efectos invernadero procedentes de un sector económico o una entidad. Este impuesto refleja el principio de "quien contamina paga" y su objetivo es reducir las emisiones consiguiendo que las empresas y los consumidores interioricen los costes de la contaminación. Una dificultad asociada a este enfoque radica en establecer un coste adecuado para las externalidades vinculadas a las emisiones de gases de efecto invernadero.

[Noruega](#) aplica un impuesto sobre las emisiones que se adeuda por la combustión del petróleo y la descarga de gas natural procedente de la producción petrolera marítima (el impuesto incluye las emisiones de metano y CO<sub>2</sub> resultantes de la producción o el transporte de petróleo). Además, establece sistemas para el cálculo y el pago del impuesto, que contienen [obligaciones de medición y presentación de informes](#) a fin de determinar el volumen de las emisiones. La industria marítima está sujeta a una tarifa de [500 NKr/t](#) (unos 58 USD).

Algunos países ya aplican alguna forma de impuesto al carbono a ciertos sectores, aunque no siempre incluye las emisiones de metano, como sucede en [Canadá](#) con el consumo de combustible y las emisiones industriales y en [Sudáfrica](#) con los grandes emisores.

Los instrumentos económicos pueden basarse en la promoción de las conductas deseables. Los gobiernos pueden ofrecer incentivos económicos para empujar a las empresas a actuar de una manera determinada. Por ejemplo, Rusia permite [compensar la cuota por los efectos de la contaminación](#) cuando la empresa explotadora pueda demostrar que el dinero se utilizó para invertir en la captura y utilización del gas asociado. De manera similar, [Nigeria](#) permite que las empresas deduzcan de sus beneficios los gastos de capital por el equipo de gas como método de tributación, así como los royalties calculados por el gas que se vende y entrega en la fase *downstream* de la cadena. En [Canadá](#) y en la provincia de [Alberta](#), se están facilitando más incentivos económicos directos a las empresas en forma de préstamos y subvenciones por los proyectos de reducción del metano en pozos activos y huérfanos.

Los instrumentos económicos comparten algunas de las ventajas e inconvenientes de los instrumentos basados en el desempeño y en los resultados. El beneficio principal es la libertad de las empresas para buscar el método de reducción de las emisiones más **costo-efectivo**, lo que puede fomentar la innovación y animar a otras partes interesadas, como los proveedores de servicios y diferentes sectores de la cadena de valor, a identificar todas las soluciones costo-efectivas teniendo en cuenta los incentivos económicos.

Al mismo tiempo, los instrumentos económicos suelen requerir una base de **información estructurada** y un **sistema de monitoreo, comunicación y verificación** sólido. Se necesitan datos fiables para que las autoridades reguladoras y los mercados puedan establecer precios adecuados y proceder con las labores de medición y presentación de informes necesarias.

#### **Recuadro 10 Impuesto al venteo y la combustión en antorcha**

El impuesto al gas venteado y quemado en antorcha es un medio para desincentivar esta práctica ya que las empresas deben abonar una tasa por la cantidad de gas perdido. Las antorchas y los venteos se utilizan para eliminar los gases no deseados durante las operaciones en el sector *upstream*, por motivos de seguridad o económicos. El venteo conlleva la liberación intencionada de gas a la atmósfera,

mientras que la combustión en antorcha implica quemar gas natural, normalmente con tasas de combustión incompletas, lo que genera emisiones de metano residuales.

[Nigeria](#) ha puesto en marcha impuestos a la combustión en antorcha que varían en función del tamaño de la infraestructura (por ejemplo, una empresa explotadora que produce más de 10 000 barriles de petróleo al día debe abonar 2 USD por 28,317 m<sup>3</sup> de gas quemado, mientras que las plantas pequeñas pagan 0,50 USD por ese mismo volumen). Los proyectos en terrenos no urbanizados no pueden realizar ninguna actividad rutinaria de combustión en antorcha o venteo. Nigeria también ha definido obligaciones de mantenimiento de registros y presentación de informes.

[Brasil](#) también aplica una tasa a la combustión en antorcha en forma de pagos de canon por el metano que se quema o ventea de manera innecesaria. El organismo regulador presenta los límites de combustión en antorcha y las pérdidas anuales y mensuales, y los vincula a ciertos cánones. Si se superan los límites debido a las restricciones operativas, las empresas explotadoras deben reducir la producción de petróleo y gas natural.

## Enfoque basado en la información

Las **regulaciones basadas en la información** se diseñan para mejorar la información sobre las emisiones. Su objetivo es corregir las carencias de datos y ofrecer a las autoridades reguladoras, a los miembros de la industria y al público conocimientos mejorados sobre las principales fuentes de problemas y las oportunidades. Las disposiciones relativas a la información también pueden abordar otros aspectos de la compilación y organización de datos, como la divulgación pública y el proceso de recopilación y tratamiento de estos.

La versión más básica de esta regulación es una sencilla obligación de presentación de informes, en virtud de la cual las entidades reguladas deben cuantificar sus emisiones, por medición o estimación, y comunicarlas a la autoridad reguladora. El programa de notificación de los gases de efecto invernadero de la [EPA de los Estados Unidos](#) exige que todas las instalaciones con emisiones anuales mínimas de 25 000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente informen sobre sus emisiones. En lo que respecta al metano, las emisiones se pueden calcular con los inventarios de las instalaciones, los factores de emisión de la EPA y la información de proceso pertinente para las estimaciones de emisiones.

### **Recuadro 11 Evaluación del impacto ambiental**

En muchas jurisdicciones, los desarrolladores tienen la obligación de realizar una evaluación del impacto ambiental (EIA) vinculada a la valoración del proyecto. Las EIA permiten identificar las consecuencias de una medida propuesta, contribuyen a la toma de decisiones (por ejemplo, al conceder o rechazar una autorización) y ayudan a la elaboración de planes de gestión ambiental.

En Brasil, la práctica de las EIA forma parte del proceso de concesión de licencias ambientales para instalaciones de petróleo y gas. Las EIA también conforman la base de los requisitos contenidos en los planes de gestión ambiental. Una [nota informativa](#) resume la práctica común, que consta de múltiples requisitos como los calendarios de puesta en marcha de los sistemas de tratamiento y destino del gas (por ejemplo, gaseoductos de exportación), las autorizaciones para iniciar la producción de los pozos (que a menudo están conectadas con la eficiencia de una plataforma en materia de utilización del gas producido), las compensaciones por volúmenes anormales de gas quemado o venteado y los límites a la combustión en antorcha. Las medidas de compensación se definen antes del funcionamiento y pueden adoptar la forma de proyectos de reforestación, contribuciones a los fondos climáticos o adquisición o liquidación de créditos de carbono.

Las EIA brindan la oportunidad de detectar las fuentes de metano más importantes y permiten introducir medidas de reducción eficaces. El objetivo de esta [guía](#) es ayudar a los profesionales a completar este proceso.

En otros casos, las disposiciones relativas a la información pueden presentarse como método de cumplimiento o facilitar la observancia de otras normas, como los impuestos y royalties. Por ejemplo, en el [Reino Unido](#) las empresas explotadoras deben conseguir una autorización previa para las actividades de combustión en antorcha o venteo. No se requiere autorización para eventos imprevistos relacionados con la seguridad laboral, pero la empresa explotadora debe informar de inmediato de ellos a la autoridad reguladora.

Las disposiciones relativas a la información también pueden contribuir de manera más directa a reducir las emisiones. En algunos casos, es posible que las empresas no tomen medidas para reducir la liberación de metano porque no saben cuánto metano están emitiendo. Al obligarlas a cuantificar sus emisiones, tienen información más precisa y quizás se animen a trabajar en ese sentido. Además, las autoridades reguladoras pueden decidir publicar la información sobre las emisiones para que las partes interesadas, como los inversores, conozcan el desempeño de los actores de la industria. En [Alberta](#), por ejemplo, se publica un [informe estadístico anual](#) que incluye una lista de empresas operadoras ordenadas según sus emisiones de



combustión en antorcha y venteo. Las empresas que ocupan los primeros puestos de la lista pueden recibir más presiones de sus inversores y otros interesados con el objetivo de que reduzcan sus emisiones.

Una ventaja de las regulaciones basadas en la información es su **coste de ejecución**, que suele ser **reducido**. Por consiguiente, resultan útiles durante todo el proceso de desarrollo regulatorio en la medida en que facilitan las cifras necesarias en las etapas iniciales y suelen servir de condición para la implementación de otros enfoques institucionales. Por otra parte, estas regulaciones pueden tener **poco impacto en las emisiones** ya que no se acompañan obligatoriamente de medidas de acción directa, en especial en los contextos en los que no resultaría viable comercializar el metano capturado.

En última instancia, merece la pena mejorar la accesibilidad de la información, en especial cuando se necesita información adicional sobre la industria para elaborar regulaciones o para **sensibilizar sobre las emisiones de metano** y las ventajas ambientales, de seguridad, energéticas y económicas relacionadas. Además, estas políticas pueden apoyar otras estrategias regulatorias.

#### **Recuadro 12 Provisión de información**

La divulgación de información es una manera de promover la gestión y el intercambio de datos. Permite que las personas accedan a pruebas generadas por programas de monitoreo o exijan a las autoridades que faciliten los datos ambientales.

La [regulación de Nigeria sobre la combustión en antorcha](#), por ejemplo, establece que las empresas explotadoras deben conservar un registro diario de la combustión en antorcha y el venteo del gas basado en las mediciones y presentar esos registros una vez al mes. A continuación, el organismo administrativo competente compila un informe anual, que contiene una clasificación de los productores ordenados según su utilización del gas asociado. En [Alberta \(Canadá\)](#) se emplea un procedimiento similar: se publica un informe que contiene un resumen de los volúmenes quemados y venteados en los distintos sectores de actividad del petróleo y gas y una clasificación de las empresas explotadoras ordenadas por gas quemado, gas venteadado y producción total de petróleo y gas.

Las [regulaciones sobre información ambiental del Reino Unido](#) exigen que las autoridades gubernamentales divulguen la información pública y promuevan la accesibilidad de los datos. Además, establecen que las autoridades deben facilitar la información que se solicite siempre que sea posible y citan las excepciones correspondientes (por ejemplo, en los asuntos de seguridad nacional o cuando suponga un riesgo para los datos personales).

## Elementos básicos

### ¿Qué aspectos son clave para que los regímenes regulatorios del metano tengan éxito?

A partir del análisis de las normativas existentes sobre el metano realizado por la AIE y de las conversaciones con autoridades reguladoras, miembros de la industria, promotores e investigadores, hemos identificado una serie de elementos básicos de diseño regulatorio que respaldan la regulación del metano. Se deben tener en cuenta estos elementos en cualquier programa de reducción de metano.

El monitoreo, la presentación de informes y la verificación son elementos de apoyo clave de diferentes regulaciones. Estos requisitos garantizan que el cumplimiento de la regulación sea viable al facilitar la información necesaria a las autoridades reguladoras y les permiten rastrear el progreso hacia los objetivos regulatorios. Además, para tener éxito, todos los regímenes jurídicos requieren algún mecanismo de aplicación.

Por último, en vista de la rápida evolución de la tecnología, es posible que la regulación quede desactualizada incluso antes de publicarse. Por tanto, desde el principio es importante elaborar un plan para garantizar que se puede adaptar a los avances tecnológicos, incorporar el aprendizaje y gestionar los objetivos cambiantes.

### Monitoreo

El monitoreo abarca la **observación y revisión sistemáticas** de parámetros seleccionados. La identificación y evaluación de las fuentes de metano, que incluyen el venteo deliberado, las antorchas apagadas, las liberaciones en situaciones de emergencia y las emisiones fugitivas, dependen en esfuerzos de vigilancia continuos.

El monitoreo puede detectar o cuantificar las liberaciones de metano. La detección es suficiente para verificar la necesidad de acciones (reparaciones, cierre de una compuerta), pero es preciso cuantificar las emisiones para entenderlas mejor y establecer las referencias y los objetivos conexos (Paso 6). La cuantificación mediante un enfoque ascendente es la manera más habitual de calcular las emisiones generales. Esta se apoya en los datos de actividad (por ejemplo, el número de instalaciones, el número de operaciones, los volúmenes de producción de petróleo y gas) y en factores de emisión generales o concretos (por ejemplo, los valores predeterminados o los coeficientes de pérdida de tipos de dispositivos específicos) para calcular las tasas de emisión globales. La cuantificación descendente requiere la medición directa de las concentraciones de metano en la atmósfera (normalmente

por sensores aerotransportados o de satélite) para deducir las liberaciones de emisión. Las mediciones descendentes no suelen necesitar la participación de las empresas explotadoras y pueden utilizarse a una escala mayor.

### Recuadro 13 Campañas de medición

Por regla general, las campañas de medición implican recopilar y comunicar datos, en virtud de los cuales las empresas explotadoras deben registrar, procesar y enviar la información solicitada. Estas campañas pueden ser un paso necesario para la elaboración de inventarios de potenciales fuentes de metano o para la estimación de las emisiones de plantas en funcionamiento. Normalmente ayudan a definir los factores de emisión específicos que están vinculados a otros instrumentos regulatorios, como los impuestos sobre las emisiones.

La industria de Noruega, por ejemplo, preparó un [manual para cuantificar las emisiones de metano directo y COV distintos del metano](#) a partir de unos estudios que destacaban evidencia de las carencias del sistema anterior. En este documento se presentan técnicas de medición para distintos tipos de dispositivos. Por ejemplo, cuando los colectores de venteo de la planta cuentan con medidores de flujo, estas mediciones pueden utilizarse como base, sin necesidad de cuantificar las fuentes, siempre y cuando se obtengan datos con un nivel de precisión igual o superior (demostrado). Si el gas emitido a través del colector de venteo contiene volúmenes grandes de gases inertes, es preciso medir y deducir su proporción.

La industria de [Noruega también elaboró directrices](#) para cuantificar y comunicar las emisiones que conllevan obligaciones de medición. En este [artículo](#) se analizan las tecnologías de medición y cribado del sector *upstream*.

Por consiguiente, las autoridades reguladoras deben valorar si resulta conveniente perfilar las obligaciones de monitoreo en forma coordinada con la regulación general. El monitoreo periódico centrado en la detección, como las campañas de LDAR, puede ayudar a detectar emisiones fugitivas intermitentes o desconocidas. Por otra parte, las campañas de medición pueden propiciar factores de emisión e inventarios del metano más adecuados. Asimismo, se puede establecer el monitoreo continuo en algunos casos concretos a fin de garantizar que la cuantificación es más precisa y proporcionar funciones de detección ininterrumpidas que permiten actuar rápidamente en caso de un incidente de emisiones elevadas.

En el nivel más básico, las políticas de monitoreo pueden requerir evaluaciones del personal que fiscaliza la planta intentando localizar los fallos de funcionamiento a través de la vista, el oído y el olfato. Si se aplica un enfoque con instrumentación, el

personal puede utilizar detectores portátiles o sensores de infrarrojos de COV (también denominados cámaras de visualización óptica de imágenes de gas). Otras opciones son utilizar detectores acústicos de fugas, pruebas de fugas por burbujeo, espectrómetros, detectores láser de fugas y equipo de cuantificación como medidores de flujo o toma muestras de volumen. En el Capítulo 2 de esta [guía](#) se ofrece más información sobre las metodologías de cuantificación, y en el Anexo 2 se presenta un resumen de las tecnologías de detección y cuantificación conexas ya consolidadas.

En las zonas industriales y las plantas más grandes, se pueden realizar monitoreos periódicos mediante dispositivos instalados en vehículos o vigilancia aérea, a través de radares láser, imágenes ópticas u otras técnicas. Este monitoreo también puede ser continuo en el nivel de las plantas, utilizando torres y cámaras de vigilancia.

#### **Recuadro 14 Detección por satélite**

Cada vez más, las mediciones por satélite permiten identificar grandes fuentes de metano de manera remota. En los próximos años, se espera que los sistemas de satélite ofrezcan cobertura mundial estable de las emisiones de metano derivadas de las explotaciones de petróleo y gas. Los datos orbitales ayudan a localizar a los superemisores y mejorar nuestro conocimiento de las fuentes de emisiones de metano.

El [satélite Sentinel-5P](#), que forma parte del programa Copernicus de la Agencia Espacial Europea, transporta el [TROPOMI \(Tropospheric Monitoring Instrument\)](#), un instrumento que proporciona lecturas de la concentración de metano en zonas de 5 km por 7,5 km, de manera que analiza la totalidad del planeta cada cuatro días. Kayrros ha utilizado estos datos para monitorear las emisiones de metano del sector energético. GHGSat también empleó la información de Sentinel-5P, junto con sus propias observaciones, para elaborar un [mapamundi interactivo de las emisiones de metano](#). Adicionalmente, la lista de sensores de satélite está aumentando, por ejemplo con el nuevo satélite financiado por Alemania, el [Environmental Mapping and Analysis Program](#) (EnMAP), cuyo lanzamiento está previsto para finales de 2020. Por otra parte, en 2022 el Environmental Defense Fund (EDF) lanzará [MethaneSat](#) enfocado específicamente en regiones estratégicas que representan más del 80% de la producción mundial de petróleo y gas. MethaneSat ofrecerá un nivel de detalle suficiente para identificar la ubicación de la fuente con un margen de precisión de 400 metros y detectar diferencias en las concentraciones de metano de hasta 2 partes por mil millones. Con todo, los satélites presentan algunas carencias, como problemas de cobertura (por ejemplo, resulta difícil detectar las emisiones en zonas marítimas) y limitaciones de precisión.

La tecnología avanza a gran velocidad en este ámbito, lo que permite utilizar más [tecnologías de teledetección](#) con umbrales de sensibilidad y costes cada vez más bajos. Así, dependiendo de la superficie de área cubierta y los coeficientes de pérdida objetivo, las aeronaves de ala fija, los drones y los satélites pueden ser herramientas útiles. En general, a mayor cobertura menos sensibilidad; por tanto, estas tecnologías pueden utilizarse en combinación con otras para garantizar resultados óptimos. Por ejemplo, una estrategia prometedora para lograr una labor de LDAR rentable consiste en [integrar tecnologías de primer nivel para el cribado y la detección a corta distancia](#). En este contexto, las imágenes orbitales facilitan la detección de accidentes y superemisores, mientras que la detección aérea muestra las instalaciones con contribuciones de metano importantes y las iniciativas de monitoreo *in situ* ayudan a gestionar las fugas más pequeñas.

Para utilizar los **datos de satélite**, puede ser necesario colaborar con empresas especializadas que cuentan con capacidades de procesamiento y decodificación. Las soluciones de monitoreo disponibles actualmente, como [TROPOMI](#), Sentinel-2 y Landsat 8, proporcionan cobertura mundial y mediciones diarias. Aunque los avances tecnológicos permiten lanzar satélites con cada vez más resolución (por ejemplo, [EnMAP](#) y [GHGSat](#)), hay varios factores (además de los umbrales de detección elevados) que repercuten negativamente en las imágenes de satélite, como la nubosidad, los entornos marítimos y las zonas forestales, por lo que deben acompañarse de otros medios de detección. Un sistema óptimo combinará las mediciones de satélites con las fuentes ascendentes, como sensores terrestres y datos de actividad. Por consiguiente, para monitorear las emisiones de metano de manera integral es esencial contar con medios de organización y análisis de datos adecuados.

## Mantenimiento de registros y presentación de informes

Las obligaciones de mantenimiento de registros y presentación de informes están estrechamente vinculadas con las obligaciones de monitoreo. Estas garantizan que las autoridades reguladoras tengan **acceso a la información** de la industria necesaria, tanto para verificar el cumplimiento como para ayudar al inventariado de emisiones. Por regla general, la regulación correspondiente especifica las definiciones y la metodología aplicable a la información enviada, de manera que se puedan comparar los diferentes datos e informes empresariales. Además, puede ofrecer orientaciones para realizar las mediciones o indican las especificaciones relativas a la metodología de cálculo de las estimaciones. En este sentido, la regulación puede describir los tipos de factores de emisión que se deben utilizar y la manera de determinar cuáles son.

La [Asociación CCAC Petróleo y Gas Metano](#) está elaborando un nuevo marco de presentación de informes, que se publicará a finales de 2020, con el objetivo de proporcionar un criterio universal para la comunicación de las emisiones de metano de las empresas.

A su vez, las obligaciones de mantenimiento de registros definen los estándares técnicos aplicables a los elementos que las empresas deben rastrear e incluir en su mantenimiento de registros. Estas normas especifican durante cuánto tiempo se deben conservar los registros y en qué condiciones. También establecen obligaciones de formación para los trabajadores que realizan los cálculos y conceden el derecho de inspección a la autoridad reguladora.

#### **Recuadro 15 Reporte de gases de efecto invernadero**

El reporte de los gases de efecto invernadero es una obligación habitual en las disposiciones relativas a esta clase de gases y el cambio climático. Puede tener carácter obligatorio o voluntario. Las normas definen las condiciones y el alcance y establecen qué fuentes deben incluirse, el calendario de recopilación de datos y otros aspectos conexos.

En los Estados Unidos se creó un [programa de reporte de gases de efecto invernadero](#), entre los que figura el metano, que se aplica a las instalaciones que emiten como mínimo 25 000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al año (por ejemplo, minas subterráneas de carbón, plantas marítimas y terrestres de producción de petróleo y gas natural, instalaciones de procesamiento, transmisión, almacenamiento y distribución del gas natural). Además, indica los registros que deben conservarse durante tres años, identifica las fuentes de emisiones de cada sector de actividad y proporciona metodologías de cálculo de las emisiones. La norma también estipula cómo informar sobre los niveles de actividad, define las subpartes aplicables de cada categoría de fuente y contiene disposiciones para garantizar la precisión de los datos de emisiones.

En la [Columbia Británica \(Canadá\)](#), la legislación aplicable también exige que se comuniquen los gases de efecto invernadero y establece el formato de los informes (por ejemplo, con un diagrama de flujo del proceso). Para obtener más información sobre este tema, consulte las [directrices de la CMNUCC para la presentación de informes sobre los inventarios anuales dirigidas a las partes incluidas en el Anexo I de la Convención](#).

Las disposiciones sobre presentación de informes obligan a las empresas a enviar información a la autoridad reguladora y pueden ofrecer directrices sobre el formato,

método de recopilación y mecanismo de presentación que se deben utilizar específicamente. Las obligaciones de presentación de informes contribuyen al seguimiento del cumplimiento y ayudan a entender si se está avanzando. Además, resultan particularmente útiles para establecer referencias de emisiones. Estas referencias formuladas por empresas pueden ser objeto de aprobación administrativa o revisión por pares y pueden definirse con el apoyo de las mediciones directas o basarse únicamente en los factores y las estimaciones de las emisiones. Finalmente, al establecer las obligaciones conexas de mantenimiento de registros y presentación de informes, se debe considerar la posibilidad de incluir los años de base, los niveles de actividad y otros parámetros pertinentes.

Además de la presentación de informes sobre el cumplimiento y las estimaciones de emisiones, puede que resulte conveniente exigir informes sobre los niveles de actividad, los inventarios de equipo (por ejemplo, plumas de venteo) y el estado de las instalaciones (por ejemplo, condiciones de los conductos), así como un resumen de los eventos significativos (por ejemplo, campañas de mantenimiento, accidentes o acciones de venteo importantes). De esta manera, se conocerán mejor las fuentes de emisiones y los eventos subyacentes y se facilitará la determinación de los riesgos y oportunidades críticos asociados a la formulación de nuevas prácticas y la implantación de procedimientos de seguridad complementarios.

En este contexto, las autoridades reguladoras deben centrarse en encontrar el **equilibrio** entre solicitar suficiente **información** sobre aspectos vinculados con las emisiones de metano y evitar sobrecargar a la industria y los órganos administrativos con el **procesamiento** de datos de baja utilidad.

#### **Recuadro 16 Reporte sobre la combustión en antorcha y el venteo**

Las obligaciones de presentación de información pueden ser aplicadas de forma particular a la combustión en antorcha y el venteo. Dentro de los datos cuyo reporte es importante se encuentran, la cantidad de gas liberado o venteadado, la definición de lo que se considera una operación rutinaria, las estimaciones de emisiones o los índices de utilización del gas (porcentaje de gas producido que se utilizó). Estas obligaciones también pueden incluir reportar información sobre la frecuencia y el volumen de emisión de las operaciones de explotación, así como el incremento de la actividad de la instalación, el cierre de la planta o las pruebas de pozos. Finalmente, los informes elaborados con los datos recopilados pueden servir de base para el cumplimiento o para el cálculo de los impuestos y cánones.

Nigeria ha publicado unas [directrices para las obligaciones de medición, gestión de datos y presentación de informes del gas quemado en antorcha](#), que exigen que los

productores envíen una serie de informes mensuales y anuales sobre la combustión en antorcha. Por tanto, las empresas explotadoras deben informar sobre la composición de los diferentes flujos de gas, calcular la proporción de petróleo y gas del gas asociado, proporcionar un factor de utilización del gas asociado (definido como el volumen de gas que no es objeto de combustión en antorcha o venteo) e indicar las cantidades de combustión en antorcha rutinaria y no rutinaria. Las directrices también contienen disposiciones sobre el gas quemado no contabilizado.

La ley de [Argelia](#) que regula las actividades relacionadas con los hidrocarburos incluye un sistema de presentación de informes sobre las emisiones de gases de efecto invernadero. En ella se establece que si se utiliza la combustión en antorcha sin autorización previa, por motivos de seguridad, se debe enviar un informe al organismo competente para regularizar la actividad en un plazo de 10 días a partir de finalización de la operación.

## Verificación y cumplimiento

Las acciones tendientes a exigir el cumplimiento de una regulación crean la cultura de su **observancia**, garantiza la **eficacia** y genera **confianza** en el programa de reducción del metano, particularmente, fomenta la confianza del público, los países importadores, los interesados de las empresas multinacionales que operan en el país y las organizaciones no gubernamentales de todo el mundo dedicadas a las cuestiones climáticas. En este contexto, la comunicación clara y la divulgación son el punto de partida hacia el cumplimiento. Sin embargo, también se requieren iniciativas de prevención, incluyendo inspecciones para detectar problemas graves que deban solucionarse y así evitar sanciones.

A fin de ejecutar la regulación de manera justa y efectiva, se requiere tanto capacidad técnica para detectar el incumplimiento como voluntad y poder políticos para aplicar sanciones y quitar privilegios (en algunas jurisdicciones, el incumplimiento reiterado autoriza a la autoridad reguladora a retirar los permisos o a denegarlos en el futuro). La habilidad para detectar los incumplimientos dependerá de la naturaleza de las disposiciones, así, puede resultar más sencillo determinar el cumplimiento de las disposiciones que se centran en acciones concretas, como eliminar la combustión en antorcha rutinaria, por sobre aquellas que se refieren a las emisiones globales.



### Recuadro 17 Verificación por terceros

La verificación por terceros es el proceso por el cual una organización o profesional independiente observa la información proporcionada por la empresa explotadora del petróleo y gas e informa sobre su validez. Puede requerir el examen de todos los registros y archivos, la inspección de las instalaciones, entrevistas u otros procedimientos de verificación para garantizar que los proyectos estén conformes con los criterios y obligaciones establecidos. El procedimiento permite identificar las oportunidades de mejora y determinar la observancia de los códigos y las normas. La regulación correspondiente puede especificar los contenidos, métodos y frecuencia de las evaluaciones o las cualificaciones necesarias.

En [México](#), las empresas están obligadas a contratar cada año los servicios de un tercero autorizado para verificar la ejecución de un determinado programa. Así, tras cada revisión de un tercero autorizado, todos los informes de conformidad se envían a la autoridad reguladora. En condiciones idóneas, las entidades externas que realizan la verificación serán un grupo multidisciplinario con experiencia, en reducción de las emisiones, con conocimientos en gestión de esos programas, conocimiento de los proyectos de petróleo y gas y aptitudes en cuantificación de emisiones.

Para conocer otro ejemplo, consulte el caso del Programa Nacional de Control de Pérdidas de Tanques Aéreos de Almacenamiento de Hidrocarburos y sus derivados de [Argentina](#), el cual requiere auditorías independientes de las instalaciones participantes.

Un planteamiento de la verificación consiste en confiar en **auditorías externas**. La gran ventaja de esta opción es que el organismo puede recurrir a verificadores externos, en lugar de tener que gastar importantes recursos internos en auditoría. Los verificadores externos pueden realizar algunas de las actividades que desempeñan los auditores gubernamentales, como inspecciones externas, análisis de informes o mediciones de monitoreo nuevas. Con todo, estos sistemas presentan algunas desventajas. Por ejemplo, pueden surgir dificultades si no existe en la jurisdicción ninguna empresa de verificación por terceros, especialmente, si toma demasiado tiempo en que alguna empresa pueda establecerse en el rubro. A esto se agrega que los sistemas de auditoría pueden resultar caros para las empresas o pueden requerir la orientación de las autoridades reguladoras sobre los aspectos que se deberían analizar y la manera de realizar las evaluaciones.

Muchas jurisdicciones han impuesto **obligaciones de aviso** específicas en virtud de las cuales las empresas explotadoras deben reportar a la autoridad reguladora o a las comunidades próximas sobre la realización de actividades de alto riesgo. En

[Maryland](#), por ejemplo, las empresas deben emitir una notificación pública antes de las operaciones de purga, vale decir, deben realizar una notificación antes de desempeñar actividades como completar un pozo o realizar el mantenimiento de un depósito de almacenamiento. Luego de que la empresa reporta la operación, la autoridad reguladora tiene la opción de acudir al lugar y supervisar la actividad, e incluso puede realizar mediciones de metano mientras se desarrolla el trabajo. Finalmente, el disponer de esta información le permite a la autoridad relacionar los eventos reportados con los picos de emisiones de metano, siempre y cuando la obligación de presentación de informes se combine con la vigilancia.

La regulación también puede dotar a la autoridad de las competencias necesarias para realizar **inspecciones** en las instalaciones de la empresa y revisar las actividades desarrolladas o la infraestructura disponible. La regulación [Argentina](#), por ejemplo, permite que las autoridades realicen visitas sin previo aviso. Con todo, se debe tener presente que esto puede resultar complicado si se trata de una planta marítima, ya que la autoridad reguladora tendrá que organizar el vuelo para llegar a ella desde la empresa explotadora. Por otro lado, en lugar de inspecciones *in situ*, las autoridades reguladoras pueden realizar **exámenes de perímetro** desde el exterior de la instalación, con instrumentos de medición terrestres o aéreos. Los resultados pueden indicar la necesidad de una inspección posterior o una conversación de seguimiento.

Por último, las autoridades reguladoras deben ser capaces de emprender medidas coercitivas ante el incumplimiento, tales como **sanciones pecuniarias** o de otro tipo. Estas medidas deben aplicarse tanto en caso de incumplimiento de una norma como si no se presentan informes precisos o no se conservan los registros.

### Recuadro 18 Sanciones

Las sanciones pueden ser definidas como multas u otros medios de apremio que garantizan el cumplimiento de la ley. Suelen ser progresivas, es decir, aumentan cuando se incumple repetidamente la disposición en función de la magnitud de la infracción. Además, las sanciones pueden adoptar la forma de tasas, suspensión o revocación de los permisos o las operaciones, así como prohibir la celebración de contratos nuevos u otras formas de castigo.

En [Gabón](#), las sanciones están clasificadas en diferentes grupos en función de las categorías de incumplimiento específicas (por ejemplo, contratistas que no presentan los informes y estudios obligatorios, incumplimiento de los requisitos de inocuidad, higiene, salud, seguridad y medio ambiente). Por lo tanto, cualquier contratista que incumpla la prohibición de quemar gas en antorcha puede recibir una

sanción variable, que oscila entre 50 millones XAF y 2 500 millones XAF (francos centroafricanos, FCFA), es decir, entre 90 000 USD y 4,6 millones USD. Los contratistas que no ejecuten debidamente el plan de reducción de la combustión en antorcha o que no respeten los umbrales de combustión en antorcha también pueden ser objeto de sanciones. Es más, el incumplimiento de las disposiciones relativas a la medición, el mantenimiento de registros y la calibración se asocia a una sanción de entre 1 000 millones XAF y 2 500 millones XAF, es decir, entre 1,8 millones USD y 4,6 millones USD.

En virtud de su [resolución para maximizar la recuperación y evitar el desperdicio de hidrocarburos](#), Colombia también estableció algunas sanciones. Así por ejemplo, los permisos de perforación pueden quedar suspendidos o revocados en caso de incumplimiento, y las sanciones pueden llegar a 5 000 USD.

## Coordinación y armonización de de la regulación

Las empresas de petróleo y gas suelen estar sujetas a múltiples regulaciones, por lo que deben tener en cuenta diferentes tipos de obligaciones, tales como las obligaciones ambientales, la de seguridad de las operaciones, las necesidades económicas y los imperativos sociales. La **armonización de las distintas normas** es un componente clave de la **eficacia regulatoria**, mediante ella se evita incentivos cruzados y posibilita la coordinación de esfuerzos para la ejecución y el cumplimiento. Esto se puede extender a otros frentes normativos, como la fijación de precios del gas, las subvenciones vigentes o la estructura contractual de las operaciones de distribución.

En este contexto, puede que resulte conveniente estudiar la manera de conseguir la **combinación correcta** de **incentivos** y **sanciones** para alcanzar los objetivos reglamentarios. La regulación puede incluir incentivos financieros, como préstamos o subvenciones, a fin de ofrecer beneficios a las empresas que quieren emprender acciones para reducir el metano. Por otra parte, también pueden establecer cargos y tasas, por ejemplo, cuando se incluye el gas no contabilizado en el cálculo de los cánones. Es más, los programas de certificación pueden ser otro factor determinante, ya que actúan en el eje de la información e influyen en la reputación de las empresas. Finalmente, una combinación de instrumentos puede generar diferentes tipos de motivación económica para animar a la industria a entrar en acción.

### Recuadro 19 Préstamos y subvenciones

Los reguladores pueden emplear incentivos financieros, como financiación, préstamos, subsidios o subvenciones, para apoyar las iniciativas de reducción de emisiones. Los préstamos y las subvenciones son una manera de garantizar que las empresas interesadas dispongan de capital para invertir en las opciones de reducción de metano.

En [Alberta \(Canadá\)](#), se trabaja para solucionar el problema de las instalaciones de petróleo y gas abandonadas e inactivas, para lo cual se ha implantado un nuevo sistema de gestión de las responsabilidades en la fase *upstream* de la cadena del petróleo y el gas y se ha concedido un préstamo a la Orphan Well Association para agilizar la labor en las plantas antiguas. Estas medidas son relevantes dado que los pozos de empresas de petróleo y gas que ya no existen suelen tener fugas de metano activas. Así, este préstamo asegurará el desmantelamiento de otro millar de pozos y la creación de hasta 500 empleos directos e indirectos en el sector de servicios petroleros. La industria reembolsará el préstamo a través de un impuesto a los fondos huérfanos existentes. Además, la autoridad reguladora ha puesto en marcha recientemente un [programa de rehabilitación de plantas](#), que está financiado en su mayoría por el plan de respuesta económica a la COVID-19 del Gobierno federal y que concederá subvenciones a contratistas de servicios petroleros para que ejecuten labores de recuperación de las plantas de petróleo y gas, los conductos y los pozos. Adicionalmente, el Gobierno federal de Canadá también estableció un [fondo de reducción de emisiones](#) por valor de 750 millones CAD (aproximadamente 586 millones USD) para abordar las emisiones del sector del petróleo y el gas, prestando una atención especial a la reducción del metano.

Con frecuencia, son **varios** los **organismos** competentes en el ámbito del metano. Como se señala en el Paso 2 de la hoja de ruta, todos los organismos competentes deben coordinarse para garantizar la inexistencia de objetivos contrapuestos y el reforzamiento de los objetivos regulatorios de los demás.

Las regulaciones **económicas y del mercado** también contemplan la necesidad de crear la infraestructura adecuada para la utilización del gas, sobre todo cuando no se pueda llevar al mercado el gas asociado. Es más, la planificación en el **sector de la energía eléctrica** puede tener en cuenta los desarrollos futuros del gas y la manera de incorporar los excedentes de gas. De otra forma, una posibilidad sería buscar la construcción de instalaciones de exportación, trabajando con otras jurisdicciones para asegurar la demanda de diferentes sectores.

A menudo, los órganos ejecutivos existentes pueden contribuir a la ejecución. Es posible que su gobierno cuente con especialistas en **procesamiento de datos geoespaciales** que podrían definir los requisitos de monitoreo por satélite adecuados o los campos de la **metrología** que podrían resultar útiles para las especificaciones de medición. Los inspectores de **salud y seguridad** laboral también pueden contactar a las autoridades reguladoras de las emisiones cuando se detectan fugas de metano o cuando tienen conocimiento de programas de mantenimiento de equipo crítico.

#### Recuadro 20 Investigación y desarrollo

Por regla general, los gobiernos contribuyen en gran manera a la financiación de las iniciativas de I+D mediante la elaboración de planes estratégicos y el apoyo directo al desarrollo de tecnologías y buenas prácticas nuevas que faciliten la reducción del metano.

En 2014, la [Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa – Energía \(ARPA-E\) del Departamento de Energía \(DOE\) de los Estados Unidos](#) inició una ronda de financiamiento con el objetivo de continuar desarrollando tecnologías innovadoras para identificar y medir las fuentes de emisiones de metano de las operaciones de gas natural. El DOE finalmente proporcionó 30 millones USD para 12 proyectos, entre los que figura el desarrollo de una planta de pruebas de campo en la Universidad Estatal de Colorado para que los investigadores y las empresas que trabajan en tecnologías de detección del metano innovadoras puedan realizar pruebas sobre el terreno.

El DOE también anunció la financiación directa de I+D en rondas sucesivas ([2016](#), [2019](#), [2020](#)) para proyectos orientados a reducir o mitigar las emisiones de metano del sector del petróleo y el gas.

Asimismo, el Departamento de Recursos Naturales del Canadá ha financiado la I+D en el ámbito de la reducción del metano con su [programa de innovación energética](#) (que incluyó [10 proyectos](#) en 2017-2018).

Además, **medidas no regulatorias** pueden servir de apoyo para la reducción del metano. El fomento de la I+D estimula el desarrollo de tecnologías de reducción nuevas, mientras que las políticas que promueven las medidas voluntarias (por ejemplo, a través de programas de certificación o etiquetado) impulsan la participación y la competitividad de la industria.

La integración de diferentes esferas normativas y actores permite **maximizar la utilización de los recursos** existentes y los medios de ejecución. A menudo, también proporciona una trayectoria clara para las empresas que quieren reducir los costes relacionados con el cumplimiento.

## Regulación adaptable

El sector del petróleo y el gas es dinámico y nuevas tecnologías están permanentemente en desarrollo. Además, con el paso del tiempo es posible que los objetivos regulatorios cambien y que las aspiraciones vayan creciendo. Por tanto, desde el principio es importante abordar las disposiciones de manera que se creen oportunidades de revisión de las **políticas** desde el punto de vista de la eficacia y que se ofrezca la posibilidad de actualizar e incorporar los **aprendizajes** nuevos. La utilización de un [enfoque adaptable](#) puede mejorar la eficacia de las políticas y reducir el impacto de los errores, pero genera costes adicionales de recopilación de datos y análisis de decisiones y puede provocar inestabilidad normativa.

Un enfoque adaptable prevé el aprendizaje continuo al tiempo que conserva la flexibilidad y gestiona los riesgos. Este enfoque se apoya en los principios de experimentación y ajuste dinámico, derivados de los avances en el ámbito de la información y el conocimiento, los cambios en las condiciones del sistema y los factores de estrés, y los efectos observados de las medidas pasadas. Los elementos siguientes tienen por objeto posibilitar la ejecución de varias rondas de optimización y las conexiones de retroalimentación entre el diseño normativo y el seguimiento.

Los **exámenes periódicos programados** brindan la oportunidad de revisar los objetivos, los procedimientos y los requisitos. Si el programa tiene autorización legislativa para ello, la norma correspondiente podría prever la realización de ajustes en un rango dado o la concesión de competencias para aplicar modificaciones pequeñas sin necesidad de solicitar una nueva autorización legal o de someterse a otro proceso de formulación normativa.

### Recuadro 21 Revisión de los objetivos

La revisión de los objetivos y las políticas forma parte del proceso de desarrollo y mejora continuas de la regulación e implica la evaluación de los objetivos definidos, las normas de desempeño o la eficacia de los requisitos de procedimiento. La revisión puede ser recurrente o extraordinaria, estar sujeta a plazos predefinidos o también realizarse previa solicitud de la parte interesada.

La [Ley relativa al Cambio Climático](#) de 2017 de Victoria (Australia) busca la reducción de las emisiones a largo plazo en esta provincia a través de la neutralidad de las emisiones de gases de efecto invernadero al 2050. A su vez, la ley hace referencia a objetivos de reducción de las emisiones provisionales y establece que el Primer Ministro de Australia y el ministro competente deben determinar los objetivos de reducción cada cinco años, a partir de 2025. Además, define el año 2005 como año de referencia y exige que los objetivos se fijen con arreglo al asesoramiento de expertos independientes y que tengan en cuenta las oportunidades de la economía de Victoria para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero con la máxima rentabilidad.

[Brasil](#) también utiliza disposiciones sobre revisión de objetivos, las que debe aplicar el organismo competente en lo que respecta a los límites operativos anuales de las pérdidas de metano y la combustión en antorcha.

Gracias a los **mecanismos de flexibilidad**, la regulación puede incorporar las tecnologías nuevas que cumplan ciertas métricas de desempeño u ofrezcan ventajas de interés para los objetivos regulatorios. Además, la regulación puede permitir que las empresas elijan entre varias opciones en aras del cumplimiento (por ejemplo, reducir las emisiones o comprar compensaciones certificadas), de manera tal que las empresas puedan alinear las estrategias de gobernanza con las estrategias empresariales.

Las disposiciones sobre **requisitos progresivos** permiten ir aumentando los objetivos regulatorios a lo largo del tiempo y simplifican la planificación y adaptación de las entidades reguladas. Un enfoque habitual consiste en establecer plazos de cumplimiento diferentes para las instalaciones nuevas y las ya existentes. Otra posibilidad es definir normas incrementales, con plazos diferentes para que las instalaciones se adapten a los requisitos más estrictos.

Por último, dependiendo de los procedimientos administrativos requeridos en su jurisdicción, la modificación de la normativa tal vez sea el enfoque más sencillo. Si puede adoptar regulación con relativa rapidez, podrá mantenerse al tanto de los nuevos avances.

Las disposiciones normativas adaptables permiten **hacer frente a las incertidumbres** y mejorar la regulación poco a poco. Pueden aplicarse en cualquier tipo de norma, pero su eficacia depende de que los sistemas de seguimiento e información sean funcionales.

## Recuadro 22 Medios de cumplimiento alternativos

Los medios de cumplimiento alternativos son las disposiciones que permiten que las entidades reguladas cumplan con los requisitos establecidos utilizando tecnologías o procedimientos que no se mencionan en el marco normativo. Para garantizar su adecuación, estas alternativas pueden requerir la autorización previa de los órganos reguladores o una demostración de cada caso particular.

La normativa sobre control de emisiones del sector del petróleo y el gas de [Colorado \(Estados Unidos\)](#) permite hacer uso de métodos y estrategias alternativos. Las fuentes contempladas en la norma pueden presentar, con miras a su aprobación, planes alternativos de control de las emisiones o métodos de cumplimiento que proporcionen el mismo o más control que el control o la reducción de las emisiones exigido legalmente. Además, los procedimientos o métodos de prueba que no estén específicamente autorizados en la normativa aplicable también deben obtener la aprobación, y solo podrán emplearse si reciben la autorización a través de una revisión del plan de ejecución estatal.

[México](#) también permite utilizar metodologías alternativas para medir o calcular las emisiones de gases de efecto invernadero, incluido el metano. Para obtener más información sobre este tema, consulte el [informe](#) del EDF sobre las vías hacia el cumplimiento alternativo.

La normativa de [Alberta](#) mencionada más arriba también contiene una cláusula que permite utilizar alternativas a los programas de gestión de las emisiones fugitivas siempre que sean innovadoras y tengan base científica.



## Otros recursos

- La herramienta [Methane Tracker](#) de la AIE proporciona perfiles de emisiones e información sobre las opciones de reducción, y la base de datos regulatoria contiene ejemplos de regulaciones y normativa sobre metano.
- El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha promovido activamente la mitigación del metano mediante la organización de oportunidades de formación sobre este tema. Forma parte de la [Iniciativa sobre el Metano Mineral de la Coalición Clima y Aire Limpio \(CCAC\)](#), que insta a los países, organizaciones y empresas a comprometerse a reducir el metano del petróleo y el gas en un 45% respecto de los niveles estimados para 2015 de aquí a 2025, y en un 60%-75% de aquí a 2030. La CCAC también proporciona [asistencia experta](#) gratuita y publica regularmente artículos relacionados con la acción sobre el metano.
- La [Global Methane Alliance](#) reúne a gobiernos, instituciones de financiación, organizaciones internacionales como el PNUMA, organizaciones no gubernamentales y la industria para respaldar los objetivos de reducción del metano procedente de la industria del petróleo y el gas. La [Asociación CCAC Petróleo y Gas Metano](#) conexas ha publicado una serie de [documentos de orientación técnica](#) sobre las opciones de cuantificación y mitigación de las emisiones de metano procedentes de operaciones *upstream* de petróleo y gas.
- La organización [Clean Air Task Force](#) ha desarrollado una herramienta (Country Methane Abatement Tool [[CoMAT](#)]) para ayudar a los países a calcular cuánta contaminación por metano pueden reducir en sus industrias del petróleo y el gas, además de un [compendio](#) con un resumen desglosado por fuentes de la mejor regulación de América del Norte.
- El EDF ha preparado varios [recursos detallados sobre el metano](#) y tiene previsto lanzar un satélite ([MethaneSAT](#)) en 2021 que se centrará en la observación del metano.
- La Iniciativa Global del Metano (Global Methane Initiative, GMI) es una asociación público-privada que se enfoca en reducir los obstáculos a la recuperación y uso del metano como una fuente de energía limpia. Proporciona apoyo técnico para la implementación de proyectos de conversión de metano a energía, así como diferentes [recursos informativos](#).
- La [Oil and Gas Climate Initiative](#) es un consorcio cuyo objetivo es acelerar la respuesta de la industria al cambio climático, incluidas las acciones para reducir las emisiones de metano.

- Los [Methane Guiding Principles](#) son una alianza multilateral, voluntaria e internacional que reúne a organizaciones de la industria y ajenas a ella y que se ocupa de esferas de acción prioritarias en la cadena de valor del gas natural. Además de proporcionar información sobre sus cinco principios rectores, publica [guías de mejores prácticas](#) y [paquetes de herramientas](#).
- La Florence School of Regulation ha organizado una serie de [seminarios web](#) y ha publicado [resúmenes normativos](#) en los que se examinan las oportunidades de reducción del metano.

# Anexo A: Definiciones de los tipos de regulación

En este informe se utilizan las definiciones siguientes para clasificar los tipos de regulación, con inclusión de las categorías contempladas en el Cuadro 2<sup>18</sup>. Dichas categorías coinciden con etiquetas específicas de la base de datos de políticas de la AIE.

**Categoría 1: Prescriptiva.** Normas en la que se establece si las entidades reguladas deben emprender o no acciones o procedimientos concretos. Este enfoque regulatorio de mando y control se centra en definir requisitos de procedimiento, equipo o tecnología, como la instalación o sustitución de dispositivos concretos.

- Disposiciones sobre permisos – Los permisos son una forma de conceder una autorización para operaciones o procedimientos específicos (por ejemplo, permisos de contaminación o permisos de perforación). Los permisos también están sujetos a condiciones temporales, tecnológicas o espaciales que limitan su validez.
- Detección y reparación de fugas (LDAR) – Requisitos para ejecutar planes de gestión de las emisiones fugitivas que incluyen el proceso de localización y reparación de las fugas fugitivas. Las regulaciones pueden establecer el tipo de equipo utilizado, la frecuencia de inspección, el umbral de fuga que activa los requisitos de reparación y el plazo de tiempo permitido para realizar las reparaciones.
- Restricciones de combustión en antorcha o venteo – Normas que limitan la cantidad de combustión en antorcha o venteo permitida o que establecen el equipo o proceso que debe emplearse en la combustión en antorcha o el venteo. Se trata, entre otras cosas, de las limitaciones del volumen total, la prohibición de tales actividades en los procedimientos rutinarios (sólo se permiten por motivos de seguridad o en condiciones especiales), la necesidad de solicitar autorizaciones por adelantado o las especificaciones del equipo o los procedimientos.
- Normas tecnológicas – Disposiciones que establecen el equipo, la tecnología o el procedimiento que se debe emplear en una actividad regulada (por ejemplo, se deben utilizar dispositivos neumáticos sin purga; se deben aplicar las etapas de separación de gas y líquido tanto de alta presión como de baja presión para

---

<sup>18</sup> Es preciso tener en cuenta que la tipología siguiente incluye divisiones adicionales que no figuran en el Cuadro 2.

minimizar el vapor liberado a partir de los hidrocarburos líquidos producidos; se debe recoger el gas natural venteado procedente de la descarga de líquidos). Se trata, entre otras cosas, de requisitos de mejores tecnologías disponibles, en los que se indica un procedimiento o una tecnología de reducción de emisiones de referencia que se considera razonablemente viable y que evoluciona en función del desarrollo tecnológico.

- Disposiciones sobre la ejecución y disposiciones conexas – Abarcan las obligaciones de ejecución, inspección y auditoría. Las disposiciones sobre la ejecución autorizan las medidas de ejecución, definen la política de ejecución, especifican sanciones o exponen los requisitos de procedimiento. Las disposiciones de inspección reglamentaria autorizan a los oficiales a realizar la verificación *in situ* a fin de evaluar el cumplimiento y ejecutar los reglamentos. Las disposiciones de auditoría establecen los procesos de verificación en virtud de los cuales los oficiales o terceras partes observan la situación e informan sobre la validez de los datos facilitados por las empresas explotadoras del petróleo y gas.

**Categoría 2: Basada en el desempeño o en los resultados** – Normas que establecen un criterio de desempeño obligatorio para las entidades reguladas, pero no indican cómo lograr el objetivo. Los objetivos de desempeño relativo o absoluto se pueden aplicar a nivel nacional (mediante objetivos comunes a todo el sector o toda la economía), en el nivel de la empresa, respecto de cada planta o, incluso, en tipos de equipo concretos.

- Planes u objetivos de reducción nacionales o sectoriales (objetivos estratégicos) – Hacen referencia a los objetivos de reducción, incluyendo la definición de las referencias, los objetivos intermedios y los medios para evaluar el progreso, revisar los objetivos y alcanzar los objetivos definidos. En el plano nacional (por ejemplo, neutralidad de las emisiones de gases de efecto invernadero de aquí al 2050) o sectorial (por ejemplo, reducir a la mitad el metano de la industria del petróleo y el gas en el 2030 con respecto a la referencia de 2010), suelen servir como instrumento estratégico y no imponen obligaciones empresariales específicas.
- Normas de emisiones por planta o empresa – Limitan las emisiones definiendo una métrica de desempeño para la planta o la empresa (por ejemplo, cada empresa debe reducir las emisiones en un 20% por unidad). Suelen regular diferentes aspectos relacionados con las emisiones atmosféricas, tales como la cantidad (por ejemplo, el volumen) o las características (por ejemplo, la concentración), incluidos los límites específicos de la empresa o la planta y los planes de reducción conexos.

- Normas de procesos o equipos - Limitan las emisiones definiendo una métrica de desempeño para el proceso o el equipo (por ejemplo, las unidades de deshidratación del glicol deben controlar las emisiones en un 95%). Se suelen ocupar de diferentes aspectos relacionados con las emisiones atmosféricas, como los coeficientes de pérdida, las características de descarga (por ejemplo, la temperatura) o los medios (por ejemplo, la altura de descarga mínima).
- Normas de combustión en antorcha o venteo – Limitan la cantidad de combustión en antorcha o venteo respecto de la eliminación permitida de acuerdo con una métrica de desempeño (por ejemplo, tasas mínimas de utilización del gas, volúmenes admitidos como porcentaje del producto) o con otros requisitos de desempeño definidos explícitamente (por ejemplo, el diseño de la combustión en antorcha debe establecer una eficiencia del 98%). Los reglamentos centrados principalmente en las emisiones fugitivas no forman parte de esta categoría.

**Categoría 3: Enfoque económico** – Regulación que utiliza las disposiciones económicas para impulsar la acción aplicando penalizaciones o incentivos financieros. Se trata, entre otras cosas, de impuestos, subvenciones o instrumentos basados en el mercado, como cuotas de emisiones o créditos de carbono que permiten que las empresas escojan entre varias estrategias para gestionar las emisiones (por ejemplo, reducir directamente las emisiones o abonar las compensaciones), lo que modifica en la práctica la curva de coste de la reducción.

- Impuestos, comisiones y cargos – cobrados por las emisiones, incluidas los impuestos al carbono nacionales que se aplican al metano o los cánones y otros cargos que se imputan por el gas quemado, venteado o no contabilizado. Los impuestos, comisiones y cargos se pueden dividir en dos subcategorías:
  - Impuestos, comisiones y cargos por eliminación del gas (combustión en antorcha o venteo) – Estos se aplican a las empresas explotadoras que eliminan el exceso de gas mediante la combustión en antorcha o el venteo.
  - Impuestos, comisiones y cargos por otras emisiones – Son los demás impuestos, comisiones y cargos que se aplican a las emisiones fugitivas y al metano emitido a consecuencia de la utilización de equipo o de ciertos procesos (por ejemplo, emisiones de dispositivos neumáticos de alta purga o purga intermitente).
- Planes de comercialización de las emisiones y créditos de reducción certificados (comercio de derechos de emisión y créditos) – Los planes de comercialización de las emisiones suelen definir un límite para las emisiones y asignan derechos de emisión a miembros de la comunidad regulada. Las empresas pueden comerciar con estos derechos en función de sus necesidades y capacidades. Con los créditos de reducción certificados, se puede acreditar reducciones

voluntarias de metano, que son comercializables, a las entidades que van más allá de los requisitos establecidos. Este elemento también incluye cualquier requisito que permita a las empresas satisfacer los requisitos de reducción de las emisiones mediante la compra de créditos comercializables.

- Préstamos, subvenciones y otros incentivos financieros (otros incentivos financieros) – Incluye todos los tipos de incentivo financiero positivo que abonan los gobiernos para reducir las emisiones. Se trata, entre otras cosas, de la concesión directa de préstamos o subvenciones para invertir en medidas de reducción u otros incentivos, como permitir la recuperación de los costes de reducción con descuentos en los cánones, impuestos o tasas.

**Categoría 4: Enfoque basado en la información** – la regulación basada en la entrega de datos se ha diseñado con el objetivo de mejorar la información sobre las emisiones. Pueden incluir la obligación de que las entidades reguladas calculen y midan sus emisiones y las comuniquen a los organismos públicos.

- Cálculos y cuantificación de las emisiones (cálculos de emisiones) – Requisitos para calcular las emisiones de metano utilizando factores de actividad y factores de emisión.
- Obligaciones de medición – Recopilación obligatoria de datos para las actividades, equipos o flujos de producción (por ejemplo, volumen del gas quemado o venteado, coeficientes de pérdida de emisiones fugitivas en los compresores), que requiere que las empresas explotadoras registren, procesen y envíen la información solicitada. Contribuyen al establecimiento de los factores de actividad o emisión que son específicos de los dispositivos, las instalaciones y los entornos objeto de medición.
- Obligaciones de presentación de informes – Las entidades reguladas deben registrar y comunicar la información solicitada. Se trata, entre otras cosas, de notificar los datos de monitoreo de las emisiones, los eventos principales (por ejemplo, accidentes o combustión), el estado de las instalaciones o los datos operativos. Las diversas normas pueden indicar si la información debe hacerse pública o enviarse a las autoridades reguladoras.
- Divulgación pública – Disposiciones para que las entidades reguladas haga pública la información relativa a las emisiones de metano (por ejemplo, obligaciones de publicar en línea los informes sobre las emisiones de metano, de acometer campañas de información pública o de divulgar información por solicitud pública). También incluyen los instrumentos que requieren que los organismos públicos difundan la información especificada facilitada por las entidades reguladas.

## Abreviaturas y acrónimos

ARPA-E	Advanced Research Projects Agency – Energy (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa – Energía, Estados Unidos)
ASEA	Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (México)
CCAC	Coalición Clima y Aire Limpio
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CoMAT	Country Methane Abatement Tool
I+D	Investigación y desarrollo
EDF	Environmental Defense Fund (Fondo de Defensa Ambiental, Estados Unidos)
EIA	Evaluación del impacto ambiental
EPA	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental, Estados Unidos)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Instituto Brasileño del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables)
AIE	Agencia Internacional de la Energía
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
LDAR	Detección y reparación de fugas
MNV	Monitoreo, notificación y verificación
CDN	Contribución determinada a nivel nacional
NOC	Empresa petrolera nacional
OGCI	Oil and Gas Climate Initiative
SDS	Escenario Desarrollo Sostenible
TROPOMI	Tropospheric Monitoring Instrument
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COV	Compuestos orgánicos volátiles

Spanish translation of *Driving Down Methane Leaks from the Oil and Gas Industry: A Regulatory Roadmap and Toolkit*  
El presente documento fue publicado originalmente en inglés. Aunque la AIE no ha escatimado esfuerzos para asegurar que su traducción al español constituya un reflejo fiel del texto original, se pueden encontrar ligeras diferencias.

The IEA Clean Energy Transitions Programme (CETP) supported the translation of this report.

No reproduction, translation or other use of this publication, or any portion thereof, may be made without prior written permission. Applications should be sent to: [rights@iea.org](mailto:rights@iea.org)

This publication reflects the views of the IEA Secretariat but does not necessarily reflect those of individual IEA member countries. The IEA makes no representation or warranty, express or implied, in respect of the publication's contents (including its completeness or accuracy) and shall not be responsible for any use of, or reliance on, the publication. Unless otherwise indicated, all material presented in figures and tables is derived from IEA data and analysis.

This publication and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

IEA. All rights reserved.

IEA Publications

International Energy Agency

Website: [www.iea.org](http://www.iea.org)

Contact information: [www.iea.org/about/contact](http://www.iea.org/about/contact)

Typeset in France by IEA - April 2022

Cover design: IEA

Photo credits: © Shutterstock



