

Almacenamientos subterráneos de gas

Una importante herramienta de gestión logística

La demanda de gas en el mundo no ha parado de aumentar en los últimos años y, según todas las estimaciones, continuará creciendo en los próximos años. Además, el comportamiento de los mercados gasistas variará en el futuro, debido en gran medida a la irregularidad de la demanda de electricidad (generada en gran parte en ciclos combinados a partir de gas) y a las puntas en la demanda de gas, provocadas por periodos de frío. Debido a estas irregularidades, la Unión Europea recomienda a sus países miembros tener una cierta capacidad de almacenamiento de gas, con el fin de poder hacer frente a estas irregularidades, además de a posibles problemas de aprovisionamiento. En definitiva, el almacenamiento subterráneo de gas es una importante herramienta de gestión logística del sistema gasista.

Texto: Fernando de Miguel Infografía: Luis Frutos

Los primeros almacenamientos subterráneos de gas empezaron a construirse en EE UU y Canadá a principios del siglo pasado. Inicialmente se utilizaban yacimientos petrolíferos ya depletados (agotados), pero en los años 30 comenzaron a realizarse las primeras pruebas de almacenamientos en acuíferos, llevándose a cabo en 1946 el primer almacenamiento de este tipo en Kentucky (EE UU). La utilización de la primera cavidad excavada en sal para guardar gas fue en 1961 en Michigan (EE UU).

Un almacenamiento subterráneo de gas es el volumen en el subsuelo en donde se acumula gas natural de manera artificial, y puede estar contenido en una roca porosa o en una cavidad excavada a tal efecto.

Para poder almacenar gas en una formación porosa, necesitamos varios

condicionantes geológicos, como la existencia de una formación porosa como tal (normalmente arenas, calizas o dolomías, que recibe el nombre de roca reservorio); de una roca cobertera estanca, que sea homogénea y continua lateralmente (normalmente son arcillas, sal o anhidrita); de una estructura geológica con una superficie de cierre, y de una profundidad óptima que permita una compatibilidad de presiones entre la red de transporte y el propio almacenamiento.

Tipos de almacenamiento

Los almacenamientos subterráneos de gas se clasifican por el tipo de estructura geológica que los alberga. Así, podemos tener cuatro tipos diferentes de almacenamientos: yacimientos agotados de gas o petróleo, acuíferos, cavidades salinas y minas abandonadas

Los almacenamientos en yacimientos vacíos utilizan reservorios que originalmente albergaron hidrocarburos. El principio de estos almacenamientos se centra en inyectar el gas en el espacio (poros) en el que inicialmente se encontraba el petróleo o gas ya producidos. El proceso de extracción de gas es el mismo que se empleó durante la producción del yacimiento, lo que significa que la capacidad de extracción estará limitada por la permeabilidad (capacidad de un cuerpo a dejar pasar un fluido a través de él) de la roca reservorio. Por ello,

Los almacenamientos subterráneos de gas permiten hacer frente a las necesidades de gas no previstas.





Algunos conceptos

- La capacidad total de un almacenamiento es el volumen máximo de gas que podemos almacenar.
- El gas colchón es el volumen de gas necesario que queda en la roca almacén para mantener una cierta presión que asegure el reservorio y que, en general, no podrá ser recuperado.
- La capacidad operativa, que es la diferencia entre la capacidad total y el volumen de gas colchón, representa el volumen efectivo de gas que se podrá inyectar y extraer durante la operación, y a veces también recibe el nombre de gas útil o efectivo.
- La capacidad de extracción es el caudal de gas operativo que se puede extraer.
- La capacidad de inyección hace referencia al caudal de gas operativo que es posible inyectar diariamente. Hay varias unidades de medida, siendo las más corrientes $Mm^3/día$ o $Gwh/día$.
- El ciclo es el proceso de inyección (llenado) y extracción (vaciado) del almacenamiento. Algunos almacenamientos se diseñan para tener un solo ciclo al año, y otros están diseñados para tener varios ciclos de inyección/extracción al año, por lo que cada tipo tendrá un uso diferente dentro de la logística del sistema gasista.



para poder incrementar la capacidad de extracción se suelen perforar más pozos o incluso se perforan pozos desviados para aumentar la longitud de la roca reservorio atravesada por el pozo.

Estos almacenamientos presentan la ventaja de tener un alto conocimiento de la historia del yacimiento y de la

estructura geológica, al haber obtenido una gran cantidad de información geológica durante la producción del mismo, por lo que generalmente se utilizan para modular la demanda estacional de gas y como almacenamientos estratégicos, ya que son capaces de acumular grandes cantidades de gas.

El tiempo de construcción suele ser más corto en comparación con otros tipos de almacenamientos, aunque hay que realizar una serie de pruebas de inyección-extracción para conocer el comportamiento de la roca almacén que se usará como almacenamiento. El principal inconveniente que presentan es que necesitan una mayor cantidad de gas colchón que las cavidades salinas.

Además, la capacidad de inyección/extracción es reducida en comparación con otros tipos de almacenamientos.

Investigación larga y costosa

Los almacenamientos en acuíferos consisten en inyectar gas en una formación porosa que está saturada de agua, en la que el gas desplazará al agua. Contrariamente a los yacimientos agotados, el conocimiento previo del subsuelo es muy limitado, por lo que la fase de investigación suele ser muy larga y costosa, tanto en trabajos como en inversiones a realizar. Antes de inyectar gas, hay que asegurarse de tener todos los elementos descritos en el apartado anterior. Además, será neces-

sario tener varios pozos de control en la cobertera, para el control de estanqueidad, y en la roca almacén, para controlar la presión y el plano de agua. Otras desventajas son la necesidad de grandes cantidades de gas colchón (aún mayores que en el caso de yacimientos agotados) y del riesgo de contaminación de aguas. Además, debido a la necesidad de mantener la interfase gas/agua, la capacidad de inyección/extracción es limitada.

La gran ventaja de estos almacenamientos es que permiten almacenar gas en ausencia de yacimientos agotados o formaciones salinas. Así, el uso fundamental que tendrán estos almacenamientos será de tipo estratégico o para modulación de la demanda.

La capacidad total de almacenamiento en España es de 2,16 bcm, lo que aproximadamente representa un 6% del consumo anual, un porcentaje muy bajo comparado con otros países de nuestro entorno

Almacenamientos subterráneos en España



Por otro lado, los almacenamientos en cavidades salinas son almacenamientos de gas en cavidades excavadas en capas de sal, que se suelen construir por disolución de la sal con agua. La sal es una roca totalmente impermeable y con un comportamiento muy plástico, por lo que estos almacenamientos presentan la gran ventaja de tener una capacidad de inyección/extracción muy alta, pudiendo repetir varios ciclos a lo largo del año. Además, el volumen necesario como gas colchón es muy limitado en comparación con los almacenamientos en formaciones porosas.

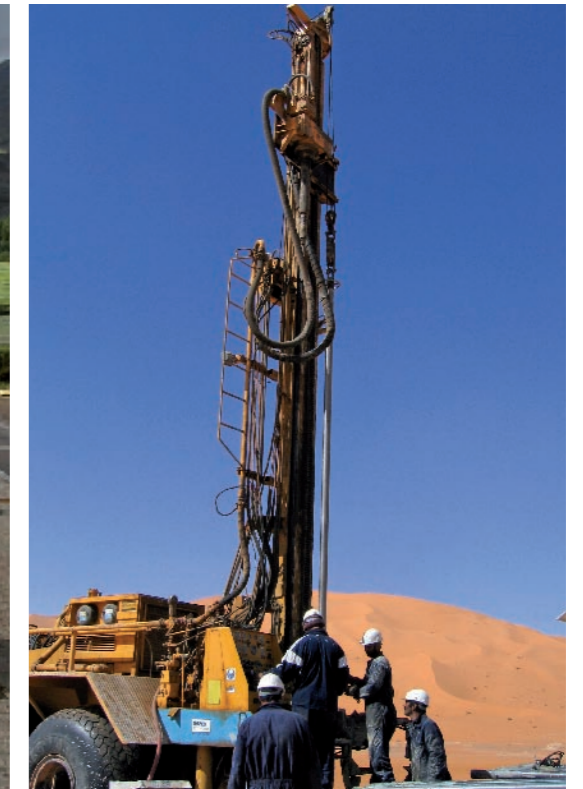
El proceso de construcción es muy largo y se necesita agua para la disolución de la sal (entre 8 y 10 litros de agua por litro de sal disuelta). Asimismo, debe encontrarse una salida a la sal-

mura producida y que generalmente es evacuada mediante un salmueroducto o se inyecta en el subsuelo.

En comparación con los almacenamientos en formaciones porosas, el volumen de gas que se puede acumular en las cavidades salinas es mucho menor. Así, estos almacenamientos tienen como uso fundamental cubrir picos de demanda (olas de frío, por ejemplo), aunque también pueden ser utilizados para garantizar la seguridad de suministro.

Antiguas minas

En algunas ocasiones, antiguas minas abandonadas se han reconvertido en almacenamientos de gas. Los casos más conocidos son algunas minas de sal o carbón en EE UU y algunos países



del este de Europa. Al igual que las cavidades salinas, la capacidad de inyección/extracción es muy alta. Sin embargo, estas infraestructuras presentan el problema de que el sellado de pozos y galerías, así como la inertización de la mina, suelen ser procesos complejos y costosos. Por esta razón, no hay muchas instalaciones de este tipo en el mundo.

Cada tipo de almacenamientos tiene un uso diferente en función de sus características, aunque se pueden concluir que los valores de los almacenamientos subterráneos de gas son:

- Seguridad de suministro, para poder prevenir interrupciones en el suministro de gas, debidas, por ejemplo, a crisis internacionales.
- Ajuste a la demanda, que puede ser estacional, semanal, o diaria, y que

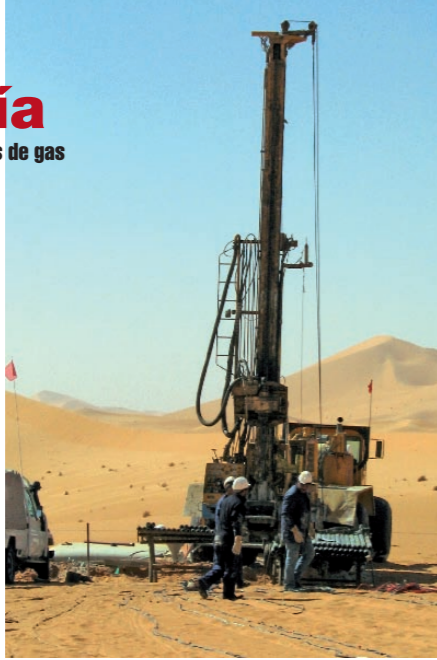
permite hacer frente además a picos de demanda invernal.

- Optimización del sistema gasista, permitiendo tener una cierta flexibilidad, y optimizaciones técnico-económicas.

Situación actual

Según la UGS World Data Bank, el país con una mayor capacidad de almacenamiento subterráneo de gas es EE UU, con algo más de 110 bcm (billones de metros cúbicos) de volumen útil y 417

Con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento subterráneo de gas en nuestro país, hay en la actualidad varios proyectos en curso



instalaciones. Le sigue Rusia, con cerca de 90 bcm de capacidad y 23 instalaciones. En la Europa Occidental, el país líder en capacidad de almacenamiento es Alemania, con 41 instalaciones, que permiten acumular casi 20 bcm. Después están Italia, con 17,3 bcm; y Francia, con 11,6 bcm.

La mayoría (el 75%) de los almacenamientos subterráneos de gas en el mundo son antiguos yacimientos de hidrocarburos agotados. Le sigue en número los almacenamientos en acuíferos, con un 14%. En torno a un 10,5% de los almacenamientos en el mundo son en cavidades salinas, y menos del 1% corresponden a minas abandonadas.

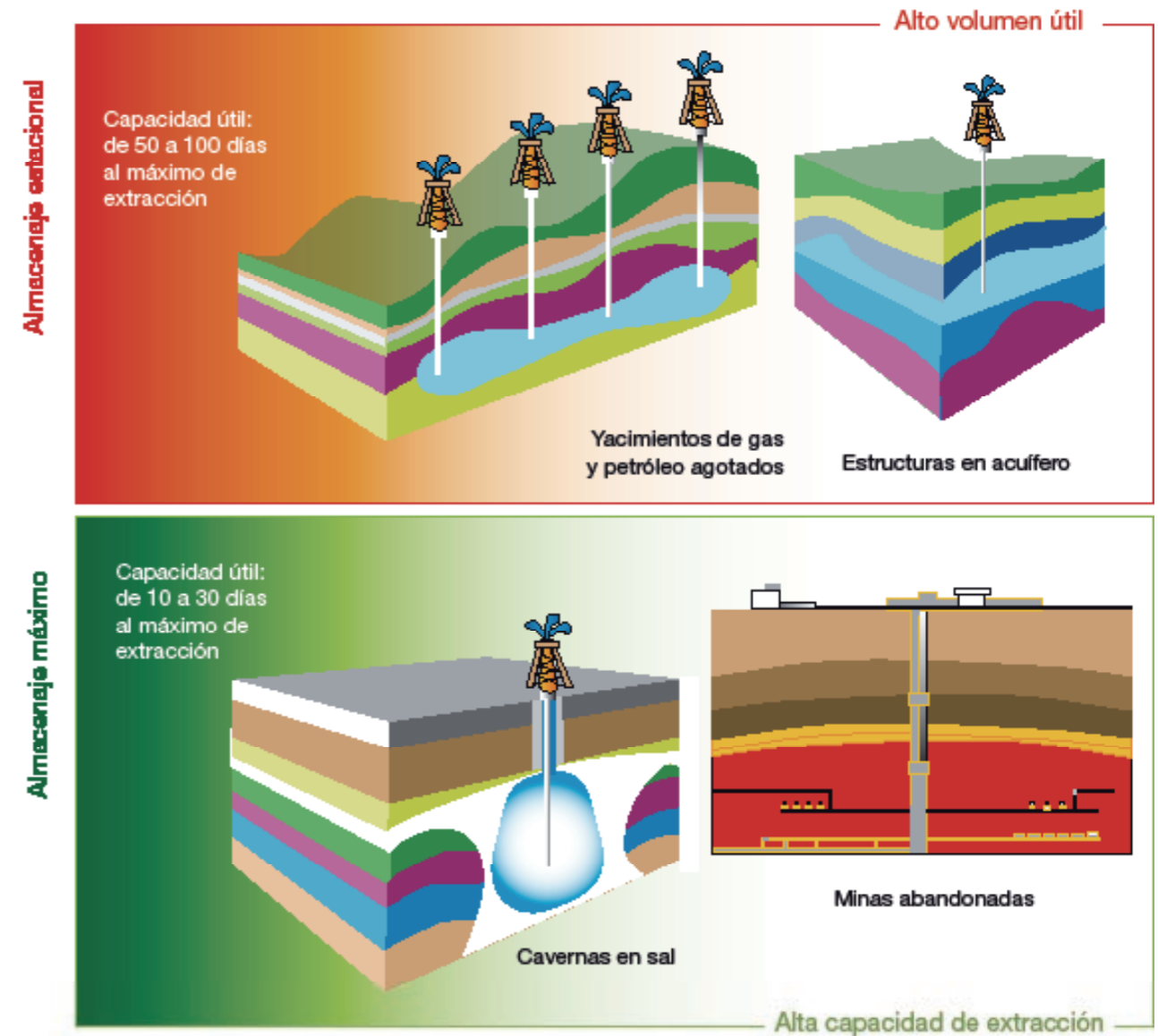
En España existen en la actualidad solo dos almacenamientos subterráneos de gas, ambos antiguos yacimientos de hidrocarburos. El almacenamiento

de Serrablo, cerca de Jaca (Huesca), tiene una capacidad útil de 820 Mm³, mientras que el antiguo yacimiento de Gaviota, frente a las costas de Bermeo (Vizcaya), permite almacenar unos 1.346 Mm³ de gas útil. Así, la capacidad total en España de almacenamiento es de 2,16 bcm, lo que representa un 6% aproximadamente del consumo anual, un porcentaje muy bajo comparado con el 22% de Alemania, el 25% de Francia o casi el 20% de Italia. Otro gran consumidor como el Reino Unido tan solo es capaz de almacenar un 3,5% de su consumo anual, aunque dispone de un alto porcentaje de producción autóctona.

Con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento subterráneo de gas en nuestro país, hay en la actualidad varios proyectos en curso: se tiene previsto ampliar Gaviota (Vizcaya), hay un proyecto en curso para almacenar gas en un acuífero en Yela (Guadalajara) y el proyecto Castor (Castellón) pretende reconvertir el antiguo yacimiento de Amposta (delta del Ebro). El Grupo Gas Natural está desarrollando un almacenamiento en Marismas (Huelva-Sevilla), en donde se están reconvirtiéndose una serie de yacimientos agotados de gas. ■

La Unión Europea recomienda a sus países miembros tener una cierta capacidad de almacenamiento de gas, con el fin de poder hacer frente a las irregularidades, además de a posibles problemas de aprovisionamiento

Tipos de almacenamientos subterráneos



Almacenamientos complementarios

Los diferentes tipos de almacenamientos subterráneos de gas (AASS) se pueden clasificar en función de su capacidad volumétrica de almacenamiento, y, al mismo tiempo, según su capacidad de extracción de gas. Los almacenamientos en yacimientos agotados y en acuíferos presentan una gran capacidad volumétrica de almacenamiento frente a las cavidades salinas o minas abandonadas, que presentan volúmenes más pequeños. De esta manera, los

primeros servirán como almacenamientos estratégicos y como moduladores de la demanda estacional de gas, pudiendo disponer de unas capacidades útiles de varios meses de consumo de gas. Por su parte, las cavidades salinas o minas abandonadas presentan capacidades útiles más reducidas, equivalentes a unos días de consumo. Sin embargo, las cavidades salinas o minas abandonadas presentan una gran capacidad de extracción, mucho más importante que en el caso

de los almacenamientos en yacimientos agotados o en acuíferos. Por este hecho, dichas cavidades se suelen utilizar para cubrir picos de demanda (olas de frío, por ejemplo), en los que es necesario disponer de mucho gas en muy poco tiempo. Por ello, todos los tipos de almacenamientos subterráneos de gas son complementarios entre ellos, y así se consigue asegurar el suministro de gas, ajustar la demanda de gas en cada momento y optimizar el sistema gasista.