

Producto Energético IDAE

Producción de O_2 in situ:
***“Generadores de Oxígeno
por Adsorción”***



MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA

IDAE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

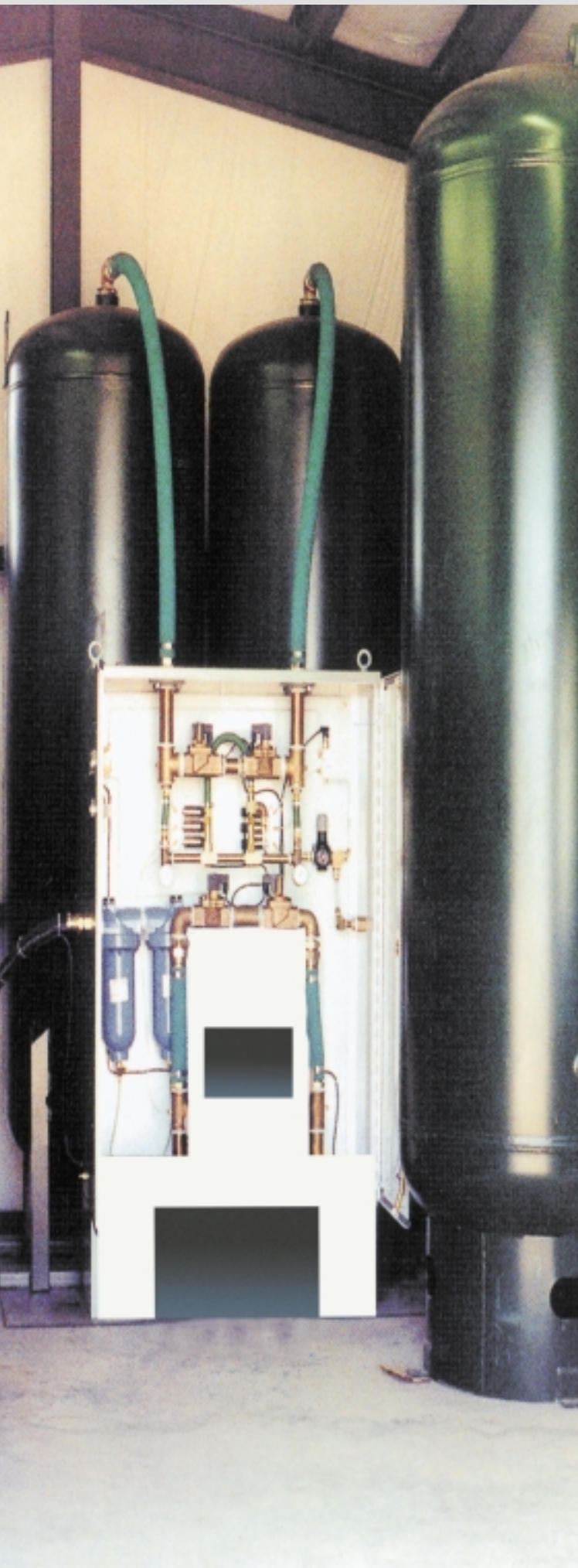
Y con la garantía del IDAE: 20 años generando progreso

Garantía del IDAE

La garantía de calidad del IDAE está avalada por su amplia experiencia en la realización de este tipo de proyectos y por la solvencia que ofrece al usuario el hecho de ser una Entidad Pública Empresarial.

Misión del IDAE

La función del IDAE es promover la Eficiencia Energética y el uso racional de la energía en España, así como la diversificación de las fuentes de energía y la promoción de las Energías Renovables mediante acciones de difusión, asesoramiento técnico y desarrollo de proyectos de innovación, dentro de las directrices formuladas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.



Resumen de inversiones ejecutadas y en curso al 31 - 12 - 2000

Nº Proyectos		(En millones de pesetas)
213	Total	76.875 50.100
111	Ahorro y Sustitución	19.000 15.000
45	Cogeneración	33.615 21.900
57	Energías Renovables	24.260 13.200

Resumen de participación en sociedades al 31 - 12 - 2000

27	Energías Renovables	81.000 2.620
----	---------------------	-----------------

■ Coste Total Proyectos ■ Aportación IDAE

Producción de Oxígeno in situ mediante Generadores por Adsorción

Introducción

La aplicación más ventajosa de este sistema, por su elevado ahorro energético y alta rentabilidad económica, son las instalaciones que en sus procesos de fabricación demandan gran cantidad de oxígeno y de las que, a modo de ejemplos, se relacionan más adelante.

Los generadores de oxígeno que aquí se presentan, se basan en el fenómeno de *adsorción* que caracteriza a algunos cuerpos.

La *adsorción* es un fenómeno de naturaleza física por el que las moléculas de un fluido gaseoso quedan retenidas, durante un determinado tiempo, en un cuerpo sólido.

En este proceso el cuerpo sólido que se utiliza, capaz de separar el oxígeno del resto de los componentes del aire, se llama *zeolita*, y se le denomina adsorbedor.

En estos generadores de oxígeno, el aire se hace pasar por lechos moleculares de *zeolita*, formada por un compuesto de minerales que tiene la propiedad de retener el nitrógeno del aire (78% aproximadamente) liberando el oxígeno a aprovechar (21%), el cual se conduce y almacena en un tanque.

Comparándola a los sistemas criogénicos, la *adsorción* supone un importante ahorro de energía primaria y repercute en ahorros importantes en el coste del oxígeno consumido por el usuario. Otro beneficio adicional se deriva del ahorro en el transporte desde el productor al consumidor. Así pues, este procedimiento representa una alternativa a los sistemas convencionales de generación de oxígeno a partir de la destilación del aire.

Los instrumentos de financiación diseñados por el IDAE permiten financiar la inversión en base a los ahorros económicos derivados de la explotación de la instalación, mediante el procedimiento de financiación por terceros (FPT).

Aplicaciones

- Piscifactorías.
- Centros hospitalarios.

Sectores industriales del:

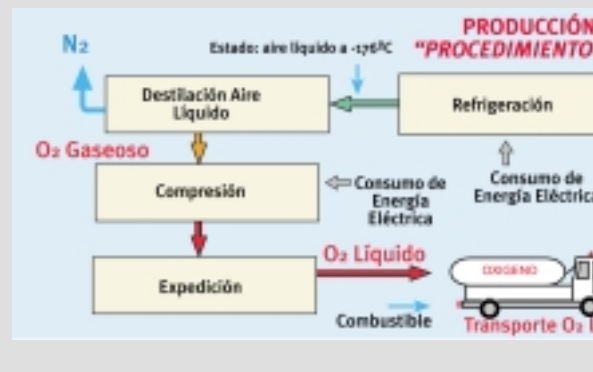
- Vidrio.
- Pasta y Papel.
- Química.
- Petroquímica.

Y, en general, industrias consumidoras de oxígeno.

También para:

- Oxidación.
- Soldadura y Oxicorte.
- Incineración de Residuos.

Y, en general, para enriquecimiento del aire.



Descripción Técnica del Proceso y de los Equipos

a) La adsorción y el adsorbedor

La operación básica, en el proceso industrial de producción de oxígeno por *adsorción*, consiste en la separación selectiva de los componentes del aire ambiente.

En la separación selectiva del aire, el contenido de oxígeno es el que se aprovecha, tirando los otros componentes.

La *zeolita* tiene la particularidad de que, una vez se ha eliminado el agua de sus moléculas, es capaz de rellenarse con otras sustancias gaseosas, las cuales quedan retenidas gracias al fenómeno de *adsorción*.

La *zeolita*, que en el proceso actúa como adsorbedor, está compuesta por varios minerales (calcio, sodio, potasio y magnesio), presenta una estructura porosa y pertenece a la familia de los silicatos aluminicos hidratados.

En el mercado existen *zeolitas* naturales y artificiales, éstas últimas obtenidas por sintetización en laboratorio.

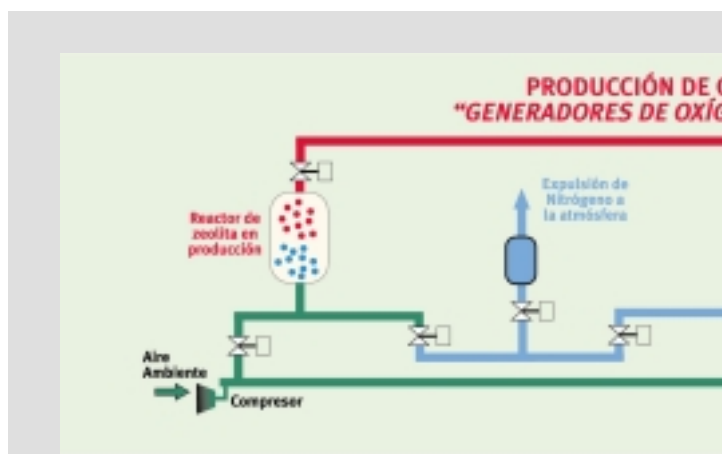
b) El proceso

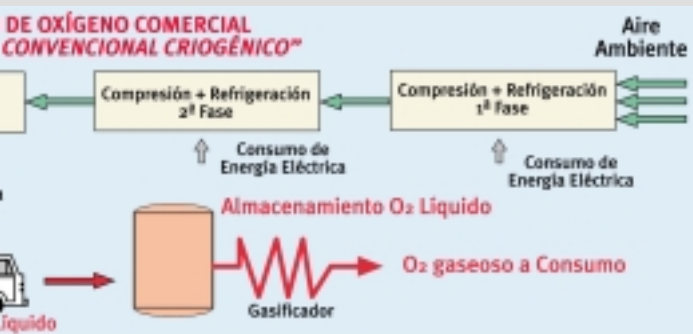
La tecnología aplicada en el proceso de obtención de oxígeno consiste en introducir aire a presión en un recipiente que contiene *zeolita*.

La *zeolita* retiene el nitrógeno del aire y deja en libertad el oxígeno.

El oxígeno, obtenido in situ, se almacena a presión en depósitos en la propia instalación.

Antes de que la *zeolita* se llegue a saturar con nitrógeno, se detiene la entrada de aire, procediéndose entonces a la *desorción*, fenómeno por el cual se despresuriza y expulsa el nitrógeno que existe en el interior del recipiente, quedando la *zeolita regenerada*, dispuesta y útil para otro ciclo de producción.





Según la presión de trabajo, las plantas de *adsorción* se dividen en dos:

- Plantas de vacío - VPSA (0,2 bar).
- Plantas a presión - PSA (4-5 bar).

c) Equipos principales

Los generadores de oxígeno comerciales son unidades compactas que constan de los siguientes elementos:

- Sistema de compresión y filtrado del aire de entrada.
- Módulo de *adsorción*, donde se encuentran los adsorbentes (lechos de *zeolitas*).
- Tanque de almacenamiento de oxígeno.
- Equipo de control automático, con microprocesador y tren de válvulas automáticas para llenado y vaciado de los diferentes tanques.

La *zeolita* es sintética y se utiliza como elemento adsorbente. Se regenera completamente en cada ciclo y tiene un tiempo de vida ilimitado.

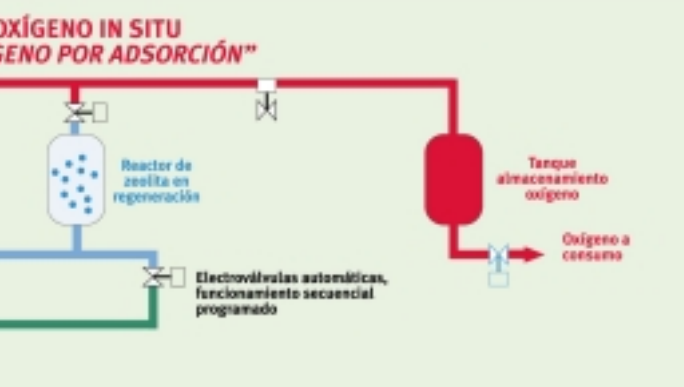
d) Criterios de diseño de la instalación

Los equipos se distribuyen en el mercado en módulos compactos, diseñados para que funcionen de forma totalmente automática. Están controlados por microprocesadores y cumplen las más estrictas normas de seguridad y calidad establecidas.

En aplicaciones críticas, donde una discontinuidad o incidencia en el suministro de oxígeno puede invalidar la producción (p.e. en acuicultura) los sistemas de *adsorción* son una garantía en la producción de la industria.

En estas plantas la instalación criogénica convencional pasan a ser reserva, conectada en paralelo al sistema de generador por *adsorción*.

Para consumos altos (desde 150 kg/h) es preferible optar por la tecnología VPSA, con inversión más alta pero con costes de explotación y consumos energéticos muy inferiores.



Ventajas de la generación por *adsorción*

Las plantas de generación de oxígeno por *adsorción* son instalaciones de alta fiabilidad, con pocos elementos móviles y con componentes de alta vida útil y de mínimos requerimientos de mantenimiento.

1- Ahorro Energético

La generación de oxígeno con sistemas de *adsorción* es, en líneas generales, un proceso más eficiente que la obtención de O₂ a partir de la compresión y destilación del aire (sistemas criogénicos).

Las plantas criogénicas gastan gran cantidad de energía eléctrica para comprimir aire a muy alta presión y, además, incluyen otro gasto energético y económico, como es el transporte desde el productor al consumidor.

2- Simplicidad, autonomía y fiabilidad

Las plantas no necesitan personal especializado para su manejo ya que tienen automatizado el funcionamiento.

Las exigencias de mantenimiento también son mínimas, reduciéndose a las específicas del compresor (cambios de aceite y filtros de aire) y, a muy largo plazo, la sustitución de la carga de *zeolita*. Estas operaciones pueden llevarse a cabo por el propio personal de la industria donde se instalan.

3- Ahorros Económicos

Los sistemas de *adsorción* representan ahorros importantes en el coste por m³ de oxígeno consumido por el usuario. Los ahorros económicos conseguidos se calculan en función de la diferencia entre el coste del kWh de energía eléctrica consumida "in situ" por la planta de *adsorción* (más los costes de operación y mantenimiento) y el coste de m³ suministrado por el sistema convencional.

La amortización de la inversión se estima entre 3 y 6 años.

Instalaciones tipo	
Planta PSA	
Situación de referencia:	
· Consumo: 760.000 kg/año	
· Precio de O ₂ criogénico: 22 pta/kg	
Datos sobre la actuación:	
· Coste Total Planta: 44 Mpta	
· Ahorro Energía Primaria: 30 tep/año	
· Periodo de Retorno Simple: 3,9 años	
Planta VPSA	
Situación de referencia:	
· Consumo: 6,5 Mkg/año	
· Precio de O ₂ criogénico: 18 pta/kg	
· Precio kWh: 9 pta	
Datos sobre la actuación:	
· Coste Total Planta: 337 Mpta	
· Ahorro Energía Primaria: 1.400 tep/año	
· Periodo de Retorno Simple: 3 años	

Requisitos para su implantación y explotación óptima

Las plantas por *adsorción* están indicadas para procesos en los que no se necesite oxígeno con un muy alto grado de pureza (95% para los sistemas PSA y 92% para los VPSA) y de un consumo mínimo anual de 150.000 kg.

La rentabilidad de la generación de oxígeno in situ depende principalmente de la diferencia entre el precio del kg de O₂ del mercado y el coste del kg de oxígeno obtenido con el generador de *adsorción* propio y, también, teniendo muy presente en el cálculo las horas de utilización anual de la planta.

Se recomienda iniciar un estudio de viabilidad para la implantación de un sistema de *adsorción* cuando el consumo anual y el precio del oxígeno comercial se encuentren en los siguientes valores:

- Consumos hasta 750.000 kg/año y a partir de 22 pta/kg de O₂.
- Consumos hasta 2.000.000 kg/año y a partir de 18 pta/kg de O₂.
- Consumos mayores de 5.000.000 kg/año y a partir de 13 pta/kg de O₂.

Como ya se ha indicado, otro factor clave en el estudio de implantación es el número de horas anuales de utilización del sistema.

Hay que tener en cuenta que las plantas de *adsorción* están concebidas para más de 6.500 horas anuales de utilización.

Los equipos son compactos, generalmente dispuestos sobre una bancada de 8 m², las pequeñas (1,2 kg/h), y de 140 m², las grandes (759 kg/h).

La generación de oxígeno por *adsorción* sólo consume energía eléctrica para el funcionamiento de los compresores.

Este consumo varía según el tipo de instalación y oscila entre:

- 1,2 - 1,8 kWh/Nm³ (sistemas PSA a 4 bar)
- 0,4 - 0,6 kWh/Nm³ (sistemas VPSA a 0,2 bar)

Duración del proyecto

Se estima una duración media de entre 8 y 9 meses incluyendo:

- Realización de un estudio de viabilidad técnica y económica.
- Obtención y tramitación de permisos
- Instalación y montaje
- Puesta en marcha, ajustes y pruebas de recepción

Gastos de mantenimiento

Como ya se ha indicado anteriormente, las necesidades esenciales de mantenimiento consisten básicamente en el cambio periódico de filtros de aire y cambio de aceite del compresor, que repercuten en el coste de explotación en 2 pta/kg de oxígeno producido (en las PSA) y 1,5 pta/kg de oxígeno producido (en las VPSA).



¿Cómo actúa el IDAE?

Para establecer la conveniencia de la instalación y explotación de una planta de generación de oxígeno in situ por el procedimiento de *adsorción*, el IDAE realiza un estudio de viabilidad en el que se analizan las características de la actividad y la posibilidad y rentabilidad de la aplicación.

Cuando el estudio es positivo, el IDAE realiza una propuesta de financiación del 100% de la inversión, aplicando el procedimiento de Financiación por Terceros (FPT).

El IDAE recupera la inversión realizada, y los costes de gestión, a partir de determinado porcentaje de los ahorros económicos conseguidos por la instalación.

Una vez realizada la amortización de la inversión practicada por el IDAE, la instalación pasa a ser propiedad del cliente.

Con el fin de conocer en cada momento los tipos de ayudas vigentes, se recomienda consultar la página de Internet del IDAE (www.idae.es)



IDA Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

Paseo de la Castellana, 95. 28046 Madrid

Tel.:91 456 49 00. Fax: 91 555 13 89

e-mail:comunicacion@idae.es

<http://www.idae.es>