



# GICC. Desarrollo de Tecnología de uso limpio de Carbón

F. García Peña, M.B. García García, P. Coca Llano. ELCOGAS, S.A.

La generación de energía mediante Gasificación Integrada en Ciclo Combinado (GICC) se basa en un ciclo combinado convencional que puede ser alimentado con gas natural o con gas sintético producido en un gasificador a presión a partir de combustibles como carbón, residuos de refinería, etc. El oxígeno y nitrógeno necesarios para los procesos de gasificación se producen en una planta de fraccionamiento de aire. El vapor producido en la unidad de gasificación se integra en el ciclo combinado y el aire para producción de oxígeno y nitrógeno se puede obtener de una extracción del compresor de la turbina de gas, completando la integración entre las tres unidades.

Las principales ventajas de la tecnología GICC se derivan de su elevada eficiencia (superior al del resto de tecnologías de generación eléctrica a partir de carbón, y con potencial de mejora), su posibilidad de implantación en centrales existentes y obsoletas de carbón o gas natural, la flexibilidad de alimentación, disponibilidad y bajo coste de los combustibles (carbón de diversas calidades, coque de petróleo, residuos urbanos o biomasa, lo que asegura el suministro de energía), la posibilidad de operar en co-producción (donde, además de la electricidad, se producen compuestos como el hidrógeno, CO<sub>2</sub>, metanol, etc, pudiendo adecuarse la producción a la demanda del mercado), y, fundamentalmente, los beneficios medioambientales respecto a las centrales convencionales de carbón, tales como un menor grado de emisión de CO<sub>2</sub>, que puede, además, ser capturado para su posterior venta o secuestro al coste mínimo de los posibles, baja emisión de partículas y gases ácidos (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), la producción de una menor cantidad de residuos sólidos que, además, son subproductos de valor añadido (escoria inerte vitrificada, ceniza volante, azufre) y el menor consumo de agua.

El principal inconveniente de la tecnología GICC es que a escala industrial está a nivel de demostración. Los proyectos existentes han llevado asociado un alto coste de inversión. En un futuro los costes se verán disminuidos con la estan-

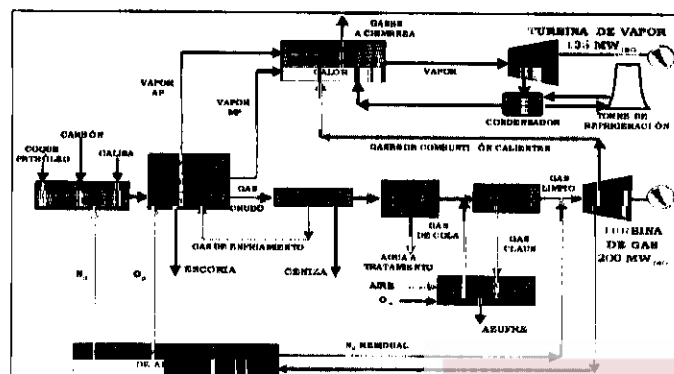
darización y optimización del diseño de plantas, así como por economía de escala al disponer de ciclos combinados de mayor capacidad.

## Tecnología GICC en Castilla-La Mancha

La compañía ELCOGAS es una sociedad anónima española participada por empresas europeas, constituida en abril de 1992 para la construcción, explotación y comercialización de una central GICC de 335 MW<sub>ISO</sub> en Puertollano.

El diseño de la planta GICC de Puertollano (Figura 1) se basa en el concepto de máxima integración entre las tres unidades principales: la isla de gasificación (gasificación en lecho arrastrado a presión de una mezcla al 50% en peso de carbón y coque de petróleo) donde se producen, además de vapor de alta y media presión, 183.000 Nm<sup>3</sup>/h de gas crudo, que se somete posteriormente a limpieza en etapas de filtración, lavado y desulfuración, lo que permite la recuperación de azufre; el ciclo combinado (donde se obtiene una potencia eléctrica total de 335 MW) y la unidad de fraccionamiento de aire para la producción de oxígeno y nitrógeno.

Figura 1:  
Diagrama de bloques del proceso GICC de ELCOGAS



### RESUMEN:

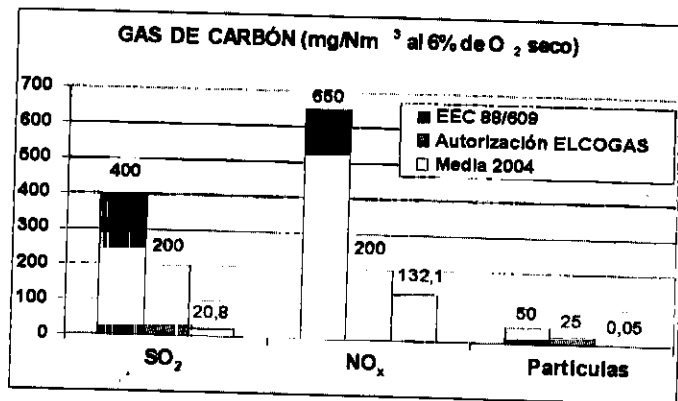
El sistema de generación de energía mediante Gasificación Integrada en ciclo Combinado (GICC) es el que utiliza la planta de Elcogas en Puertollano. Esta tecnología supone una reducción importante en las emisiones a la atmósfera de CO<sub>2</sub>, con respecto a las centrales de carbón convencionales. De ahí su enorme interés para la industria, y para el medio ambiente.

La tecnología GICC muestra altos niveles de eficiencia neta en comparación con el resto de tecnologías comerciales de generación de electricidad a partir de carbón, y presenta además un gran potencial de mejora con el aprendizaje, los avances en turbinas de gas, etc. Asimismo, la emisión de contaminantes atmosféricos como el SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas es inferior al resto de tecnologías convencionales que emplean carbón (Tabla 1).

**Tabla 1: Comparación de tecnologías de producción eléctrica a partir de carbón**

TECNOLOGÍA	GICC	ATMOSFÉRICO	CARBÓN PULVERIZADO
Eficiencia neta (% PCI)	39,2 - 43,1	36,0	36,0
Emisión CO <sub>2</sub> (kg/MWh)	712 - 783	852	852
Emisión SO <sub>2</sub> (kg/MWh)	0,07 - 0,14	1,40	2,50
Emisión NO <sub>x</sub> (kg/MWh)	0,05 - 0,10	0,80	2,30
Emisión partículas (kg/MWh)	0,02	0,10	0,30

**Figura 2: Resultados medioambientales con gas de carbón (año 2004)**



Teniendo en cuenta los beneficios medioambientales de las plantas GICC, que se traducen en beneficios financieros, como son la menor emisión de CO<sub>2</sub>, que supondría un ahorro de 0,62 c/kWh (a 50 tCO<sub>2</sub>) y los beneficios que se obtienen de los subproductos junto con la reducción de residuos sólidos (0,01 c/kWh), se abarata más el coste de producción de electricidad hasta 3,85 c/kWh, siendo más competitiva que una central convencional de carbón (4,49 c/kWh).

La principal labor de desarrollo tecnológico llevada a cabo en ELCOGAS ha sido la demostración de la viabilidad técnica y económica de este tipo de tecnología aplicada a escala industrial, habiendo producido desde 1998 hasta 2004 un total de 10.345 GWh de electricidad con gas de síntesis y los resultados medioambientales descritos.

### Principales líneas de investigación

La investigación tecnológica en la planta de ELCOGAS se ha centrado en las siguientes líneas:

- Optimización de los procesos de la planta, incluyendo supervisión de los procesos de reacción, ensuciamiento de los filtros cerámicos, desulfuración y turbina de gas.
- Posibilidad de cogasificación de biomasa
- Utilización de subproductos (escoria, azufre, ceniza volante)
- Mejora de materiales

- Establecimiento de bases para el diseño de una segunda generación de plantas GICC
- Simulador de planta

Actualmente, además de continuar con las líneas anteriores, se han abierto otras relacionadas con la captura y secuestro de CO<sub>2</sub>, producción de hidrógeno a partir de carbón y uso de pilas de combustible integradas con gasificación.

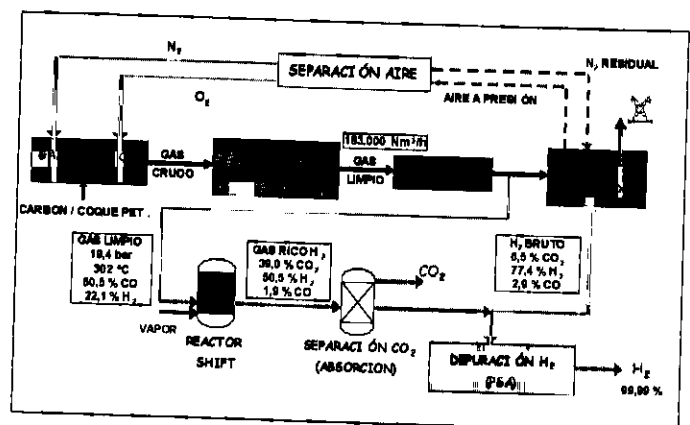
### La problemática del CO<sub>2</sub> y la introducción del hidrógeno

En enero de 2005, entró en vigor en la Unión Europea la Directiva 2003/87/CE, cuya principal consecuencia es la necesidad de disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, siendo la industria más afectada la de producción de energía eléctrica.

La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> puede alcanzarse según diversas estrategias. Una de las opciones más interesantes es la aplicación de nuevas tecnologías de producción eléctrica, como es el caso de la tecnología GICC, que supone una reducción en las emisiones respecto a centrales de carbón convencionales y siendo una alternativa viable y rentable a corto y medio plazo, en el período de transición entre la electricidad basada en combustibles fósiles y la producción mediante energías renovables. Además, posee ventajas adicionales, ya que, cuando al proceso GICC se le acopla un proceso de captura del CO<sub>2</sub> en pre-combustión, se alcanzan, por un lado, tasas de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> superiores al 80%, y, por otra parte, el proceso permite incorporar la producción de hidrógeno libre de emisiones contaminantes y, además, a un coste competitivo, a partir de un recurso económico y abundante como es el carbón.

ELCOGAS proyecta implantar una planta piloto de producción de hidrógeno (2.500 Nm<sup>3</sup>/h) y captura de CO<sub>2</sub> en pre-combustión (25.000 t/año) a partir de un 2% del gas de síntesis limpio producido en la planta, con el objeto de investigar, desarrollar y demostrar estas capacidades en una central GICC existente. El diagrama de bloques del proceso de la planta piloto se muestra en la Figura 3.

**Figura 3: Planta piloto de producción de hidrógeno con captura de CO<sub>2</sub>. Diagrama de bloques**



(\*) Apdo. 200 Puertollano (Ciudad Real) 13500. fgarcia@elcogas.es, mbgarcia@elcogas.es, pcoca@elcogas.es