



## Centro de Desarrollo de Tecnologías de Captura y Transporte de CO<sub>2</sub> (es.CO<sub>2</sub>)

**Autor:** José Antonio Gutiérrez Bravo

**Institución:** Fundación Ciudad de la Energía

**Otros autores:** Ruth Diego García (Fundación Ciudad de la Energía); Jesús Ramos Lage (Fundación Ciudad de la Energía); Benito Navarrate (Fundación Ciudad de la Energía)

## Resumen

La Fundación Ciudad de la Energía (CIUDEN) es una institución pública creada por el Gobierno de España en el año 2006. Fue concebida para favorecer el desarrollo económico y social del país, a través de actividades relacionadas con la energía y el medio ambiente. CIUDEN contribuye al fortalecimiento industrial y tecnológico de España y Europa, llevando a cabo investigación en Captura y Almacenamiento de Carbono (CAC).

El Centro de Desarrollo de Tecnologías de Captura y Transporte de CO<sub>2</sub> (es.CO<sub>2</sub>), perteneciente a CIUDEN, está situado en Cubillos del Sil (León), en la comarca de El Bierzo. Una región cuya historia está íntimamente relacionada con la producción de energía, especialmente a través de la minería y el uso del carbón. Su objetivo es desarrollar la viabilidad de las tecnologías de captura y transporte de CO<sub>2</sub> para alcanzar un nivel de desarrollo a escala industrial.

El centro es.CO<sub>2</sub> es una instalación de escala semi-industrial preparado para estudiar el proceso integrado completo de captura y transporte de CO<sub>2</sub>. Consta de las siguientes unidades principales: sistema de preparación de combustible, caldera de carbón pulverizado (20MWt), caldera de lecho fluido circulante (30MWt), gasificador de biomasa de 3MWt, sistema de depuración de gases, sistema de preparación de comburentes, unidad de compresión y purificación de CO<sub>2</sub>, instalación experimental de transporte de CO<sub>2</sub>, y un laboratorio completamente equipado.

Las calderas pueden operar en combustión convencional, aire como comburente, y oxi-combustión, donde el comburente está formado por oxígeno y gases recirculados. Además, es posible realizar la combustión de diferentes tipos de carbón y mezclas de carbón y biomasa.

Los combustibles se preparan y mezclan en la unidad de preparación de combustibles, desde la cual se alimentan a las calderas donde se lleva a cabo la combustión, los gases de salida de las calderas se tratan en la depuración de gases, una parte de ellos se captura y comprime en la unidad de compresión y purificación de CO<sub>2</sub>, y su transporte se puede ensayar en la instalación experimental de transporte de CO<sub>2</sub>.

Actualmente CIUDEN participa en varios proyectos internacionales para desarrollo del CAC, como el OXYCFB300, uno de los 6 proyectos financiados por el European Energy Programme for Recovery (EEPR), para desarrollar las tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, y seis proyectos del 7º Programa Marco: FLEXIBURN CFB para demostración de combustión en aire y oxi-combustión en calderas de lecho fluido; RELCOM, desarrollo a escala comercial de quemadores de oxi-combustión de carbón pulverizado; y otros como: BRISK, MACPLUS, O2GEN, R&DIALOGUE.

**Palabras claves:** Captura de CO<sub>2</sub>, transporte de CO<sub>2</sub>, oxicombustión, carbon pulverizado, lecho fluido circulante, gasificación, CAC



*Centro de desarrollo de Tecnologías de Captura y Transporte de CO<sub>2</sub> de CIUDEN*

### **La Fundación Ciudad de la Energía (CIUDEN)**

La Fundación Ciudad de la Energía (CIUDEN) es una institución pública creada por el Gobierno de España en el año 2006. La Fundación fue concebida para favorecer el desarrollo económico y social del país, a través de actividades relacionadas con la energía y el medio ambiente. La Fundación se ubica en Ponferrada, capital de la comarca de El Bierzo (León), una región cuya historia está íntimamente relacionada con la producción de energía, especialmente a través de la minería y el uso del carbón. Actualmente CIUDEN depende del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

CIUDEN presenta tres áreas de trabajo: 1) Tecnologías de Captura y Almacenamiento de CO<sub>2</sub>, 2) Ene.Museo Nacional de la Energía, y 3) Desarrollo Territorial. El área de Tecnologías de Captura y Almacenamiento de CO<sub>2</sub> se divide en dos programas: el Programa de Captura y Transporte de CO<sub>2</sub>, al que pertenece el Centro de Desarrollo de Tecnologías de Captura y Transporte de CO<sub>2</sub> (es.CO<sub>2</sub>), y el Programa de Almacenamiento Geológico de CO<sub>2</sub>.

CIUDEN contribuye al fortalecimiento industrial y tecnológico de España llevando a cabo investigación en Captura y Almacenamiento de Carbono (CAC). El proyecto de CIUDEN está incluido en una de los cinco proyectos financiados por el European Energy Programme for Recovery (EEPR) cuya primera fase ha sido financiada por Europa con 180 M€.

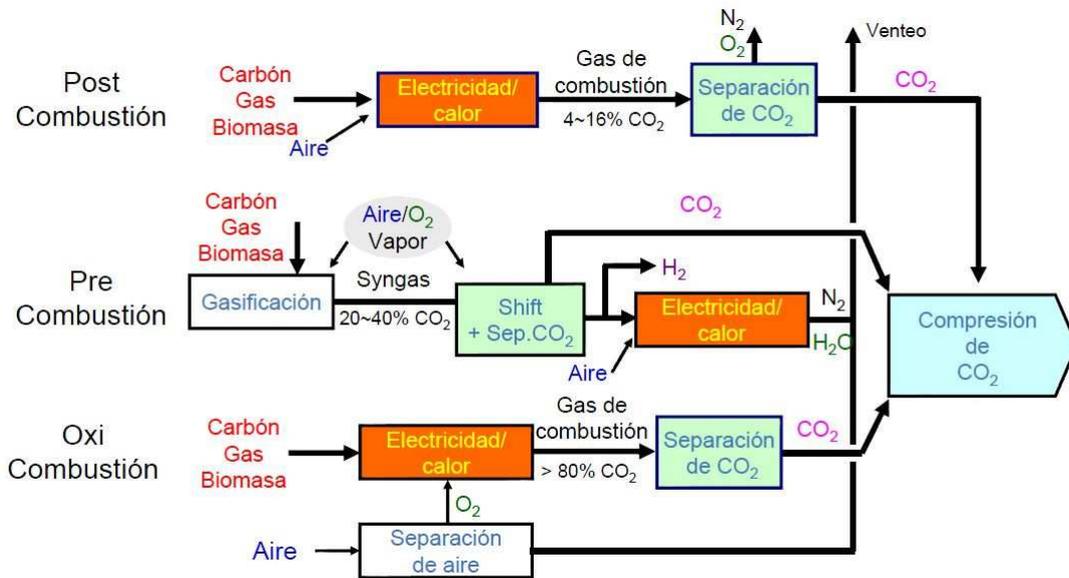
## Introducción a la Captura y Almacenamiento de CO<sub>2</sub> (CAC)

El CO<sub>2</sub> es el principal gas efecto invernadero (GEI), supone el 77% de las emisiones de dichos gases de origen antropogénico según el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). La captura, transporte y almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> (CAC) es una de las soluciones que aporta el desarrollo tecnológico para hacer frente al preocupante aumento de la concentración de GEI en la atmósfera. El Centro de Desarrollo de Tecnologías de Captura y Transporte de CO<sub>2</sub> (es.CO<sub>2</sub>) contribuye al desarrollo de tecnologías CAC capaces de mitigar ese aumento.

es.CO<sub>2</sub> está situado en Cubillos del Sil (León), es uno de los proyectos más destacados a nivel mundial tratando de demostrar la viabilidad técnica, económica y medioambiental de las tecnologías de captura y transporte de CO<sub>2</sub> con el fin de alcanzar un nivel de desarrollo a escala industrial. es.CO<sub>2</sub> es una instalación de escala semi-industrial preparada para estudiar el proceso integrado completo de captura y transporte de CO<sub>2</sub>.

Las tecnologías de captura de CO<sub>2</sub> a partir del uso de combustibles fósiles son tres: pre-combustión, post-combustión y oxi-combustión.

- La pre-combustión es una tecnología de captura que se aplica a plantas de gasificación, también conocidas como GICC (Gasificación Integrada en Ciclo Combinado). Comprende la gasificación del combustible con oxígeno o aire bajo presión para producir un gas sintético compuesto principalmente por hidrógeno (H<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). A continuación se elimina el CO<sub>2</sub>, para lo que se dispone de diversos métodos: Adsorción a cambio de presión (PSA), Separación criogénica, Absorción química, absorción física y la separación por membranas. El gas resultante rico en hidrógeno se suministra a un sistema de potencia similar a un ciclo combinado clásico (turbina de gas + caldera de recuperación de calor).
- La captura de CO<sub>2</sub> mediante tecnologías de post-combustión consiste en la separación del CO<sub>2</sub> de la corriente de gases que se origina en la combustión de combustibles fósiles y/o biomasa con aire. Los gases de combustión cuando la combustión se realiza con aire está compuestos por una mezcla de gases con una baja concentración de CO<sub>2</sub> (<15%). Los procesos más viables para la separación del CO<sub>2</sub> son: Absorción química, Ciclos carbonatación/calcinación, Membranas, y la Destilación criogénica.
- La captura por oxi-combustión es la combustión de combustible con oxígeno. En una planta de captura por oxi-combustión parte los gases de combustión son recirculados a la caldera inyectándoseles oxígeno como comburente. El gas de combustión producido; que está compuesto principalmente por CO<sub>2</sub>, se purifica seca y comprime.



*Captura de CO<sub>2</sub>: alternativas tecnológicas (EPRI)*

Una vez capturado y comprimido en el punto de generación, el CO<sub>2</sub> ha de transportarse hasta el lugar donde se va a almacenar. El transporte se realiza a presión con el fin de abaratar costes. Se puede transportar mediante camión, tren, barco o ceoducto. Los ceoductos son tuberías de grueso calibre y gran longitud para conducir a distancia CO<sub>2</sub>. Para grandes instalaciones industriales el transporte por ceoducto es el de menor coste, ya que el coste de inversión es alto, pero el de operación es menor que el de las otras opciones, por lo que son el método más común de transporte de CO<sub>2</sub> actualmente.

La principal tecnología de captura desarrollada actualmente en es.CO<sub>2</sub> es la oxi-combustión, si bien la instalación podría adaptarse para desarrollar post-combustión, incluso pre-combustión. Con respecto al transporte, es.CO<sub>2</sub> desarrolla tecnologías de transporte por ceoducto.

La última etapa de las tecnologías CAC es el almacenamiento del CO<sub>2</sub>. El almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> es el método más común de almacenamiento, si bien existen otras opciones tecnológicas menos desarrolladas como el almacenamiento en océanos o el almacenamiento biológico.

El almacenamiento geológico consiste en la inyección de CO<sub>2</sub> en los poros de la formación almacén que migrará a través de la roca reemplazando al fluido original contenido en la formación. El almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> se puede realizar en varias formaciones geológicas (IPCC): yacimientos de petróleo y gas, formaciones salinas profundas y capas de carbón inexplotables.

## Fundamentos de la oxi-combustión con captura de CO<sub>2</sub>

La combustión convencional se realiza con aire como comburente, del que el 79% está compuesto por nitrógeno, lo que diluye el CO<sub>2</sub> en la corriente de salida de gases a concentraciones menores del 15%. Mientras que en la post-combustión el CO<sub>2</sub> se extrae de la corriente de gases de combustión, en la oxi-combustión el nitrógeno del aire se elimina antes de la de la combustión, lo que da como resultado una corriente concentrada en más de un 90% (en base seca) de CO<sub>2</sub> en los gases de salida. El gas de oxi-combustión producido una vez deshidratado podría almacenarse directamente sin necesidad de más purificación. Si fuera necesario eliminar el resto de impurezas asociadas la oxi-combustión, principalmente oxígeno, nitrógeno y argón, se puede realizar mediante destilación.

Una planta de captura de CO<sub>2</sub> por oxi-combustión se caracteriza por tres unidades principales (IPCC):

- Unidad de separación de aire (Air Separation Unit – ASU): este sistema separa el oxígeno del aire y lo suministra para la combustión.
- Combustión- transferencia de calor- control de calidad del gas: los componentes de este sistema son muy similares a los de un sistema convencional. El combustible se quema con una mezcla de oxígeno y gases recirculados.
- Unidad de purificación y compresión de CO<sub>2</sub> (Compression and Purification Unit - CPU): este sistema incluirá como mínimo un secado del gas y una compresión para acondicionar el gas para el transporte y almacenamiento. Adicionalmente podrá incluir una limpieza de partículas y eliminación del resto de impurezas mediante destilación.

En cuanto al combustible empleado en oxi-combustión, es posible utilizar combustibles sólidos como carbón, coke de petróleo, y biomasa, además de líquidos y gases.

## CENTRO DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS DE CAPTURA Y TRANSPORTE DE CO<sub>2</sub> (es.CO<sub>2</sub>)

El Centro de Desarrollo de Tecnologías de Captura y Transporte de CO<sub>2</sub> (es.CO<sub>2</sub>) es una instalación experimental a escala semi-industrial, localizada en Cubillos del Sil (León) en la comarca de El Bierzo. El principal objetivo de es.CO<sub>2</sub> es desarrollar tecnologías de captura de CO<sub>2</sub> por oxi-combustión y transporte de CO<sub>2</sub> por ceoducto, para alcanzar un nivel de desarrollo a la escala industrial.

es.CO<sub>2</sub> consta de las siguientes unidades principales:

- Unidad de preparación de combustible
- Caldera de carbón pulverizado (20MW<sub>t</sub>)
- Caldera de lecho fluido circulante (30MW<sub>t</sub>)

- Gasificador de biomasa (3MW<sub>t</sub>)
- Sistema de depuración de gases
- Sistema de preparación de comburentes
- Unidad de compresión y purificación de CO<sub>2</sub>
- Instalación experimental de transporte de CO<sub>2</sub>
- Laboratorio de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>.

Las calderas pueden operar en combustión convencional, aire como comburente, y oxí-combustión, donde el comburente está formado por oxígeno y gases recirculados. Como combustibles se pueden utilizar diferentes tipos de carbón, pet-coke biomasa y mezclas de los mismos.

Los combustibles se preparan y mezclan en la unidad de preparación de combustibles, desde la cual se alimentan a las calderas donde se lleva a cabo la combustión. Los gases de salida de las calderas se tratan en el sistema depuración de gases. Una parte de ellos se captura y comprime en la unidad de compresión y purificación de CO<sub>2</sub>, y su comportamiento en el transporte se puede ensayar en la instalación experimental de transporte de CO<sub>2</sub>.

Debido a que es una instalación experimental y a fin de poder conocer con detalle el proceso, la instrumentación de campo es mucho mayor que en una instalación comercial, además los puntos de muestreo están muy próximos entre sí y, los datos registrados se almacenan en servidores durante meses.

### **Unidad de preparación de combustible**

es.CO<sub>2</sub> dispone de su propio sistema de preparación de combustible, por lo que puede acomodar el combustible al proceso de combustión sin depender de terceros. El sistema está diseñado para manejar varios tipos de combustibles, como: carbón, coke de petróleo y biomasa. El rango de los carbones puede ir ser antracita, bituminoso, sub-bituminoso y lignito.



*Unidad de preparación de combustible – Vista general*

La unidad de preparación de combustibles puede dividirse en 4 sistemas:

- Sistema de trituración
- Sistema de molienda
- Sistema de alimentación de carbón pulverizado a la caldera
- Sistema de alimentación a la caldera de lecho fluido circulante

El sistema de trituración realiza una eliminación de elementos metálicos mediante un separador magnético, lleva a cabo un cribado del combustible, se tritura el combustible hasta el tamaño deseado y se transporta para almacenarse en los silos de combustible triturado.

Si se está operando la caldera de carbón pulverizado el combustible se alimenta desde los silos de combustible triturando al sistema de molienda. El combustible es secado y pulverizado en el molino de bolas, y transportado al silo de carbón pulverizado. El sistema de molienda es un sistema indirecto, es decir, el carbón una vez que sale del molino se almacena en un silo para desde ahí alimentarlo a la caldera de carbón pulverizado.

Desde el silo de carbón pulverizado el combustible se transporta mediante un elevador de cangilones y un sistema de tornillos sinfines para alimentarlo a cada quemador. El sistema permite variar la potencia de cada quemador independientemente.

Si se está operando la caldera de lecho fluido circulante, el combustible se extrae de los silos de combustible triturado y se transporta mediante cinta al silo horario de la caldera de lecho fluido circulante, desde donde se alimenta el combustible a la caldera mediante un alimentador.

<b>Unidad de preparación de combustible - Características principales</b>	
Combustibles	Antracita, carbón bituminoso, carbón sub-bituminoso, coque de petróleo, biomasa.
Trituradora	15 t/h
Silos de carbón triturado	2 x 120 m <sup>3</sup>
Molino	5 t/h

### Caldera de carbón pulverizado

La caldera de carbón pulverizado puede trabajar utilizando aire y oxígeno para la combustión, es decir, modo combustión convencional y oxi-combustión respectivamente. La caldera de carbón pulverizado (PC) genera vapor sobrecalentado a través de la combustión del combustible y el aprovechamiento del calor de los gases con una potencia de 20MW<sub>t</sub>. Es una caldera acuotubular de tubos verticales con circulación de agua natural y tiro inducido.



*Izado de la caldera CP de 20 MW<sub>t</sub> (2009)*

La caldera está diseñada para quemar antracita de El Bierzo, pero es flexible para quemar otros carbones como carbón bituminoso, carbón sub-bituminoso, además de coke de petróleo y hasta un 25% de biomasa.

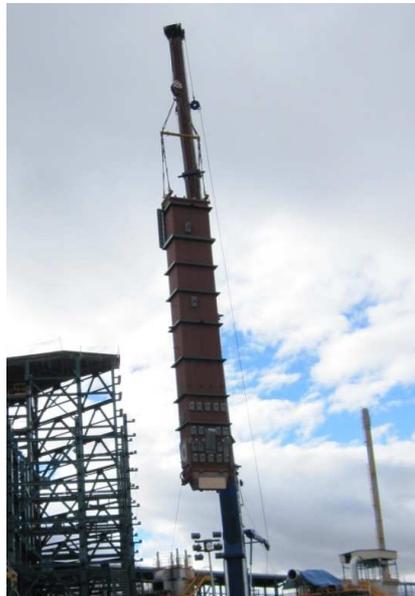
<b>Caldera de carbón pulverizado – Características principales</b>	
Potencia	20 MW <sub>t</sub>
Quemadores	4 horizontales de bajo NO <sub>x</sub> 5 MW <sub>t</sub> cada uno
Alimentación de carbón	3,4 t/h
Vapor	Sobrecalentado (30 bar & 420 °C)
Oxígeno	6,6 t/h

Dentro de la caldera de carbón pulverizado podemos encontrar varios sistemas:

- Sistema agua-vapor: similar al de una central térmica convencional, por lo que se puede adaptar a cualquier central existente.
- Sistema de alimentación de combustible: la alimentación de combustible a cada quemador se regula mediante un tornillo de velocidad variable y se introduce en la caldera neumáticamente.
- Sistema de alimentación de comburente: el comburente puede ser aire o una mezcla controlada de oxígeno y gases recirculados. La presión, caudal y temperatura para cada comburente se puede controlar independientemente.

### **Caldera de lecho fluido circulante**

La caldera de lecho fluido circulante (LFC) de es.CO<sub>2</sub> con sus 30 MW<sub>t</sub> es la mayor caldera de oxi-combustión del mundo en lecho fluido circulante. Se trata de caldera de circulación natural y tiro inducido diseñada para realizar ensayos en combustión convencional y oxi-combustión.



*Izado de la caldera LFC de 30 MW<sub>t</sub> (2010)*

Al igual que la caldera de carbón pulverizado, el combustible de diseño es antracita de El Bierzo, pero es capaz de quemar carbón bituminoso, carbón sub-bituminoso, además de coke de petróleo y de biomasa.

<b>Caldera de lecho fluido circulante – Características principales</b>	
Potencia	30 MW <sub>t</sub>
Alimentación de carbón	5,5 t/h
Vapor	Sobrecalentado (30 bar & 250 °C)
Oxígeno	8,8 t/h

La caldera LFC opera con el principio de lecho fluido circulante donde el material más pesado se separa de la corriente de gases mediante un ciclón y se retorna al hogar de nuevo. Los gases y las cenizas volantes salen de la caldera por la parte de recuperación de calor convectiva, mientras que la ceniza de fondo se extrae de la parte baja de la caldera para mantener el equilibrio de sólidos en la caldera y la calidad del lecho.

Además de carbón, en las calderas de lecho fluido se añaden otros sólidos, como son: arena para mantener la calidad del lecho y cal o caliza para controlar la cantidad de SO<sub>2</sub> en los gases de salida. Además es posible inyectar amoníaco para reducir las emisiones de NO<sub>x</sub>.

## Sistema de depuración de gases

La combustión y oxi-combustión producen partículas y otros contaminantes gaseosos que es necesario eliminar. El sistema de depuración de gases de  $\text{CO}_2$  tiene como objetivo eliminar dichos contaminantes para cumplir la normativa medioambiental si se emiten a la atmósfera o para cumplir las especificaciones de la unidad de compresión y purificación de  $\text{CO}_2$ .



*Sistema de depuración de gases. Vista general*

El sistema incluye los siguientes equipos principales:

- Ciclones
- Reducción catalítica selectiva de  $\text{NO}_x$  (SCR)
- Filtro de mangas
- Unidad de desulfuración
- Recolección, transporte y almacenamiento de sólidos
- Chimenea

La eliminación de partículas de los gases de combustión en los ciclones es la primera etapa de limpieza, tras esto se eliminan los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) mediante reducción catalítica selectiva en el SCR mediante la inyección de amoníaco.

Entre el SCR y el filtro de mangas existe un calentador de agua con el fin de reducir la temperatura de los gases de combustión y aumentar la del agua de alimentación a la caldera lo que aumenta el rendimiento del sistema. El siguiente equipo es un filtro de mangas, que elimina de partículas de los gases, y como última etapa de tratamiento, los gases son desulfurados por vía húmeda con una lechada de cal o caliza.

**Sistema de depuración de gases – Características principales**

Caudal de gases	26.000 Nm <sup>3</sup> /h	
Temperatura de los gases de entrada	350-425 °C	
Emisiones	NO <sub>x</sub>	60 mg/Nm <sup>3</sup>
	Partículas	15 mg/Nm <sup>3</sup>
	SO <sub>2</sub>	60 mg/Nm <sup>3</sup>

**Unidad de compresión y purificación de CO<sub>2</sub>**

La oxi-combustión produce gases con una alta concentración de CO<sub>2</sub> cuya composición es casi suficiente para su transporte y almacenamiento, no obstante aún contiene varios contaminantes que necesitan ser eliminados. Los principales contaminantes son: agua, oxígeno (O<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y partículas.



*Unidad de compresión y purificación de CO<sub>2</sub> - Vista general*

Además de eliminar impurezas remanentes, la Unidad de Compresión y Purificación de CO<sub>2</sub> (CPU) tiene como misión adaptar las condiciones de presión y temperatura del CO<sub>2</sub> para su transporte. Para todo ello el sistema cuenta con las siguientes unidades:

- Lavador de gases ácido: para eliminar SO<sub>x</sub>
- Filtro de alto rendimiento: para eliminar partículas
- Sistema de secado: para eliminar agua
- Compresión: para adaptar el fluido en presión
- Separación por destilación criogénica: para adaptar la temperatura y eliminar el oxígeno y los óxidos de nitrógeno.

<b>Unidad de compresión y purificación de CO<sub>2</sub> – Características principales</b>	
Caudal de gases de entrada	4.500 Nm <sup>3</sup> /h
CO <sub>2</sub> capturado	11 t/día
Pureza del CO <sub>2</sub> capturado	>99%

### **Instalación experimental de transporte de CO<sub>2</sub>**

Una vez que el CO<sub>2</sub> es capturado se necesita transportarlo hasta el lugar de almacenamiento. Los caudales son el método más barato para el transporte de grandes cantidades de CO<sub>2</sub> que se generan en fuentes industriales. El transporte se realiza normalmente en fase densa, es decir como líquido.

La instalación experimental de transporte de CO<sub>2</sub> de es.CO<sub>2</sub> tiene como objetivo ensayar el comportamiento del CO<sub>2</sub> durante el transporte. Es una instalación de escala semi-industrial que simula el transporte de CO<sub>2</sub> entre dos estaciones de bombeo. Está construido dentro de una nave industrial acondicionada para evitar cambios de temperatura.



*Instalación experimental de transporte de CO<sub>2</sub> - Vista general*

La instalación consiste en diez racks de tubería con una longitud de 300 m cada una (longitud total de 3.000 m) y un diámetro de 2". Entre cada los racks se encuentran instaladas 6 zonas de experimentación donde se pueden realizar ensayos de: despresurización, fugas, fracturas, corrosión y materiales, instrumentación y caída de presión.

<b>Instalación experimental de transporte de CO<sub>2</sub> – Características principales</b>	
Longitud	3.000 m
Presión de operación	80 – 110 bar
Temperatura de operación	10 – 31 °C

### **Gasificador de biomasa**

La gasificación es un proceso termoquímico en el que un sustrato carbonoso (residuo orgánico) es transformado en un gas combustible, gas pobre o gas de síntesis, mediante una serie de en presencia de un agente gasificante, aire para gas pobre, oxígeno para gas de síntesis.



*Gasificador de biomasa. Vista general*

El gasificador de es.CO<sub>2</sub> es un Gasificador de biomasa de lecho fluido burbujeante que trabaja a presión atmosférica. Su potencia es de 3 MW<sub>t</sub> lo que corresponde a una escala industrial.

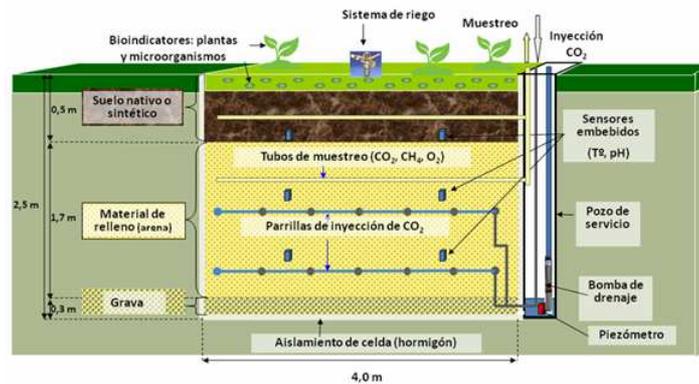
La instalación puede dividirse en varios sistemas:

- Alimentación de biomasa: se pueden alimentar biomasas astilladas y pelletizadas.
- Alimentación de inertes y aditivos: alimentación de arena para formar el lecho y caliza para reducir los SO<sub>x</sub>.
- Encendido: quemador de gas para el arranque del gasificador.
- Tratamiento de gases: a fin de poder utilizar el gas obtenido.

<b>Gasificador de biomasa – Características principales</b>	
Potencia	3 MW <sub>t</sub>
Alimentación de biomasa	15 t/día
Temperatura de operación	800 – 900 °C
Eficiencia	98 %

## Planta de Inyección en Suelos de CO<sub>2</sub> (PISCO2)

La Planta de Inyección en Suelos de CO<sub>2</sub> (PISCO2) es una instalación experimental para investigar la influencia de la inyección del CO<sub>2</sub> en suelos con diferentes biotipos, con el objetivo de desarrollar herramientas de biomonitorización económica y ecológica sobre la seguridad en almacenes geológicos de CO<sub>2</sub>.



*Planta de Inyección en Suelos de CO<sub>2</sub> (PISCO2). Esquema general*

La instalación consiste en 18 celdas de cemento de 16 m<sup>2</sup> cada una y 2,5 m de profundidad equipada con sistemas para inyección controlada de CO<sub>2</sub> a diferentes profundidades, muestreo de agua y gases, y continua monitorización de diferentes parámetros como: humedad, pH, CO<sub>2</sub>, alteraciones microbiológicas, botánicas y geomecánicas.

## Proyectos I+D de es.CO<sub>2</sub>

Los proyectos desarrollados por CIUDEN se llevan a cabo manera local, pero tienen una dimensión internacional. Actualmente CIUDEN participa en varios proyectos internacionales para desarrollo del CAC, como el OXYCFB300, uno de los 6 proyectos financiados por el European Energy Programme for Recovery (EEPR), para desarrollar las tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, y seis proyectos del 7º Programa Marco: FLEXIBURN CFB, RELCOM, BRISK, MACPLUS, O2GEN, ECCSEL PPI, R&DIALOGUE.



OXYCFB300 – Desarrollo de una planta de captura de CO<sub>2</sub> por oxi-combustión, ceoducto para transporte de CO<sub>2</sub>, y almacenamiento en acuífero salino profundo para apoyar la decisión de inversión en una planta de demostración a escala comercial con captura, transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub> de 300 MW.



FLEXIBURNCFB – Demostración de la tecnología de combustión en lecho fluido circulante en modo aire y oxi-combustión.



RELCOM – Actividades de investigación, desarrollo y demostración para escalado de oxi-combustión en carbón pulverizado.



MACPLUS – Desarrollo e investigación de prototipos de componentes a escala real para mejorar la eficiencia y fiabilidad de centrales térmicas con captura de CO<sub>2</sub>.



ECCSEL – Desarrollo de una infraestructura de investigación europea distribuida, incluyendo la construcción y actualización de instalaciones.



BRISK – Integración de trabajo en red y proporcionar acceso transnacional a infraestructuras de utilización de biomasa.



R&DIALOGUE – Mejora de la percepción pública de las tecnologías CAC.



O2GEN – Demostración del concepto de centrales de oxi-combustión de segunda generación para reducir la pérdida de eficiencia de la captura un 5%.



Avda. del Presidente Rodríguez Zapatero, s/n  
24492 - Cubillos del Sil (León) España  
Tel. 987 457 454  
Fax. 987 419 570

**fundación  
ciudad  
de la  
energía**

[información@ciuden.es](mailto:información@ciuden.es)

## Referencias

- IPCC, 1997, Stabilization of Atmospheric Greenhouse Gases: Physical, Biological and Socio-economic Implications.
- MIT, 2009, Retrofitting Coal-Fired Power Plants for CO<sub>2</sub> Emissions Reductions.
- EPRI, 2010, Global Climate Change Research.
- IPCC, 2005, Special Report on Carbon dioxide Capture and Storage.