

# “LA ENERGÍA A DEBATE”

## Los Combustibles Fósiles, Imprescindibles en la sociedad del futuro.

*Juan Otero de Becerra*  
*Jefe de División de Combustión y Gasificación*  
*CIEMAT*

Ciudad Real, 16 abril 2009

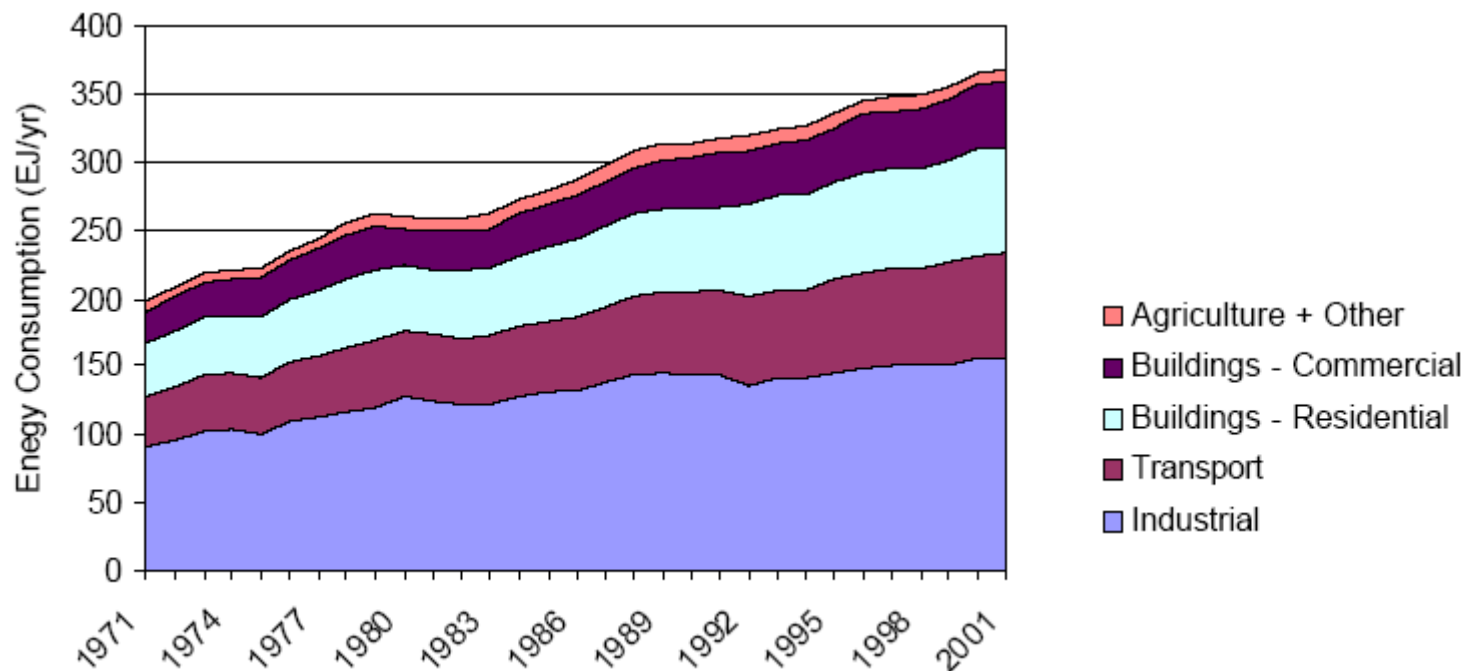
# Panorama energético

- La **energía** es hoy un **problema fundamental**:
  - **El consumo se ha multiplicado** por 100 desde la era industrial.
  - **Las desigualdades entre países son alarmantes.** Por ejemplo, Suecia consume 150 veces más electricidad que Tanzania.
  - **El crecimiento esperado es muy considerable, especialmente en los países en vías de desarrollo** (suponen ~ 80 % de los habitantes del planeta).

# Panorama energético

- **Las fuentes energéticas masivas son**, en la actualidad, **los combustibles fósiles** (carbón, gas y petróleo) que representan el 80 % del consumo energético (23 %, 21 % y 36 % respectivamente) y **la energía nuclear** (7 %).
- Ambas tienen un **rechazo social** considerable:
  - La **energía nuclear** debido a los residuos radiactivos.
  - Los **combustibles fósiles** debido al calentamiento global del planeta provocado por las emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero (especialmente CO<sub>2</sub>).

## Consumo de Energía primaria por sectores

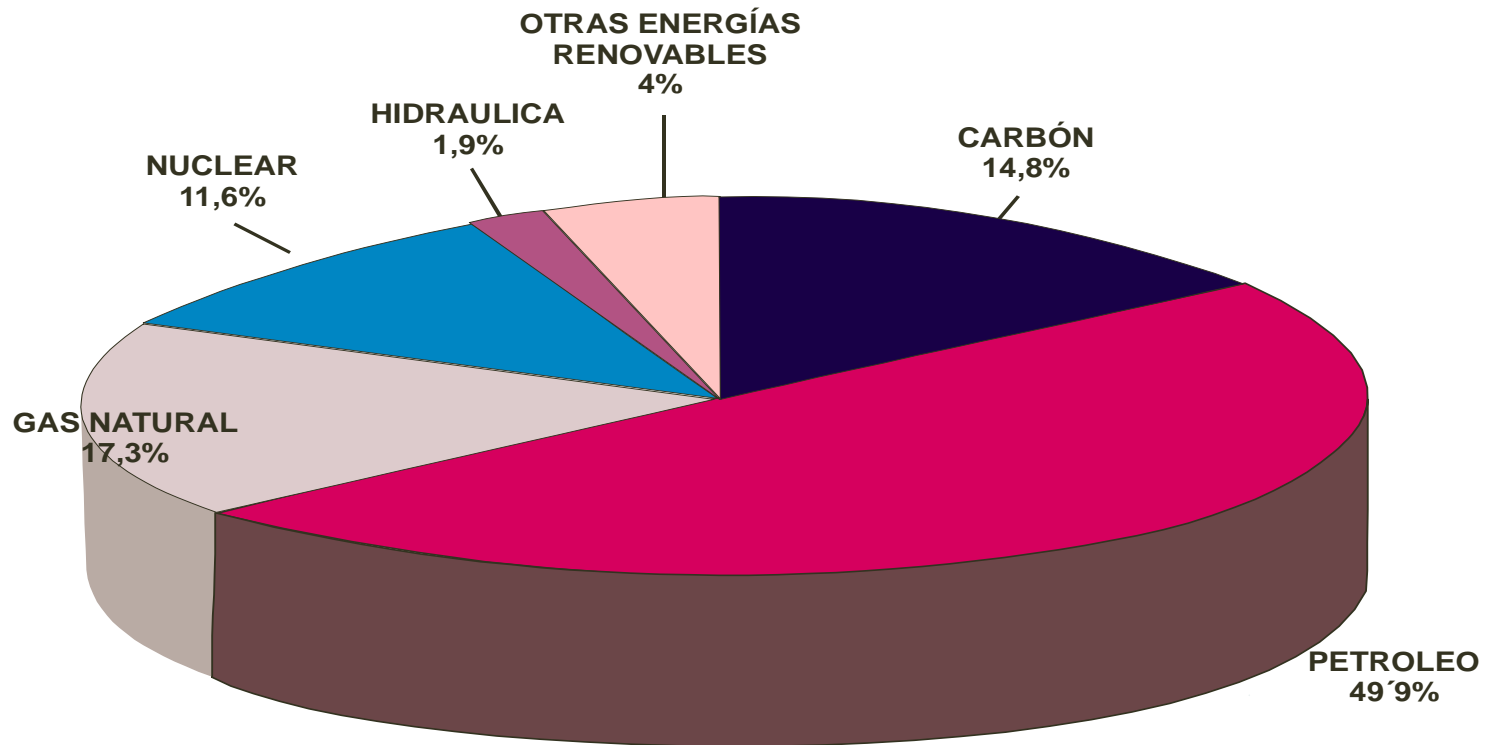


IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage 2006

# Panorama energético

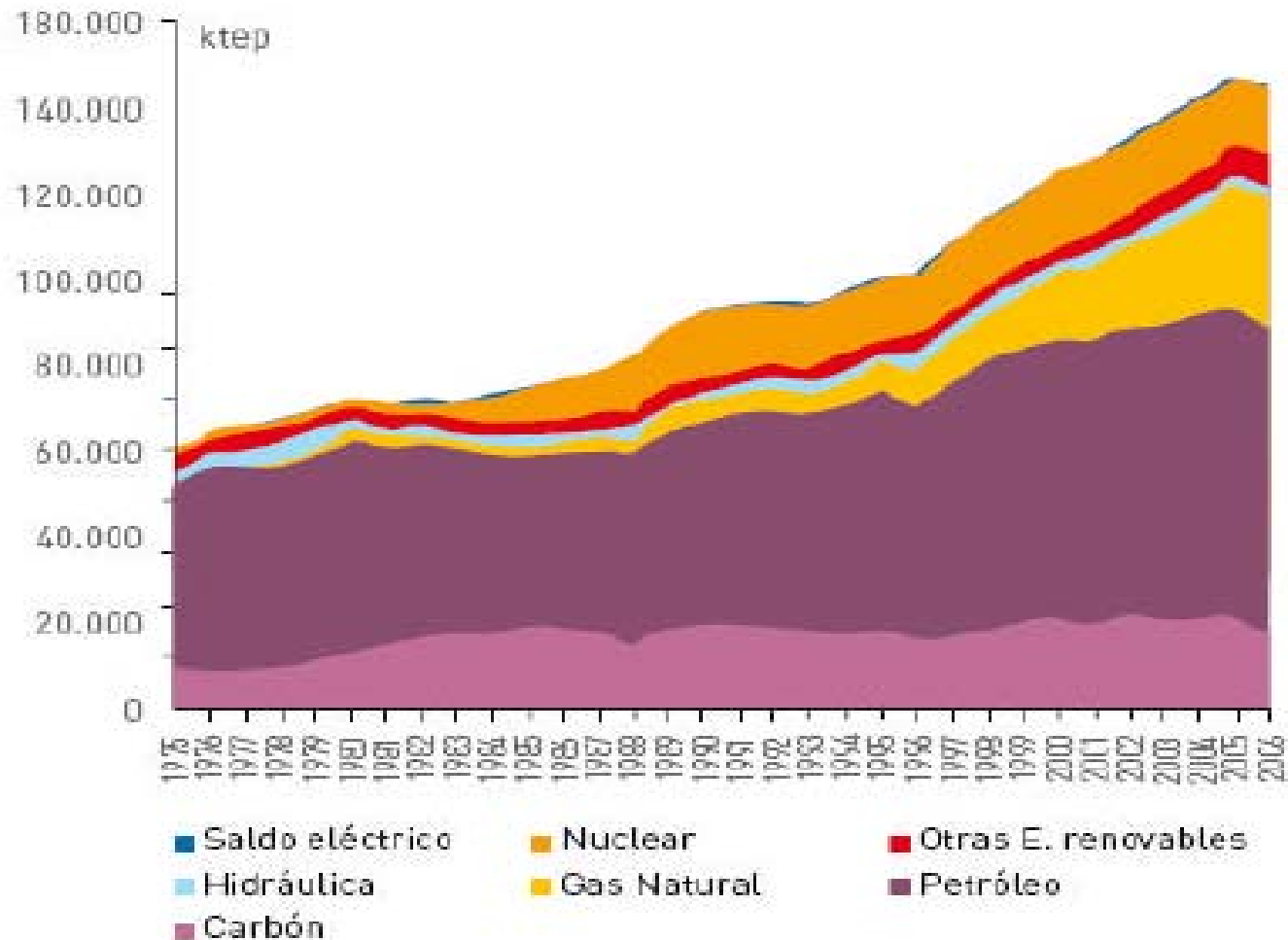
## CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA A NIVEL MUNDIAL

AÑO 2005



# Caso Español

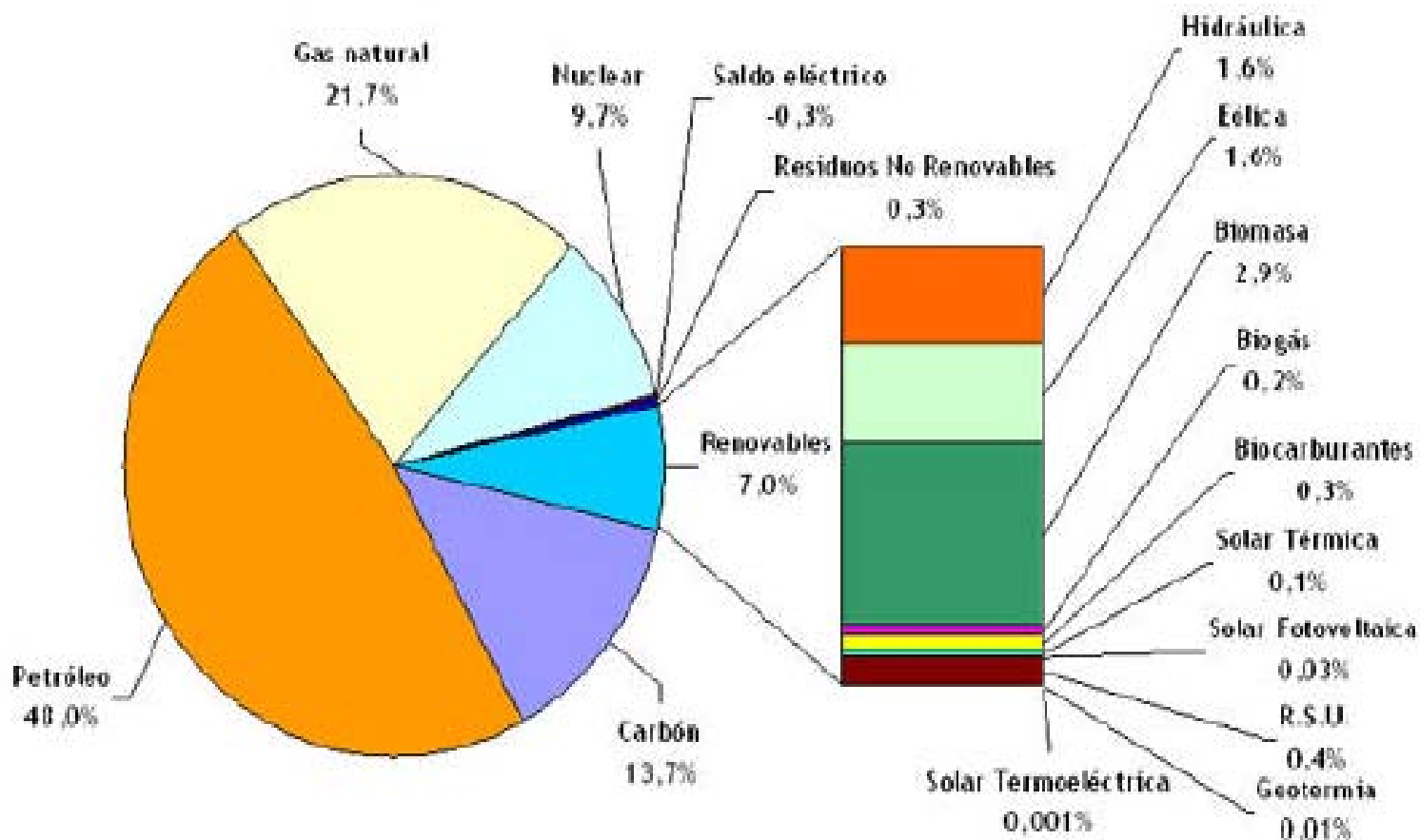
Consumo interno de energía en España (ktep), por tipo de combustibles. 1975-2006.



Fuente : Observatorio de la sostenibilidad

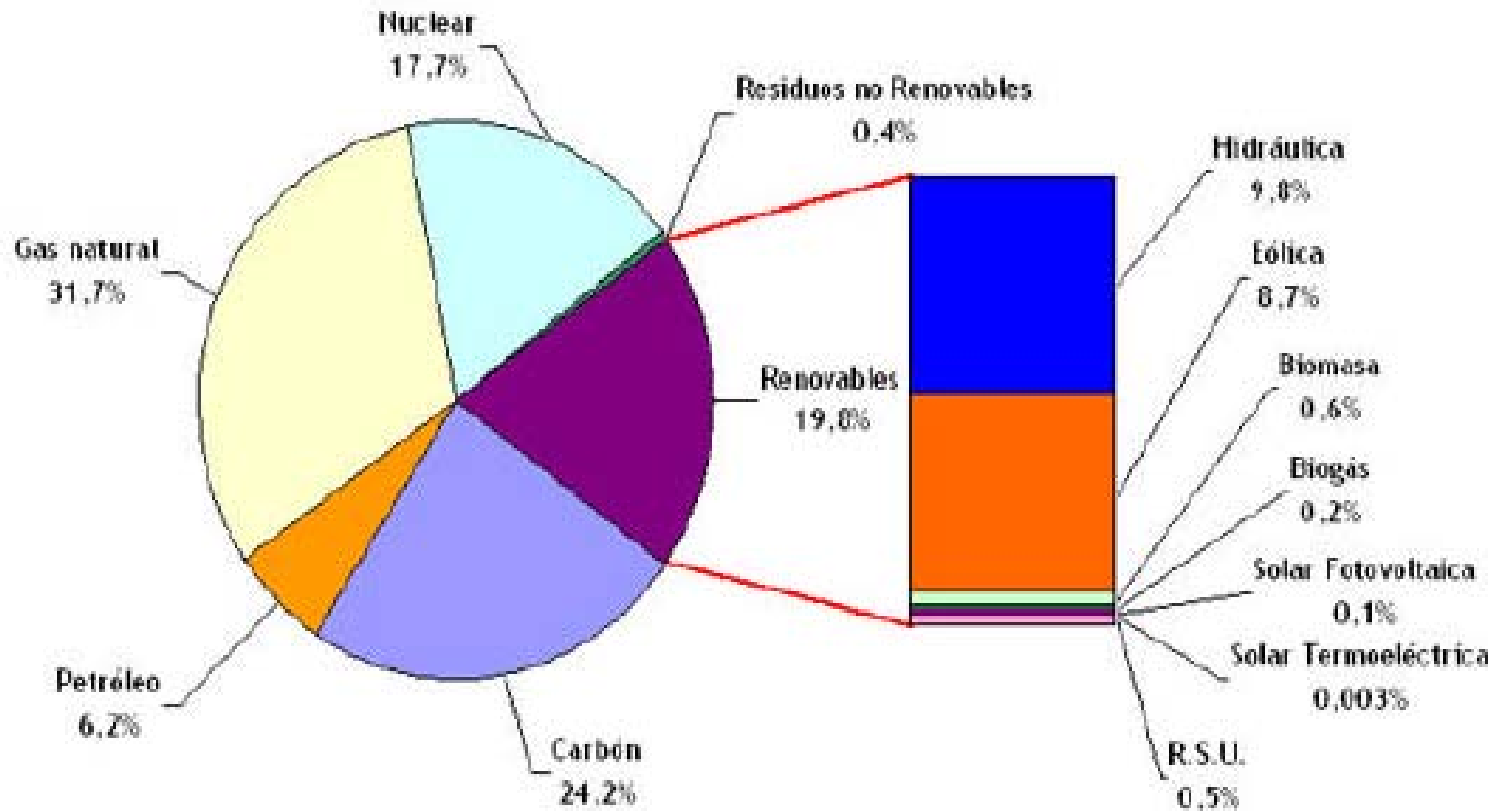
# Caso Español

## 2007: Balance de Energía Primaria



Fuente : IDAE

# 2007: Balance de Producción Eléctrica

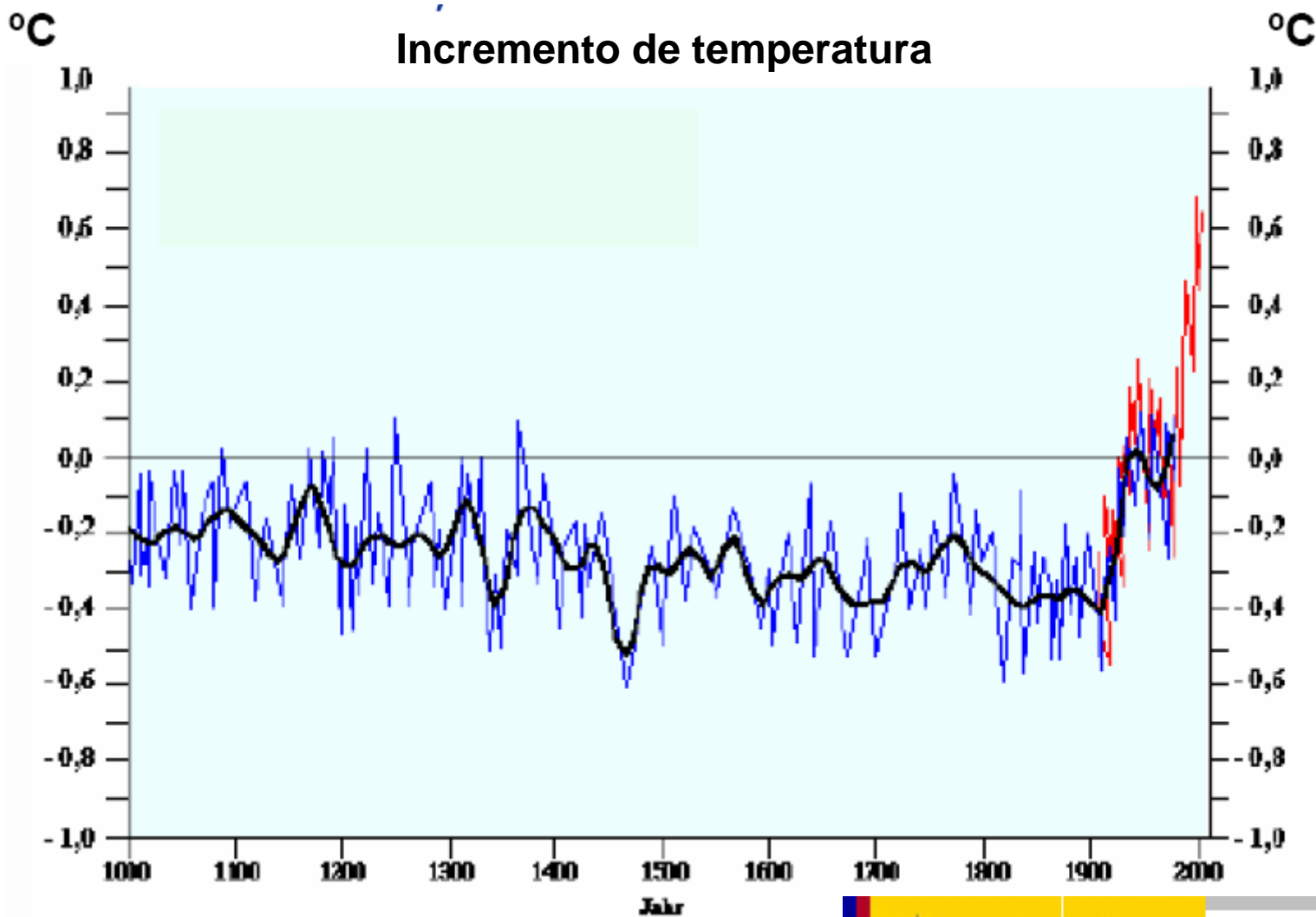


Fuente : IDAE



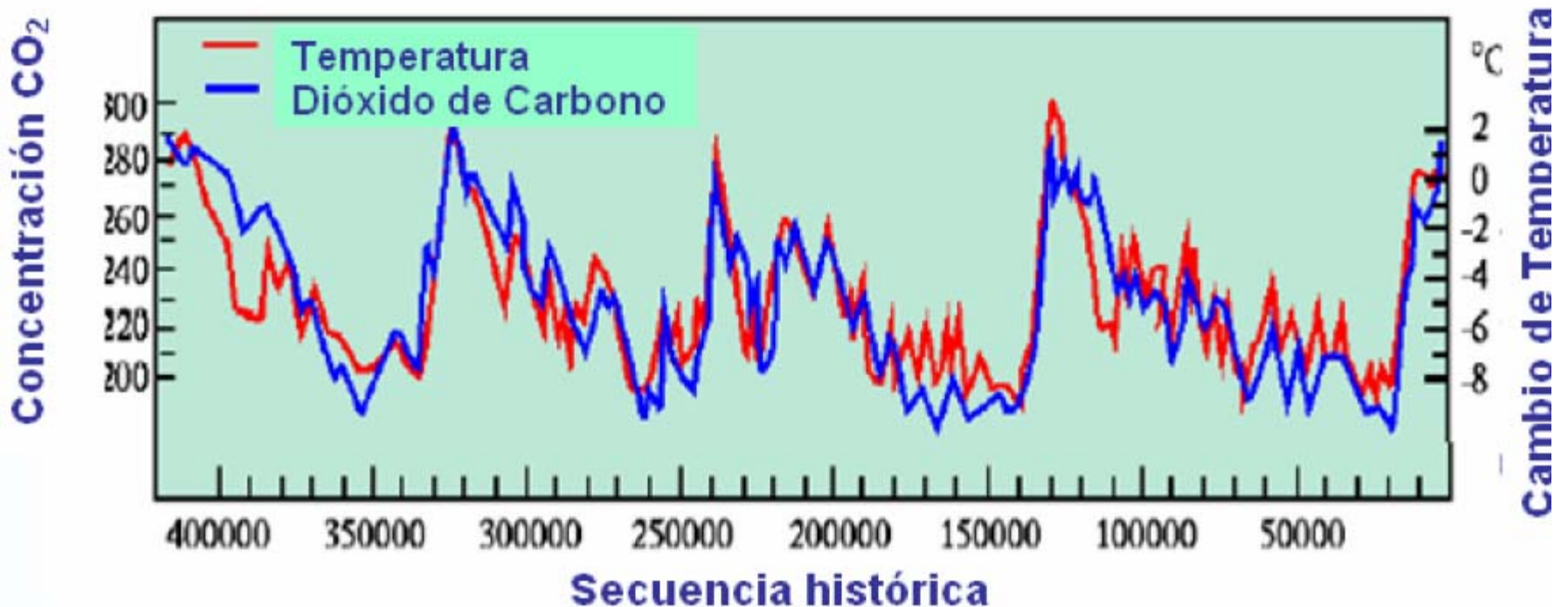
# Cambio climático

## Incremento de temperatura

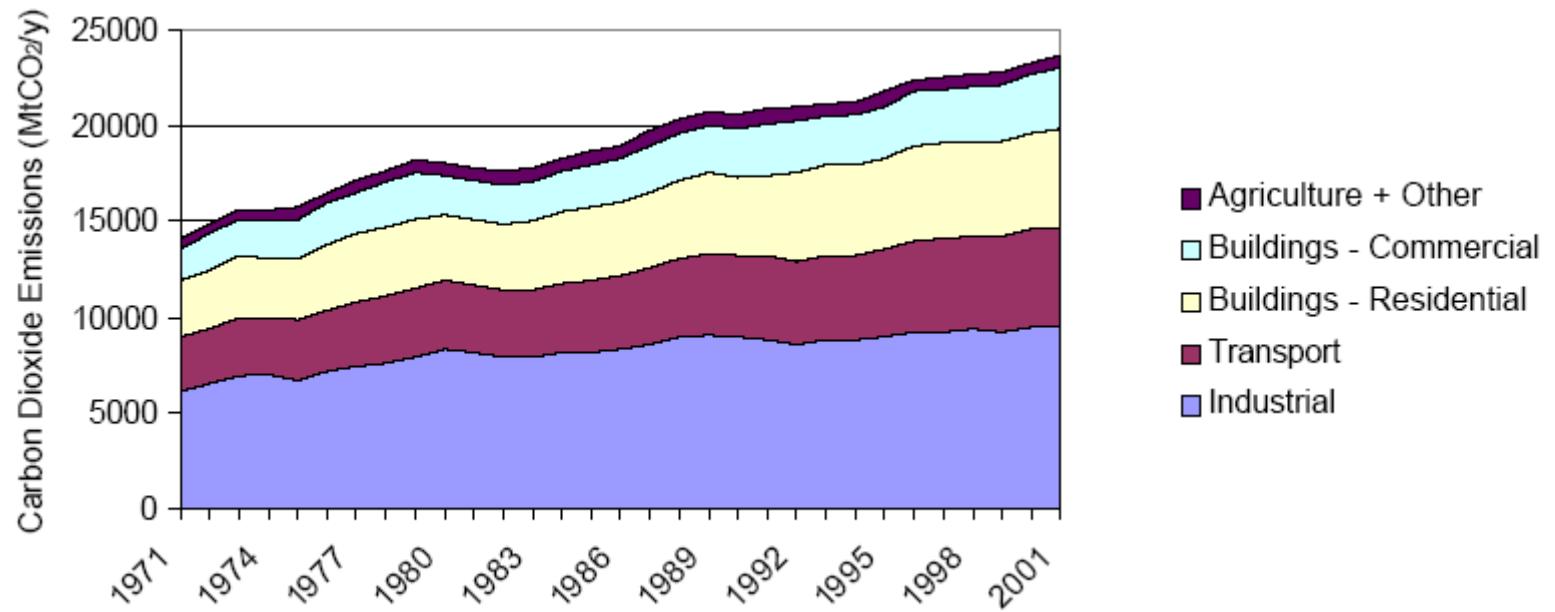


## Cambio climático

### Incremento de temperatura y Concentración de CO<sub>2</sub> en atmósfera

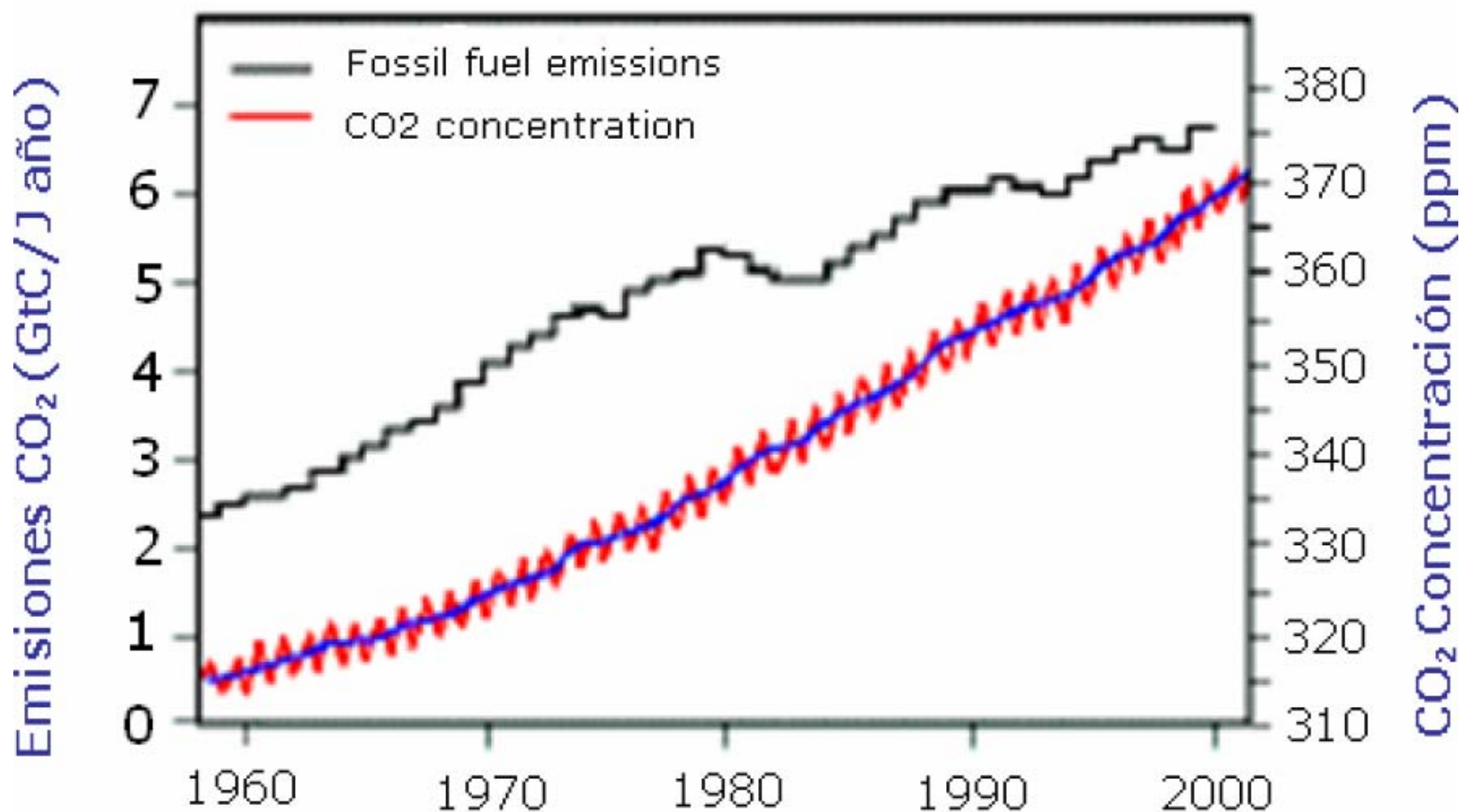


## Emisiones Mundiales de CO2 por sectores



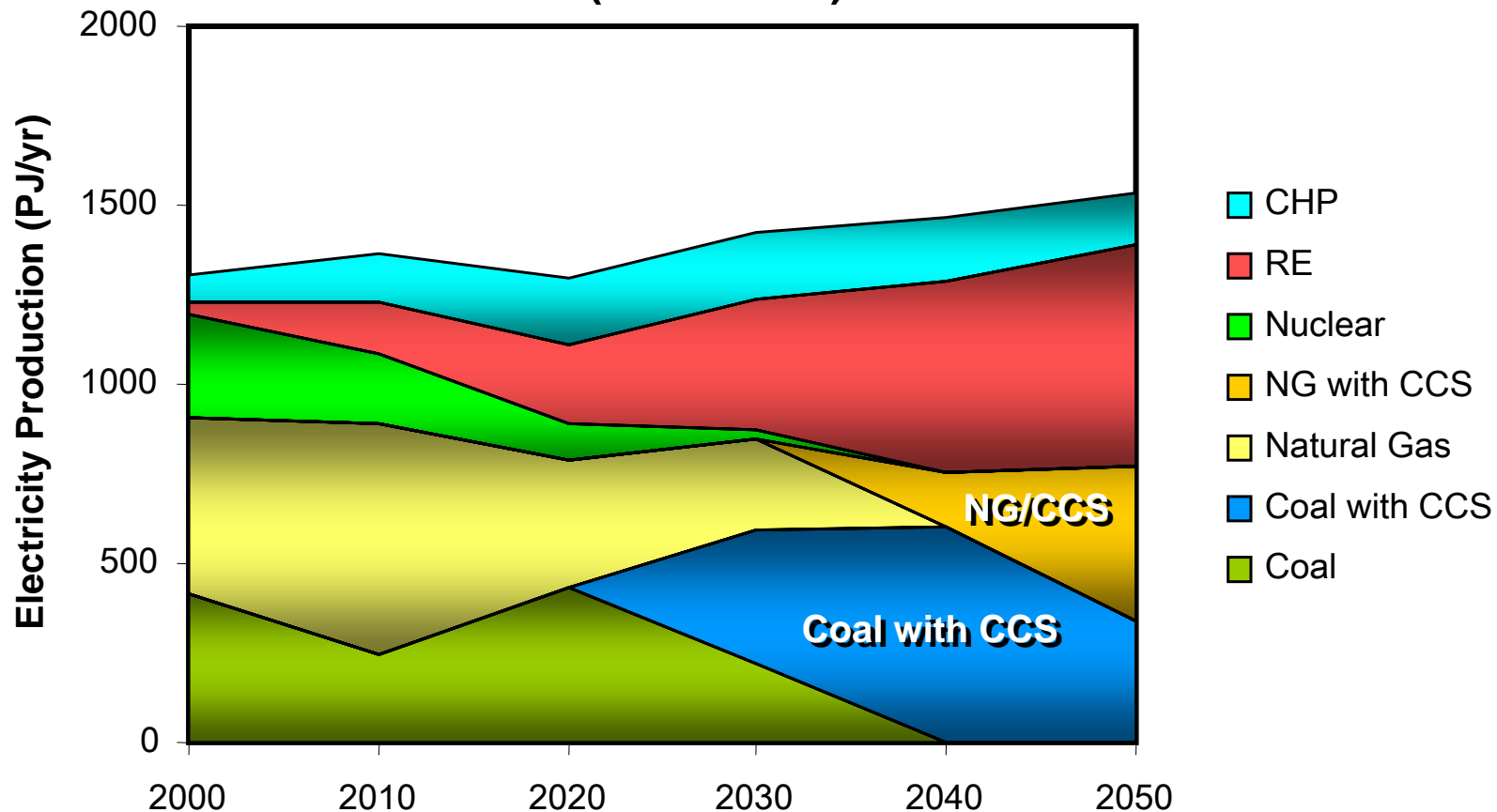
IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage 2006

## Emisiones y Concentración de CO<sub>2</sub>



# Scenario 1

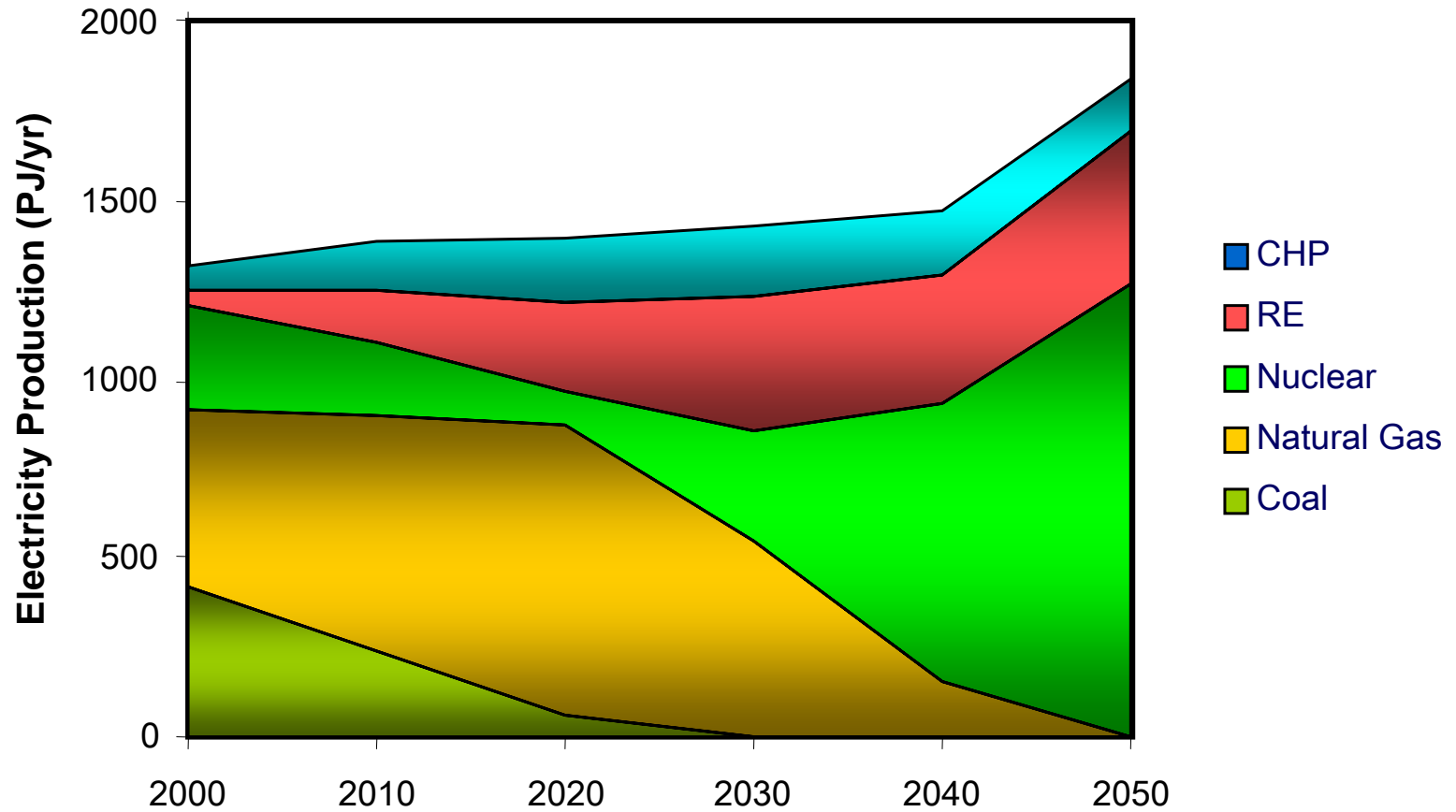
## Electricity Generation – 60% CO<sub>2</sub> by 2050 (no nuclear)



Department of Trade and Industry

# Scenario 2

## Electricity Generation – 60% CO<sub>2</sub> by 2050 (no CCS)



Department of Trade and Industry

# La energía: un bien necesario

- El abastecimiento energético sólo puede ser una combinación de fuentes energéticas diversas.
- Potenciales fuentes masivas de energía:
  - Los combustibles fósiles (carbón en condiciones de quemado más “limpio”).
  - A *medio plazo*: desarrollar nuevos vectores energéticos (H2)
  - A *medio plazo*: desarrollar la energía solar por concentración.
  - A *largo plazo*: desarrollar la Fusión Termonuclear.

# La energía: un bien necesario

- La **distribución del consumo energético** es, aproximadamente: 35 % transporte y 65 % electricidad, vapor, industria y servicios. En consecuencia convendría:
  - 1) Desarrollar tecnológicamente las actuales fuentes de energía e introducir nuevas.
  - 2) Proceder a sustituir el petróleo como combustible básico en el transporte  $\Rightarrow$  desarrollo de biocombustibles.....hidrógeno.
  - 3) Fomentar el ahorro energético.



# Requisitos para la utilización de combustibles Fósiles en Generación de Energía

Utilización de tecnologías de uso limpio del carbón:  
Sin emisiones de  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , partículas, Hg.....  
Son tecnologías de mercado

Utilización de tecnologías de abatimiento de las emisiones de  $\text{CO}_2$ .

# ¿Que es la captura del CO<sub>2</sub>?

**Separar el CO<sub>2</sub> de la corriente de gases**

**No es un tema novedoso.**

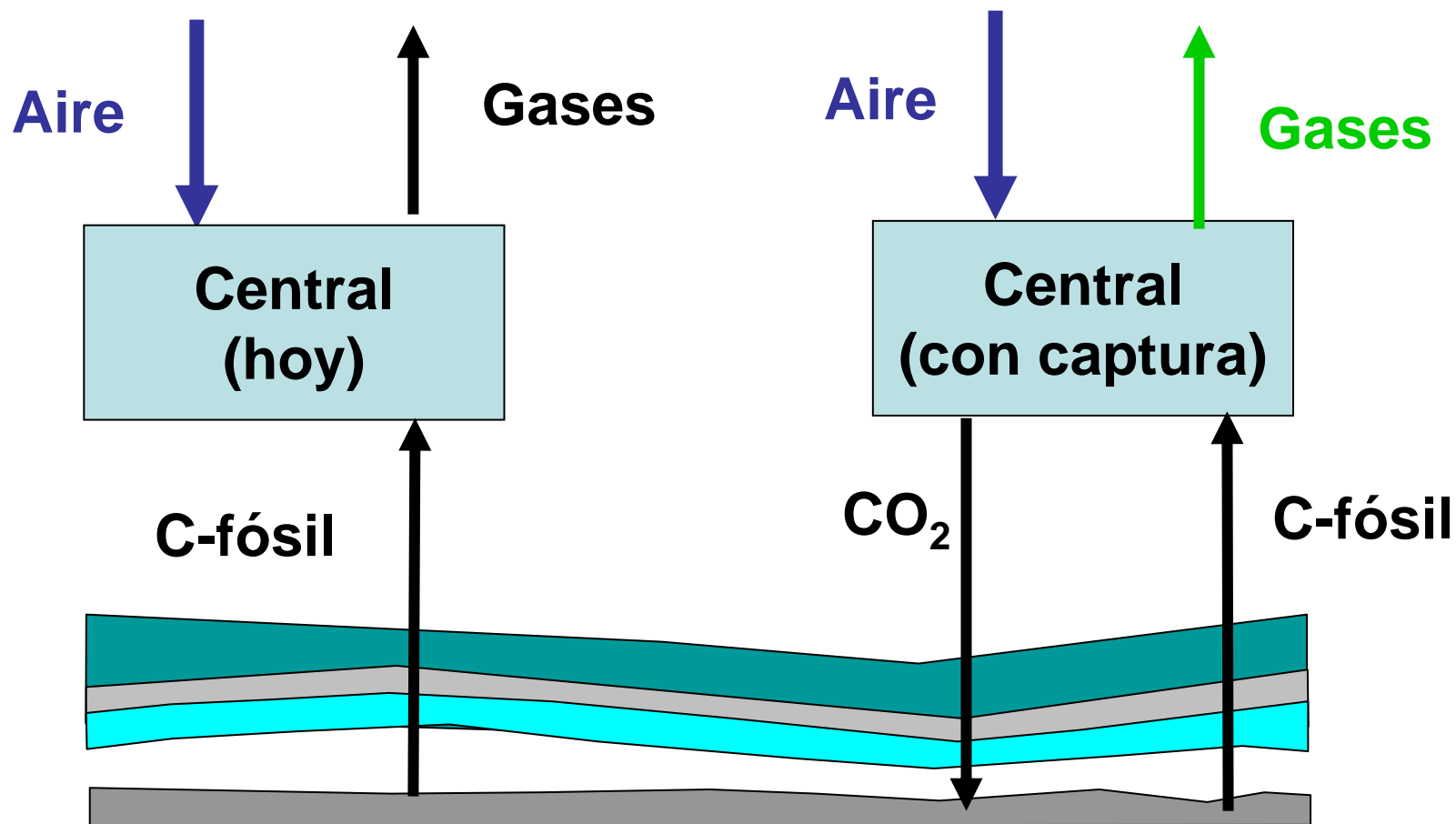
**Se aplica y es necesaria en algunos procesos industriales.**

**Existe tecnología aplicada a procesos Petrolíferos e Industriales.**

**¿Cuál es el principal problema para su implementación en el sector eléctrico?**

**El Coste:** (<sup>3</sup>/<sub>4</sub> del coste de mitigación  
proviene de la etapa de captura)  
**y el Almacenamiento**

# La captura de CO<sub>2</sub>



# PANORAMA DE CAPTURA DE CO<sub>2</sub> EN PROCESOS DE GENERACIÓN CON COMBUSTIBLES FÓSILES

## PRE-COMBUSTIÓN

Descarbonatación de forma previa al desarrollo energético del combustible

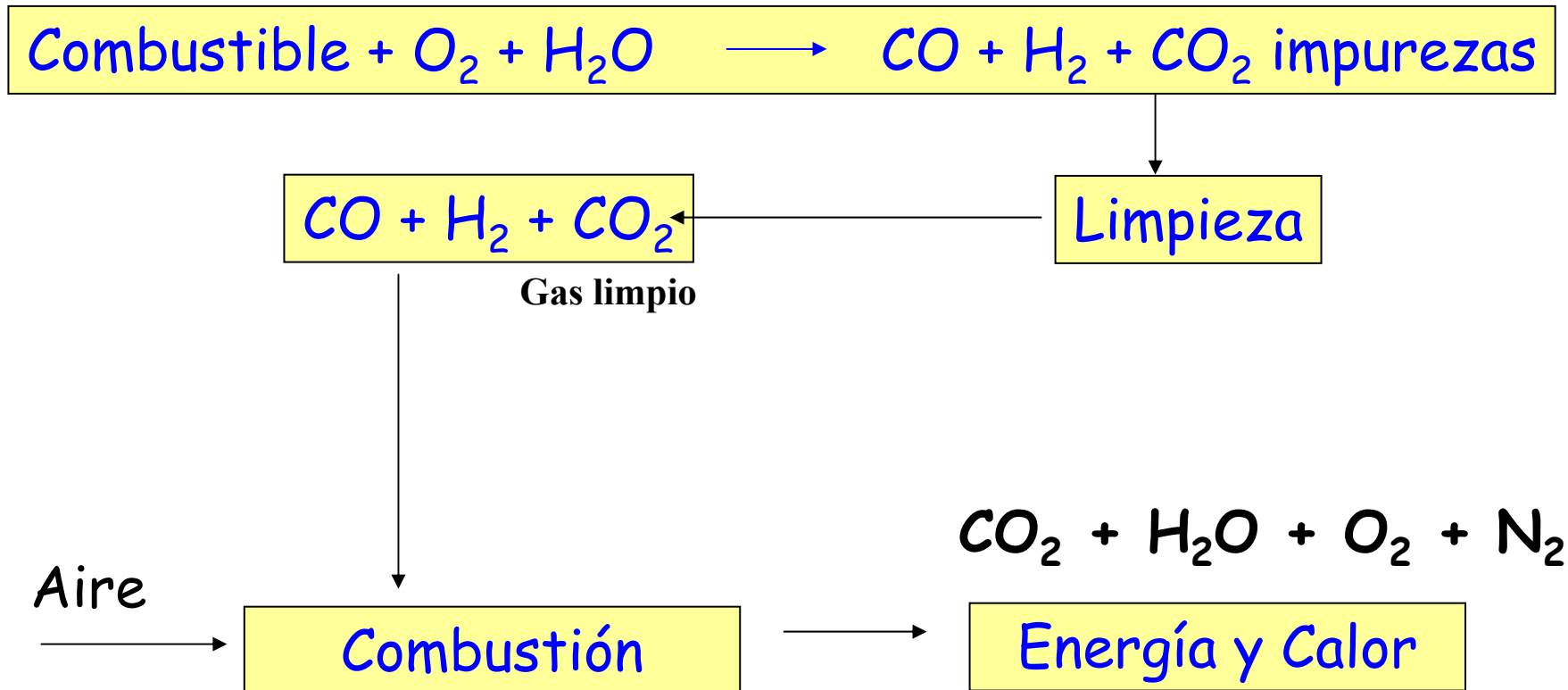
## POST-COMBUSTIÓN

Separación del CO<sub>2</sub> después del desarrollo energético del combustible

## OXI-COMBUSTIÓN

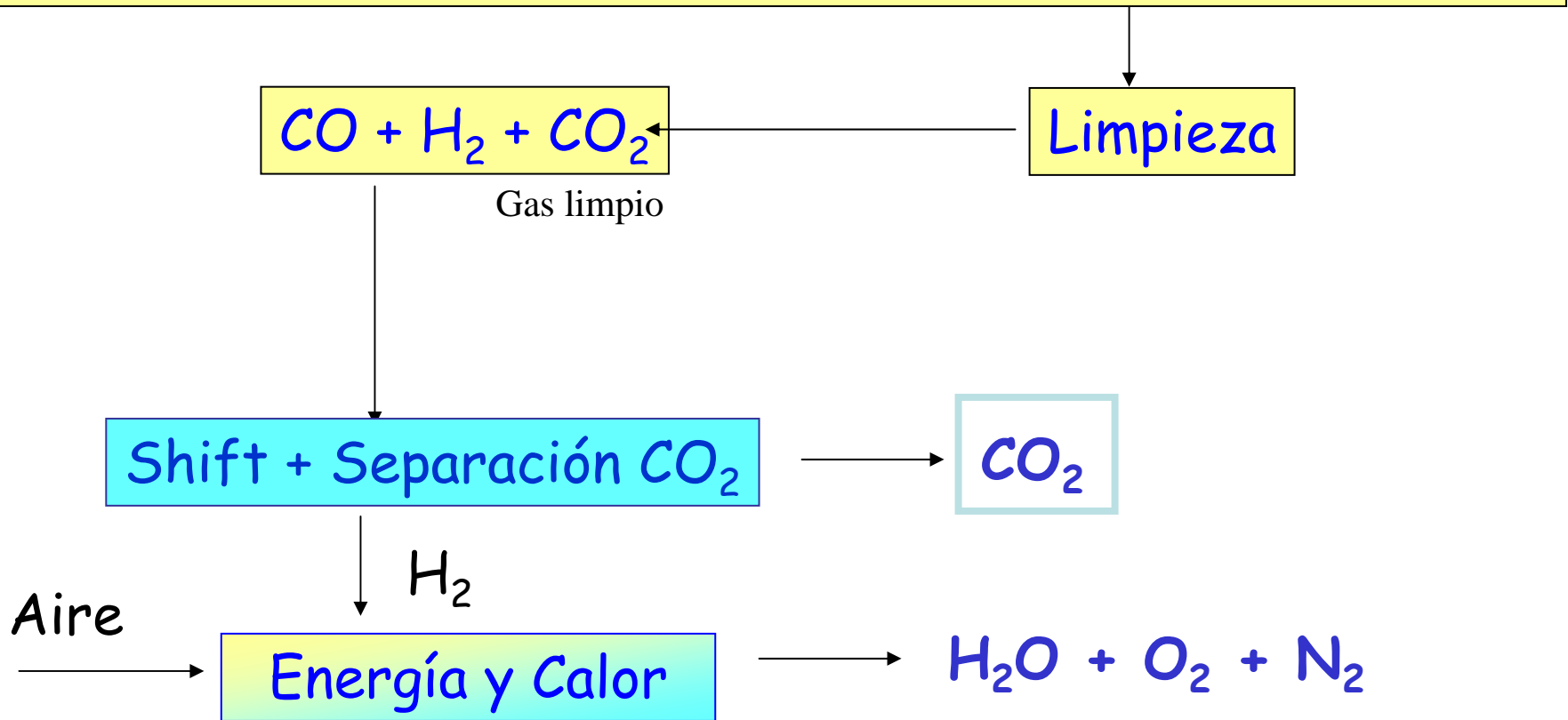
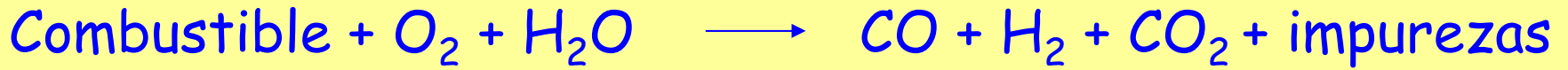
Modificación de las condiciones de combustión y posterior separación del CO<sub>2</sub>

# Proceso de Gasificación del Carbón- GICC (Elcogas)

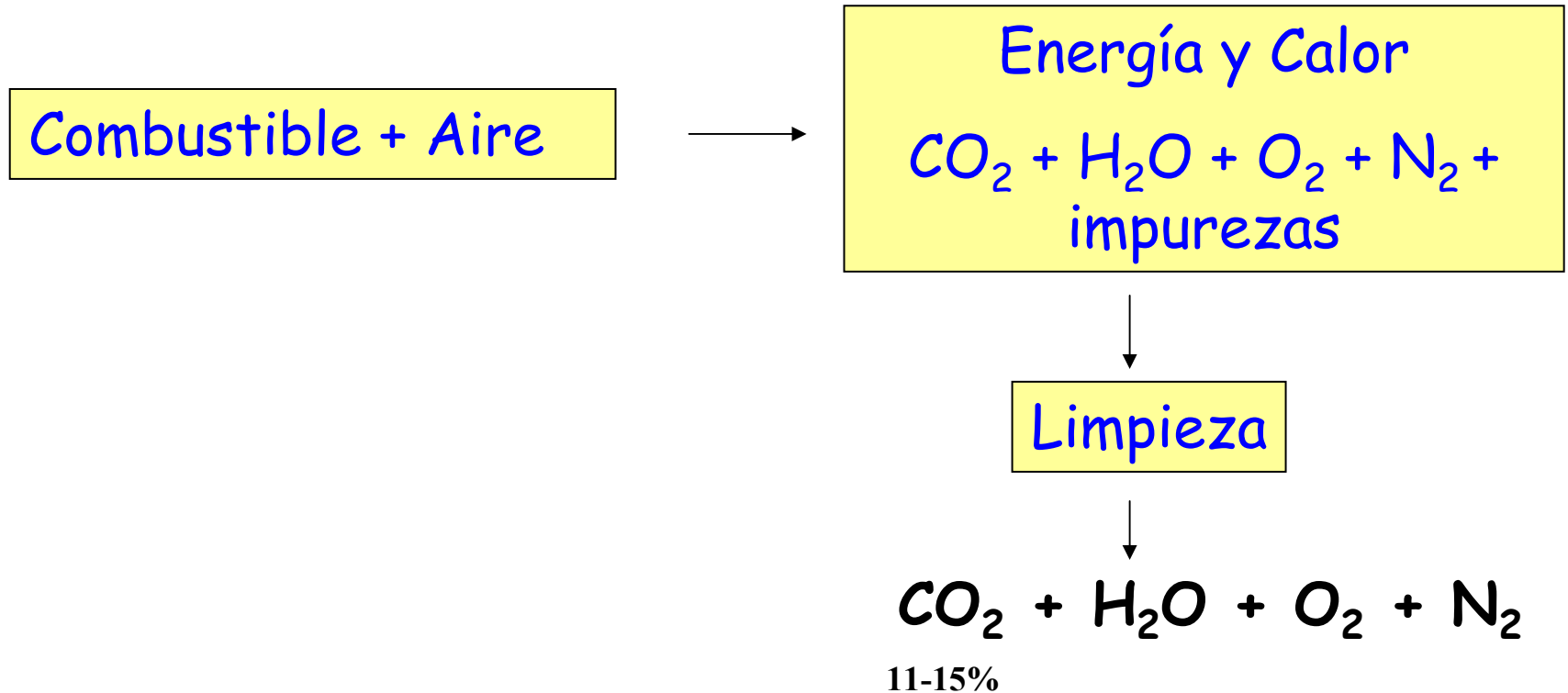


# Procesos de Pre-Combustión

## Proceso de Gasificación del Carbón- GICC (Elcogas)

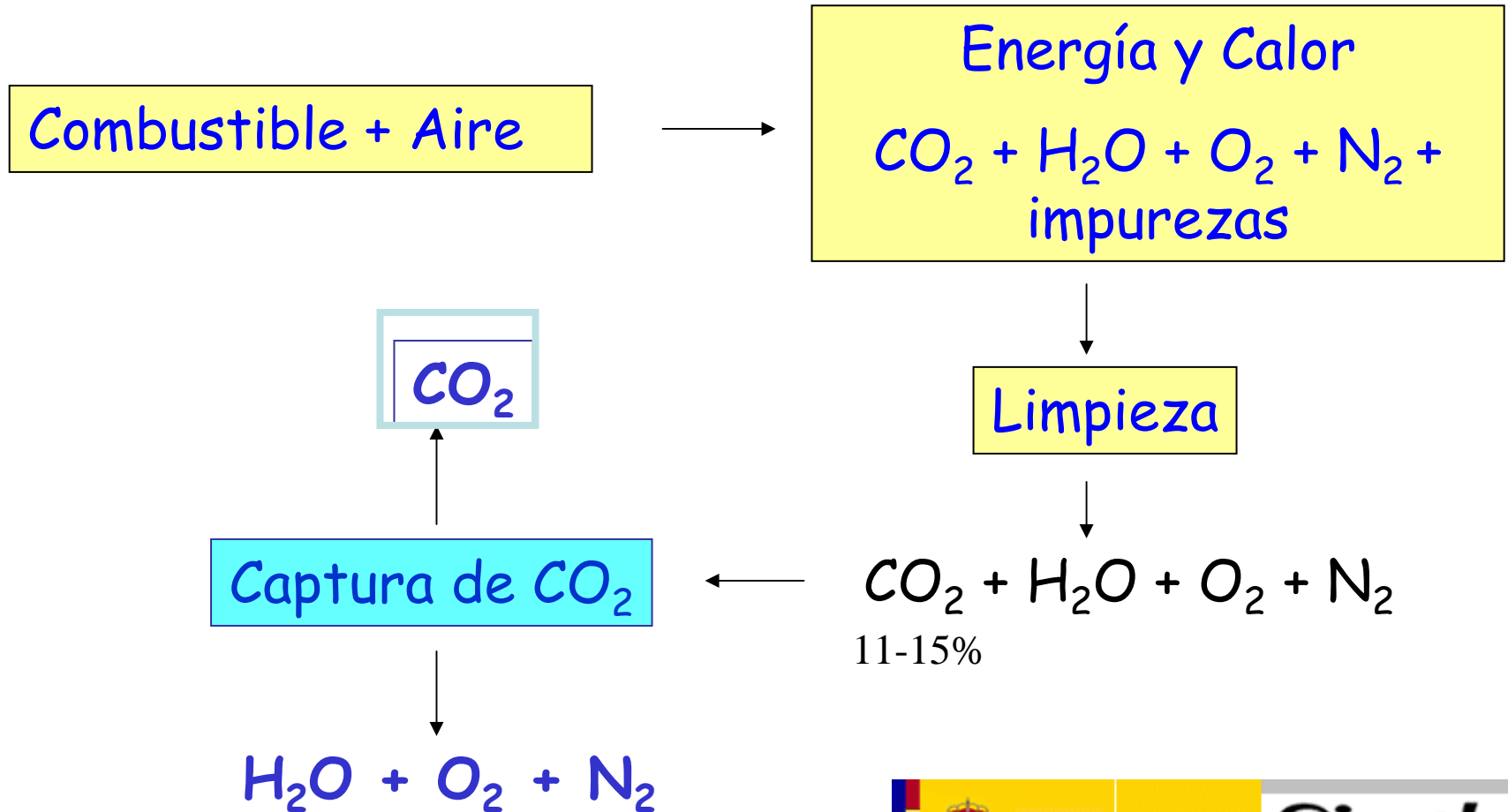


# Proceso de Combustión del Carbón



# Procesos de Post-Combustión

## Proceso de Combustión del Carbón



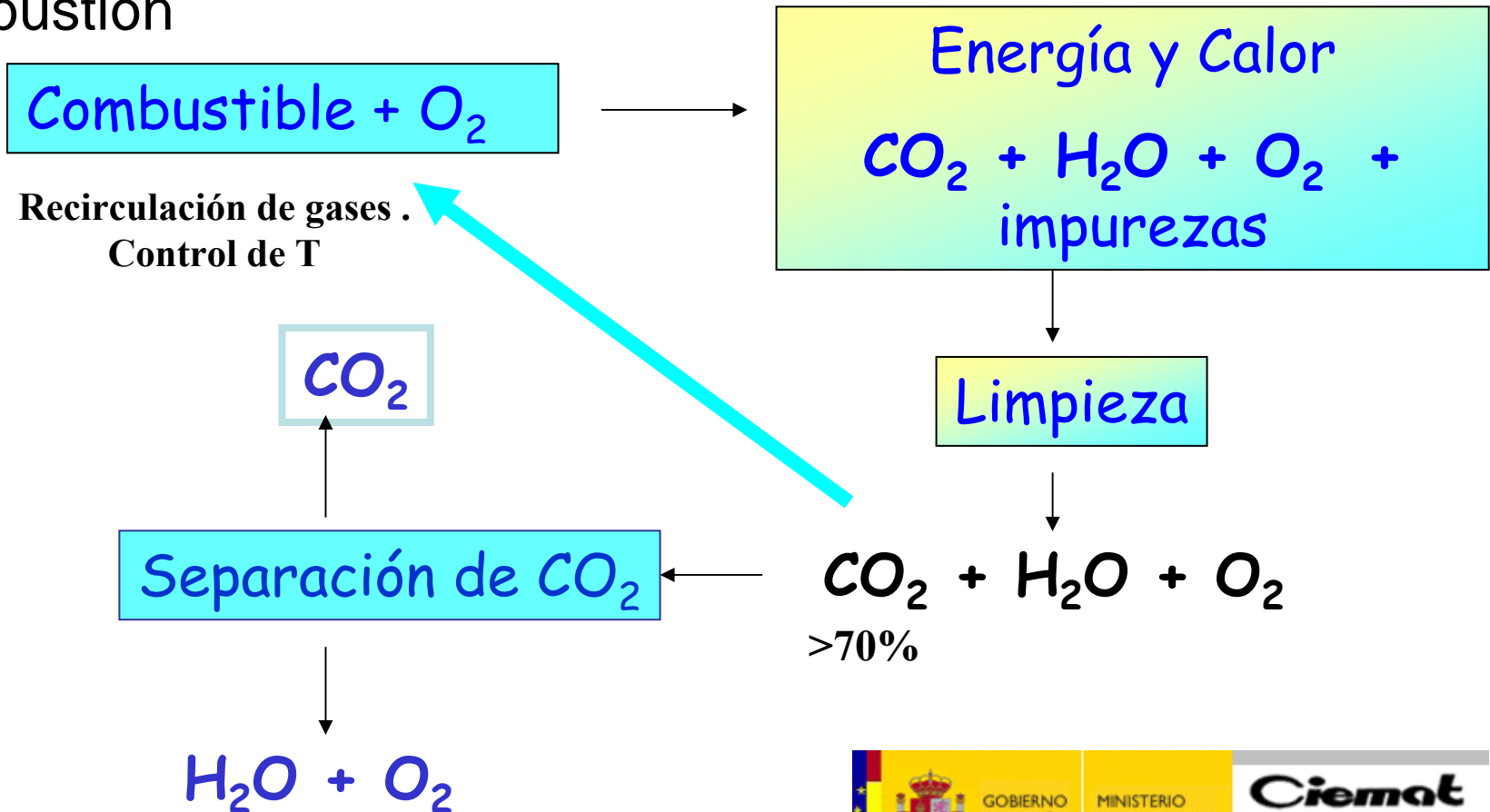


# Procesos de Oxi-Combustión

Si se realiza con  $O_2$  puro se cataloga como pre-combustión.

**Se realizan los mayores esfuerzos en la obtención de  $O_2$**

Combustión



# TECNOLOGÍAS DE CAPTURA DE CO<sub>2</sub>

	Pre-combustión	Oxi-combustión	Post-combustión
Separación	CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>
Tecnología preferente	Absorción química	Separación criogénica	Absorción química
Nuevas vías susceptibles de desarrollo	Absorción fisico-quim.	Ciclos Carbonatación – Descarbonatación con CaO (INCAR)	
	Membranas selectivas	Membranas selectivas	Membranas selectivas
	Criogenia	Generación O <sub>2</sub> renovables	Absorción mejorada

# Problemas comunes

- Los sorbentes se desactivan muy rápidamente
- La desactivación se acelera con presencia de azufre
- La regeneración del requiere mucha energía
- Gestión de cenizas y otros inertes (separación de CaO)
- Las membranas pierden permeabilidad
- COSTE

# NECESIDADES PARA EL DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE CAPTURA,

## Investigación:

Universidades, Centros de Investigación públicos y privados..

## Desarrollo Tecnológico:

Para valorizar los esfuerzos en Investigación, llevarlos a valor e implementarlos en la Industria.

## Esfuerzo conjunto y continuado de la cadena Científico Tecnológica:

Administraciones

Ingenierías

Universidades

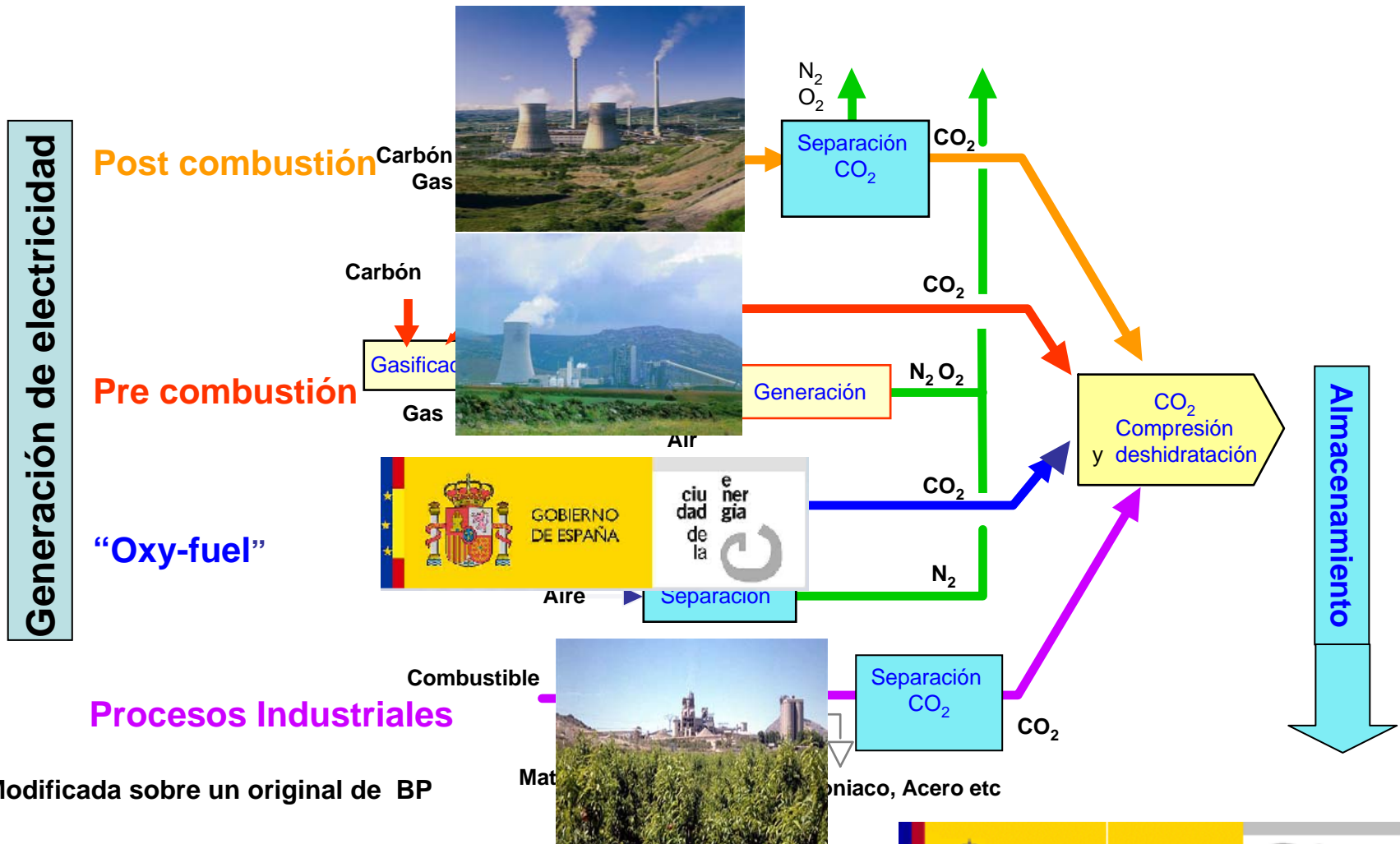
Fabricantes de bienes de equipo

Centros de Investigación y Desarrollo

Empresas usuarias fin:

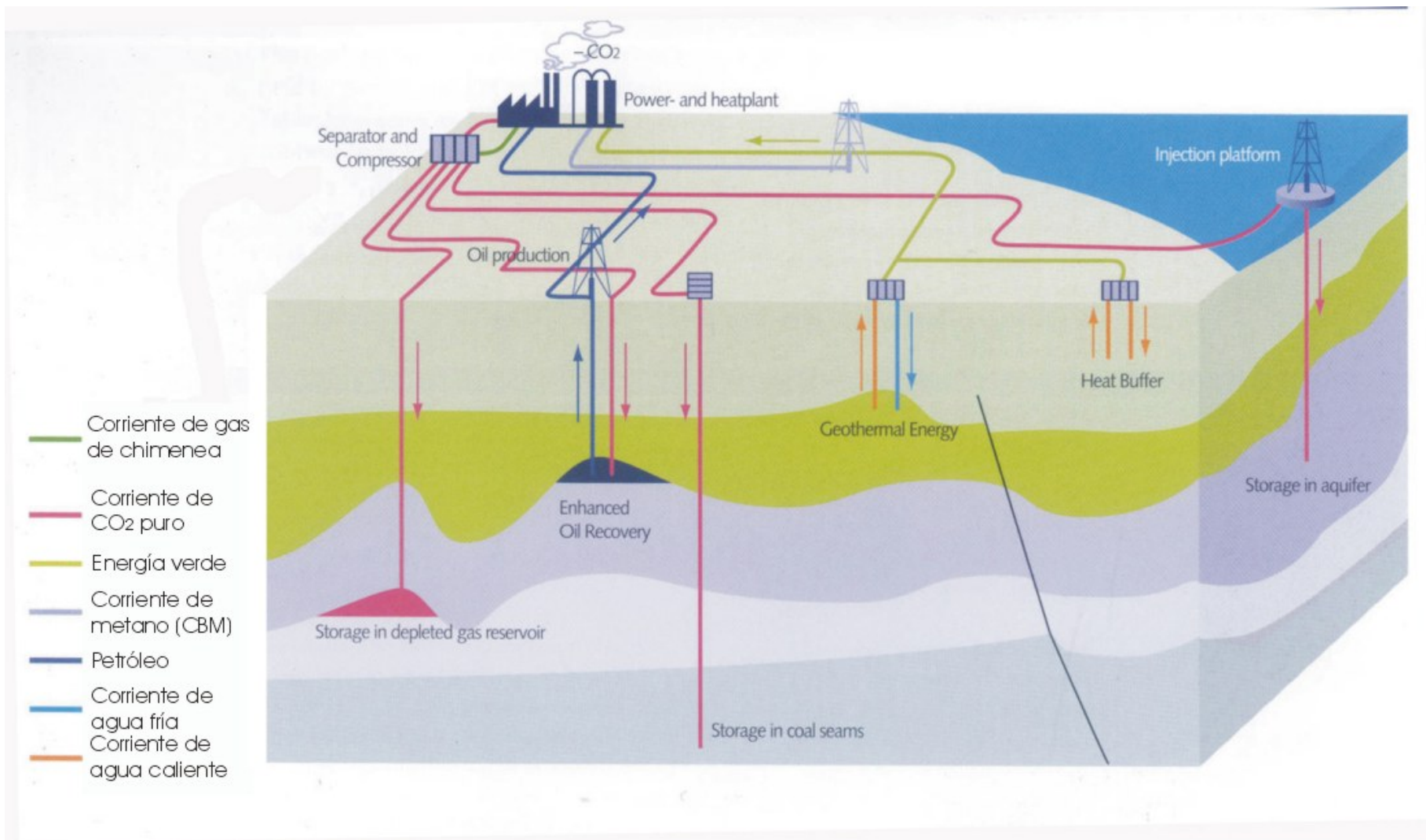


# Las alternativas de Desarrollo Tecnológico en captura de CO<sub>2</sub>



Modificada sobre un original de BP

# MODELO TEÓRICO DE POSIBILIDADES DE INYECCIÓN

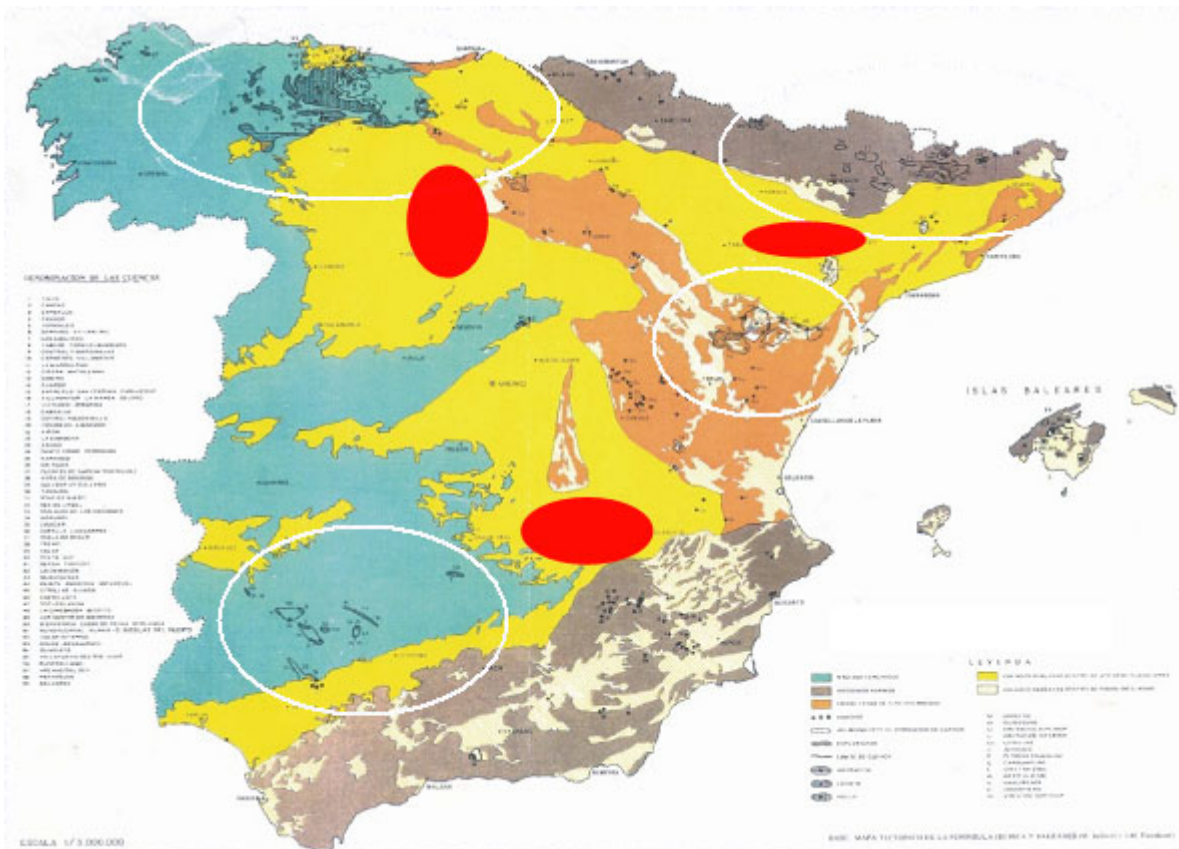


# POSIBLES ALMACENES DE CO<sub>2</sub> EN ESPAÑA

- DEPÓSITOS AGOTADOS DE PETRÓLEO Y GAS
- CAPAS DE CARBÓN
- ACUÍFEROS SALINOS PROFUNDOS
- ACUÍFEROS GEOTERMALES
- PIZARRAS BITUMINOSAS
- DIAPIROS SALINOS
- ROCAS BASÁLTICAS PROFUNDAS



# POSIBILIDADES DE ALMACENAMIENTO DEL CO<sub>2</sub> EN ACUÍFEROS SALINOS PROFUNDOS



## Situación actual:

- Información amplia a nivel preliminar sobre los potenciales acuíferos
- Falta de datos precisos para cuantificar con precisión
- Disponibilidad de datos en el IGME para llevar a cabo una evaluación y cuantificación precisa
- Muy elevada capacidad de almacenamiento



# POSIBILIDADES DE ALMACENAMIENTO DEL CO<sub>2</sub> EN ACUÍFEROS SALINOS PROFUNDOS

## DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE CO<sub>2</sub> EN ACUÍFEROS SALINOS PROFUNDOS

**Método de la Universidad de Indiana:**

$$V = (7758 * \varphi * A * h * S_{CO_2}) / 1000$$

**V = Capacidad de almacenamiento de CO<sub>2</sub>**

**A = Área de la formación acuífera**

**h = Potencia de la formación**

**$\varphi$  = Porosidad de la formación**

**S<sub>CO<sub>2</sub></sub> = Solubilidad del CO<sub>2</sub> en la salmuera**

# Estado actual

Distintos proyectos a nivel internacional en escales de investigación Piloto del orden de 30 Mwt

## En Espana

- ELCOGAS (Puertollano) 30 MWt Precombustión
- CIUDEN (Ponferrada) 20 Mwt CP, + 30 Mwt CLF Oxicombustión
- INCAR-HUNOSA (Mieres) 1 Mwt Ciclos de carbonatación –descarbonatación
- ENDESA (Compostilla) 1 Mwt Postcombustión absorción química.

## PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN EUROPEOS

La Comisión financia 6 proyectos de Demostración de instalaciones de Generación, basadas en carbón, con **Zero Emisiones**, con una potencias unitarias del orden de los 500 Mwe.

**Una de estas seis instalaciones es el proyecto de Oxidación en Lecho Fluidizado Circulante, con generación de vapor supercrítico, Ubicada en el Complejo de COMPOSTILLA II. Cubillos del Sil (León)**

# “LA ENERGÍA A DEBATE”

## Los Combustibles Fósiles, Imprescindibles en la sociedad del futuro.

*Juan Otero de Becerra*  
*Jefe de División de Combustión y Gasificación*  
*CIEMAT*

[juan.otero@ciemat.es](mailto:juan.otero@ciemat.es)

Ciudad Real, 16 abril 2009