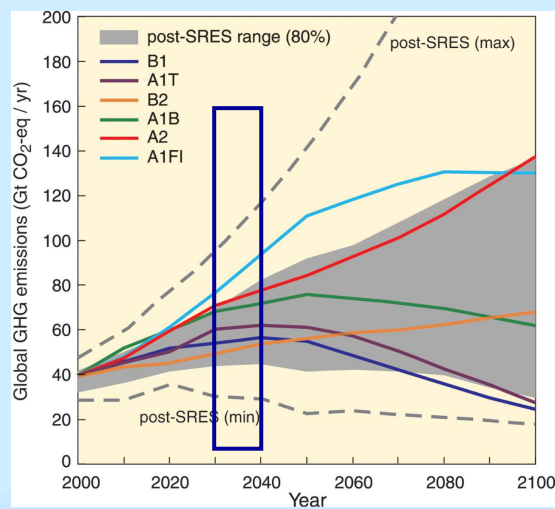


Sistemas de captura de CO₂ en centrales térmicas

Luis Miguel Romeo
Fronteras de la Energía. Benasque 7 de Julio, 2009

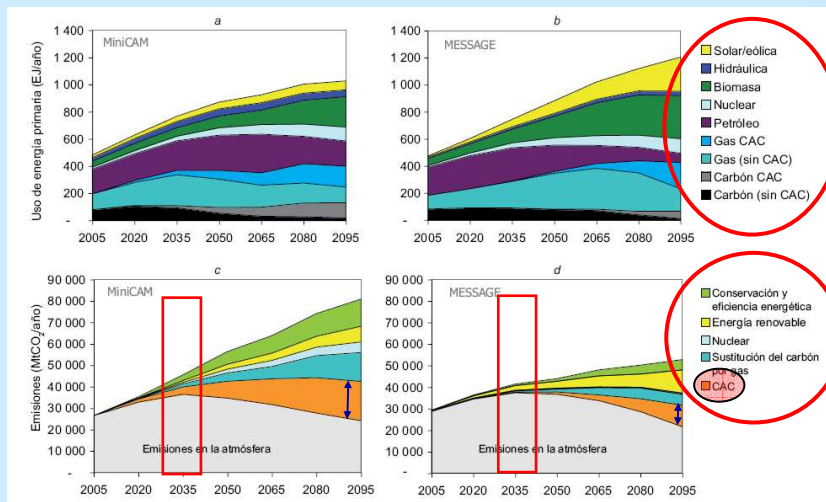
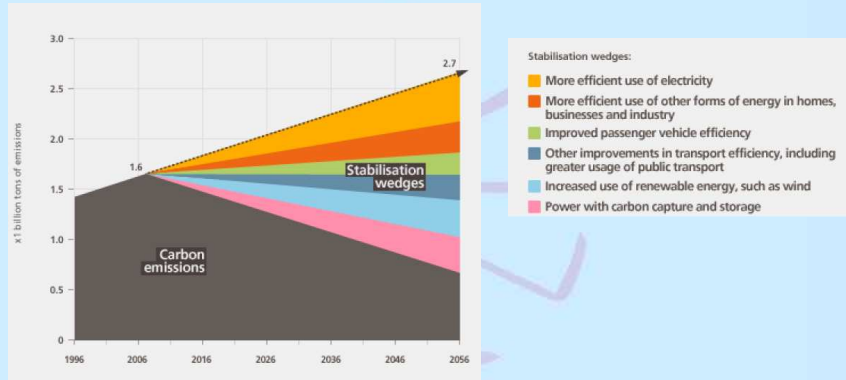
1

Modelos del IPCC sobre emisiones de GEI

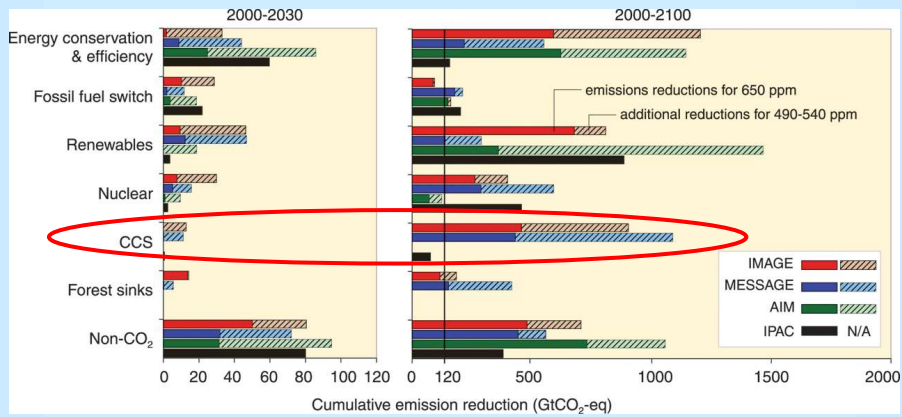


2

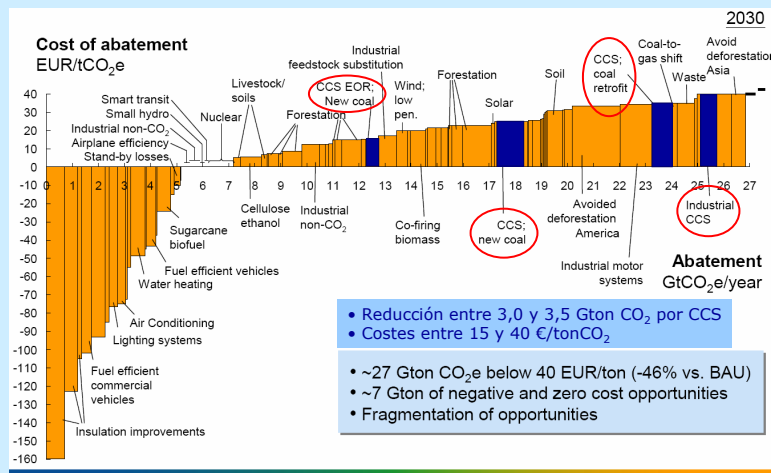
Reducción de GEI



Reducciones acumuladas de GEI (IPCC)



Costes vs. reducción emisiones GEI



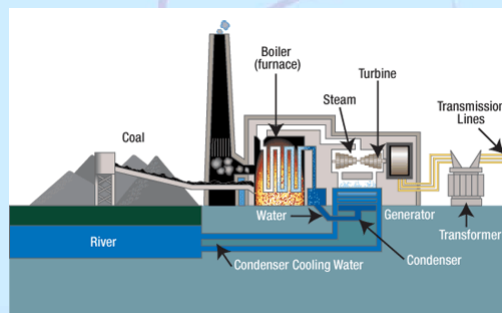
Objetivos:

- Describir los sistemas de captura de CO₂ aplicable en centrales térmicas
 - Centrales térmicas
 - Captura de CO₂
- "Fronteras de la energía"
 - Búsqueda de los aspectos limitantes de cada tecnología
 - Oportunidades de investigación, desarrollo, ampliación del conocimiento, aportación a la sociedad

7

Centrales térmicas

- Sistema de transformación de energía química en energía eléctrica
 - Energía química= combustible (fósil)
 - Transformación= combustión y aprovechamiento energético
 - Caldera y ciclo de vapor
 - Emisiones

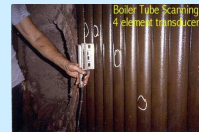


8

Centrales térmicas

Aspectos limitantes:

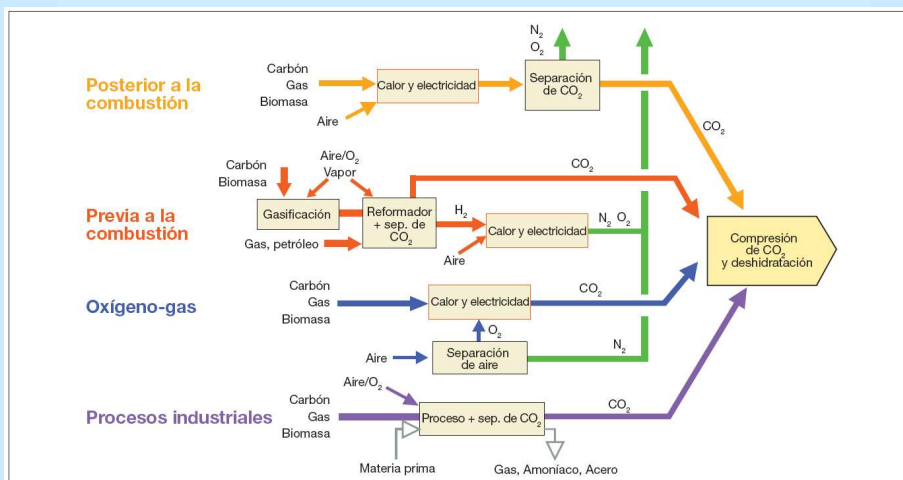
- Combustible (carbón, biomasa, coque, ...)
- Combustión (inquemados, emisiones, ...)
- Aprovechamiento energético
 - Primer y segundo principio de la Termodinámica
 - Rendimientos máximos: 44% carbón y 58% gas
- Materiales



Otros aspectos a considerar:

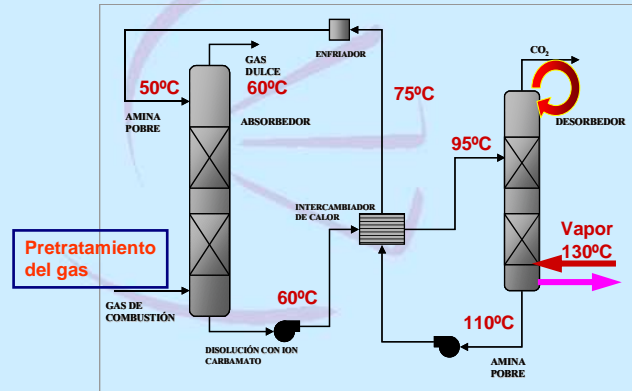
- Concentración CO₂ en gases: 15%_w (carbón), 5%_w (gas)
- Emisiones CCTT carbón: 800-900 kg/MWh.
 - CT de 500 MWe y 8000 horas anuales: **3,2 – 3,6 MtCO₂/año (9000 t/día)**

Captura de CO₂



Captura de CO₂. Postcombustión. Absorción

- Opción idónea en postcombustión. Sistemas comerciales a menor escala
- Basada en solventes químicos (disolución acuosa alcalina, MEA, MDEA, NH₃)

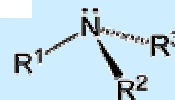
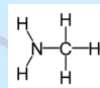


11

Captura de CO₂. Postcombustión. Absorción

• Aspectos limitantes:

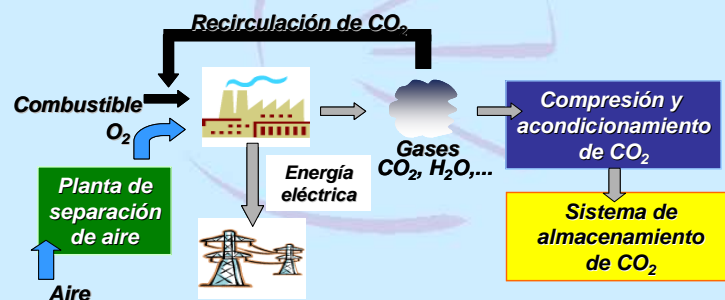
- Pretratamiento de gases (temperatura, NO_x, SO_x, ...)
 - **Desarrollo de absorbentes (básicamente SO_x < 50 ppm)**
- Requerimientos energéticos de regeneración
 - **Desarrollo de absorbentes (< 3.0 GJ/tCO₂) e integración térmica**
- Compromiso entre velocidad de reacción y energía regeneración
 - **Desarrollo de absorbentes**
- Degradación oxidativa de la MEA
 - **Desarrollo de absorbentes**



12

Captura de CO₂. Oxicombustión

- Concepto existente para otras aplicaciones (aluminio, acero, vidrio,...)
- Combustión con mezcla de oxígeno puro y gas recirculado rico en CO₂
- Necesita una unidad de producción de oxígeno puro (separación de aire)
 - No tiene requerimientos energéticos para regenerar sorbentes



13

Captura de CO₂. Oxicombustión

- **Aspectos limitantes:**
 - Desconocimiento de la aplicación a centrales térmicas.
- Repetición esquema combustión "tradicional". Demostración
 - **Transferencia de calor (radiación principalmente)**
 - **Emisiones (NO_x, SO_x,)**
 - **Ensuciamiento y fusión de cenizas**
 - **Recirculación de gases y porcentaje de oxígeno**
 - **Eficiencia de la combustión**
 - **Fugas (no deseable aire en combustión)**
 - **Materiales, oxidación**



14

Captura de CO₂. Oxicombustión

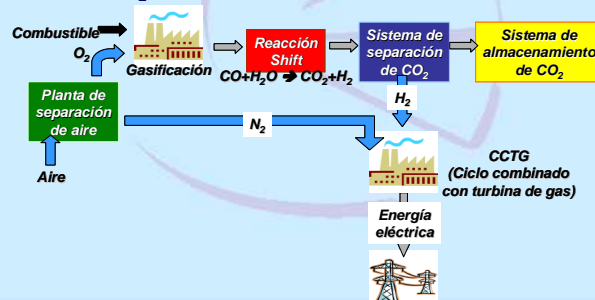
Aspectos limitantes:

- Producción de oxígeno
 - **Demostración aumento de escala**
 - **Reducción coste de producción de oxígeno**
- Ciclos de turbina de gas
 - **Nuevo desarrollo de equipos. Cambio de casi todas variables de diseño**
 - *Velocidad del sonido*
 - *Densidad del gas*
 - *Presión parcial de oxígeno*
 - *Materiales*
 - *Cambios aerodinámica*
 - *Calor específico*
 - *Refrigeración de alabes*

15

Captura de CO₂. Precombustión.

- Generalmente una primera etapa que produce mezcla de H₂ y CO
 - Reformado de vapor: $C_xH_y + xH_2O \leftrightarrow xCO + (x+y/2)H_2$ end
 - Oxidación parcial: $C_xH_y + x/2 O_2 \leftrightarrow xCO + y/2 H_2$ exo
 - Reacción shift: $CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2$ exo
- Eliminación del CO₂ de la mezcla (15-60% y presión total 20-70 bar)



16

Captura de CO₂. Precombustión.

- Aspectos limitantes:
 - Reformado de vapor
 - Catalizadores para compuestos de azufre
 - Demostración Pressure swing adsorbers (PSA) a gran tamaño
 - Oxidación parcial
 - Similar oxicomcombustión por necesidad de oxígeno
 - Utilización de carbón(es)
 - Limpieza gas de síntesis. Compuestos de S, Cl, amoníaco.
 - Gasificador
 - Desarrollo de adsorbentes (similar absorbentes-postcombustión)
 - Regeneración y contaminación
 - Integración térmica y complejidad del proceso
 - Turbomáquinas para utilización de hidrógeno

17

Captura de CO₂. Acondicionamiento y compresión

- Necesidad:
 - Reducir impurezas que afecten al transporte-almacenamiento (materiales y capacidad)
 - Compresión a fluido denso para economía transporte y almacenamiento
- Eliminación de agua básicamente y otros compuestos
- Compresión hasta 120 bar

18

Captura de CO₂. Acondicionamiento y compresión

- **Aspectos limitantes:**
 - Bajo nivel de control en el proceso de captura
 - **Fugas, otras emisiones, pureza del oxígeno**
 - Eliminación de vapor de agua en gases
 - **Comienzo y ppm's**
 - Requerimientos energéticos
 - **Integración térmica**

19

Conclusiones

- **Responsabilidad, oportunidad, liderazgo, futuro**
- **Fronteras de la captura de CO₂ en CCTT:**
 - Postcombustión
 - **Desarrollo de absorbentes**
 - Oxidación
 - **Repetir tecnología. Todos aspectos novedosos calderas, turbinas gas**
 - **Producción de oxígeno**
 - Precombustión
 - **Catalizadores, adsorbentes**
 - **Gasificadores y limpieza de gases**
 - **Turbomáquinas**
 - Acondicionamiento y compresión
 - **Vapor de agua, otros compuestos e integración térmica**

20

Y para acabar....

