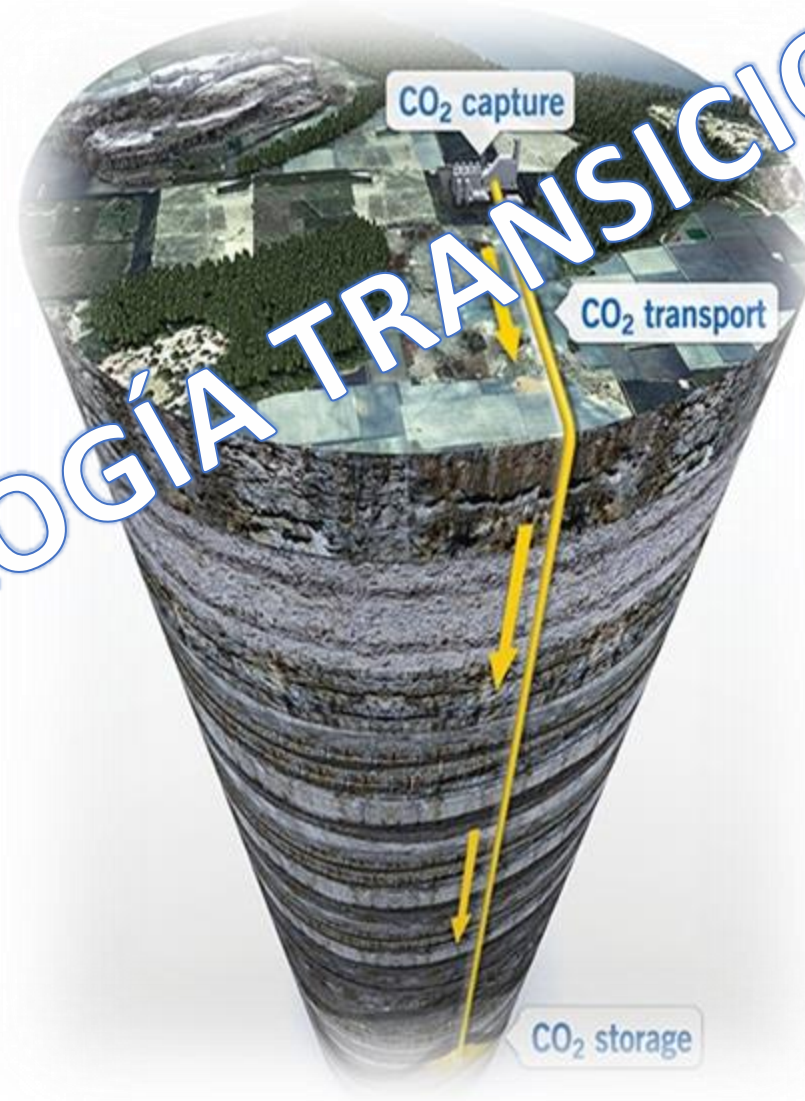


En Concepto de CCUS y su Impacto en la Reducción de GEI en México

TECNOLOGÍA TRANSICIONAL



CCUS

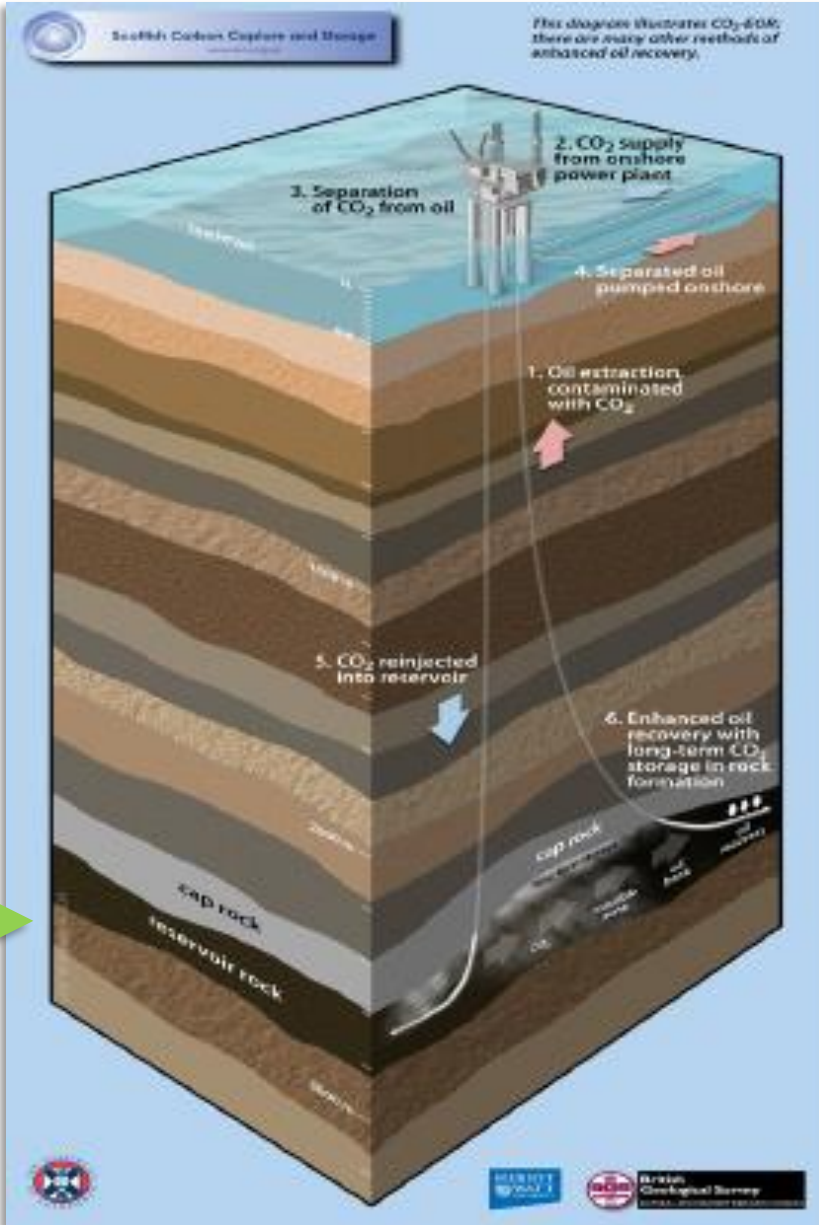
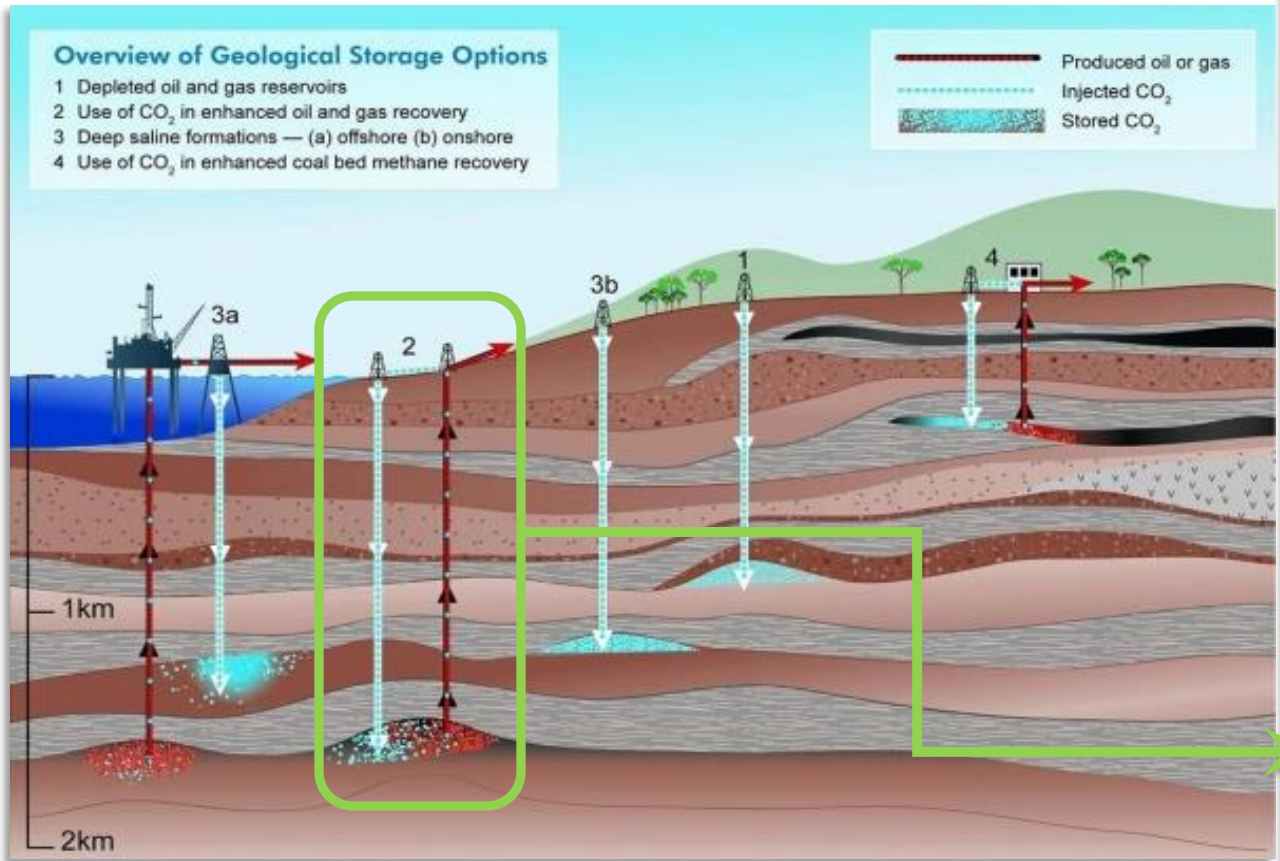
(Carbon Capture,
Utilization and Storage)

Es una serie de métodos y tecnologías para eliminar el CO₂ de los gases de combustión y de la atmósfera, seguido del reciclaje del mismo para el uso y determinación de las opciones de almacenamiento seguros y permanentes en el subsuelo.

Overview of Geological Storage Options

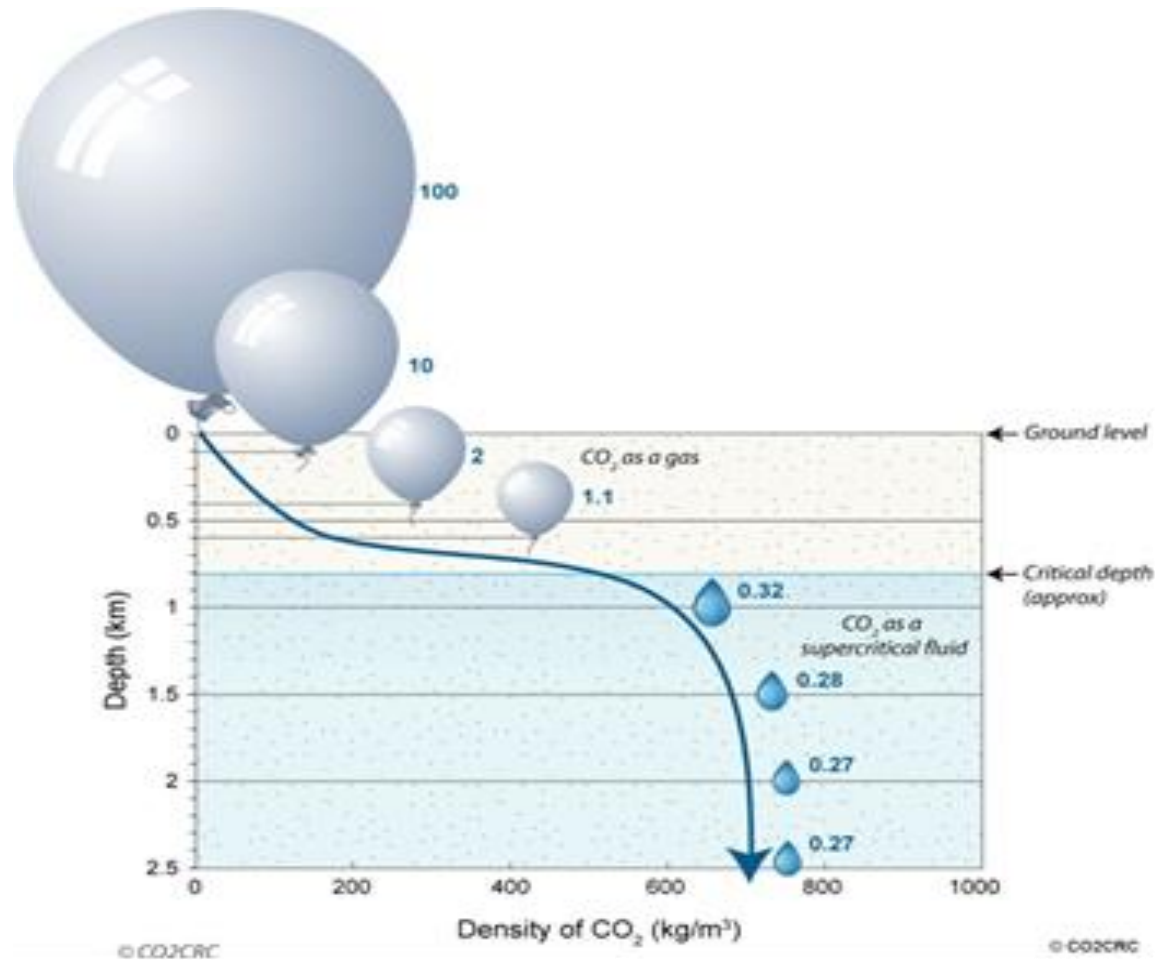
- 1 Depleted oil and gas reservoirs
- 2 Use of CO₂ in enhanced oil and gas recovery
- 3 Deep saline formations — (a) offshore (b) onshore
- 4 Use of CO₂ in enhanced coal bed methane recovery

— Produced oil or gas
 - - - - - Injected CO₂
 ■ Stored CO₂



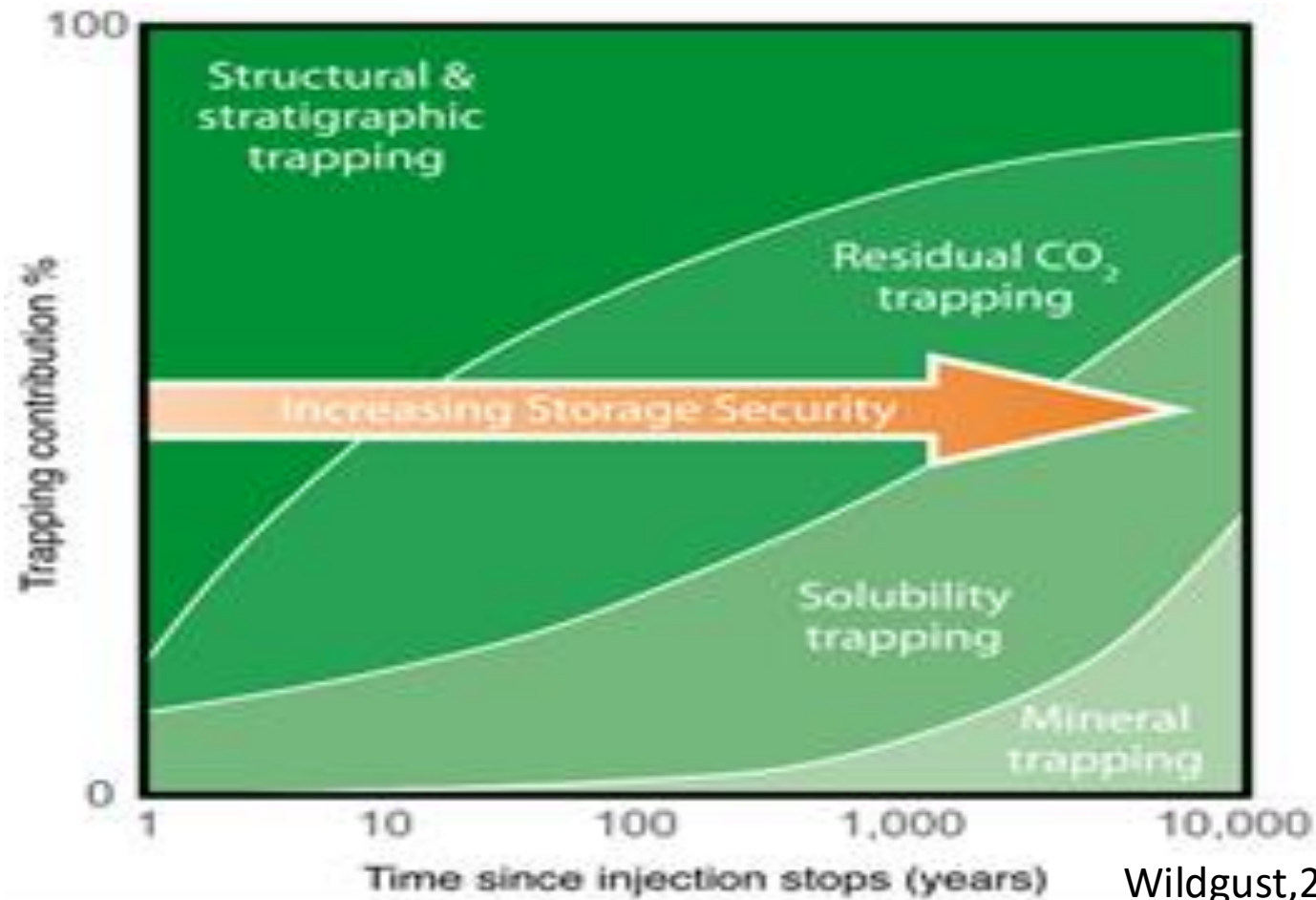
¿DÓNDE ALMACENAR EL CO₂?

EFFICIENT STORAGE IN DENSE PHASE



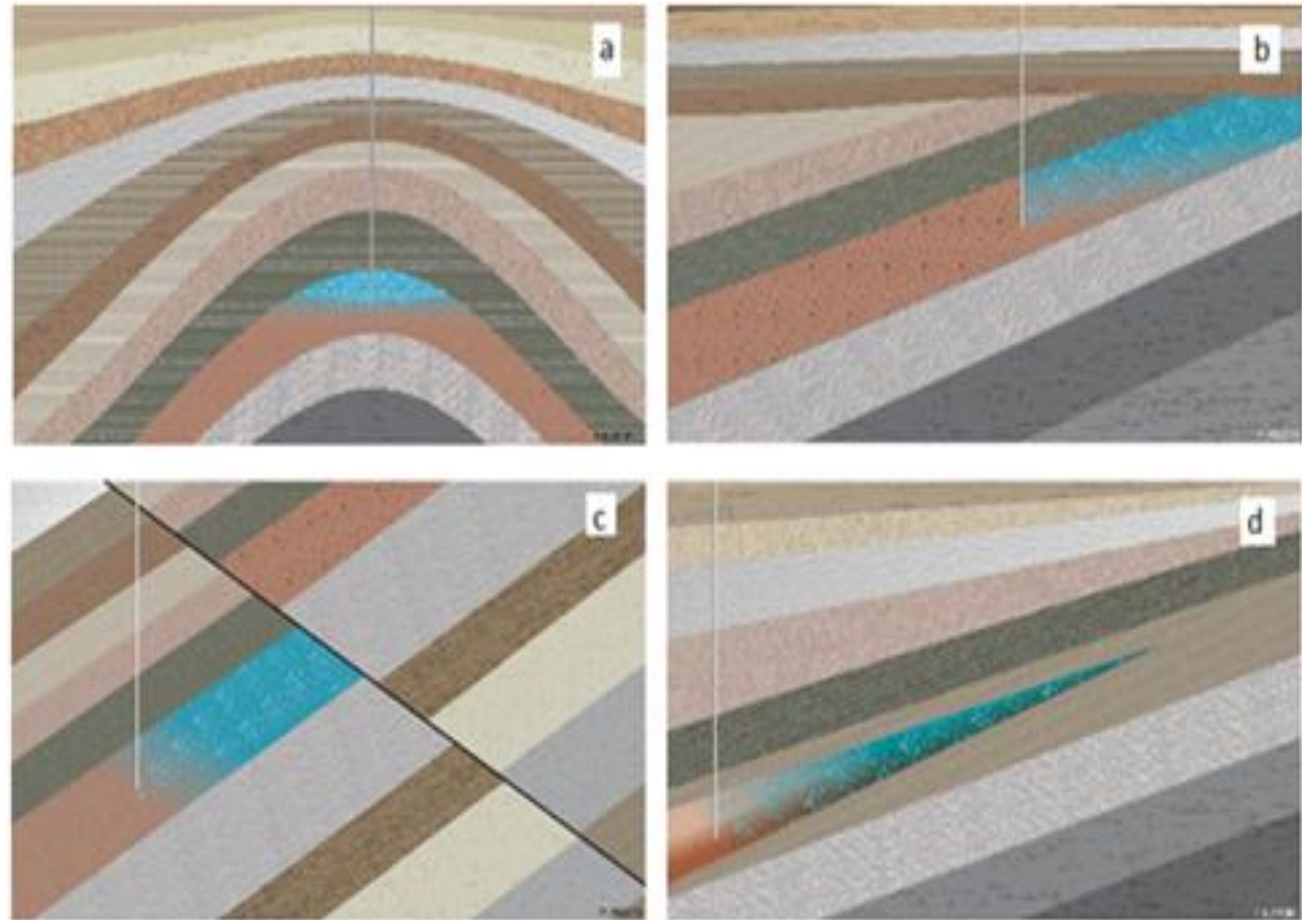
Wildgust, 2014

TRAPPING MECHANISMS

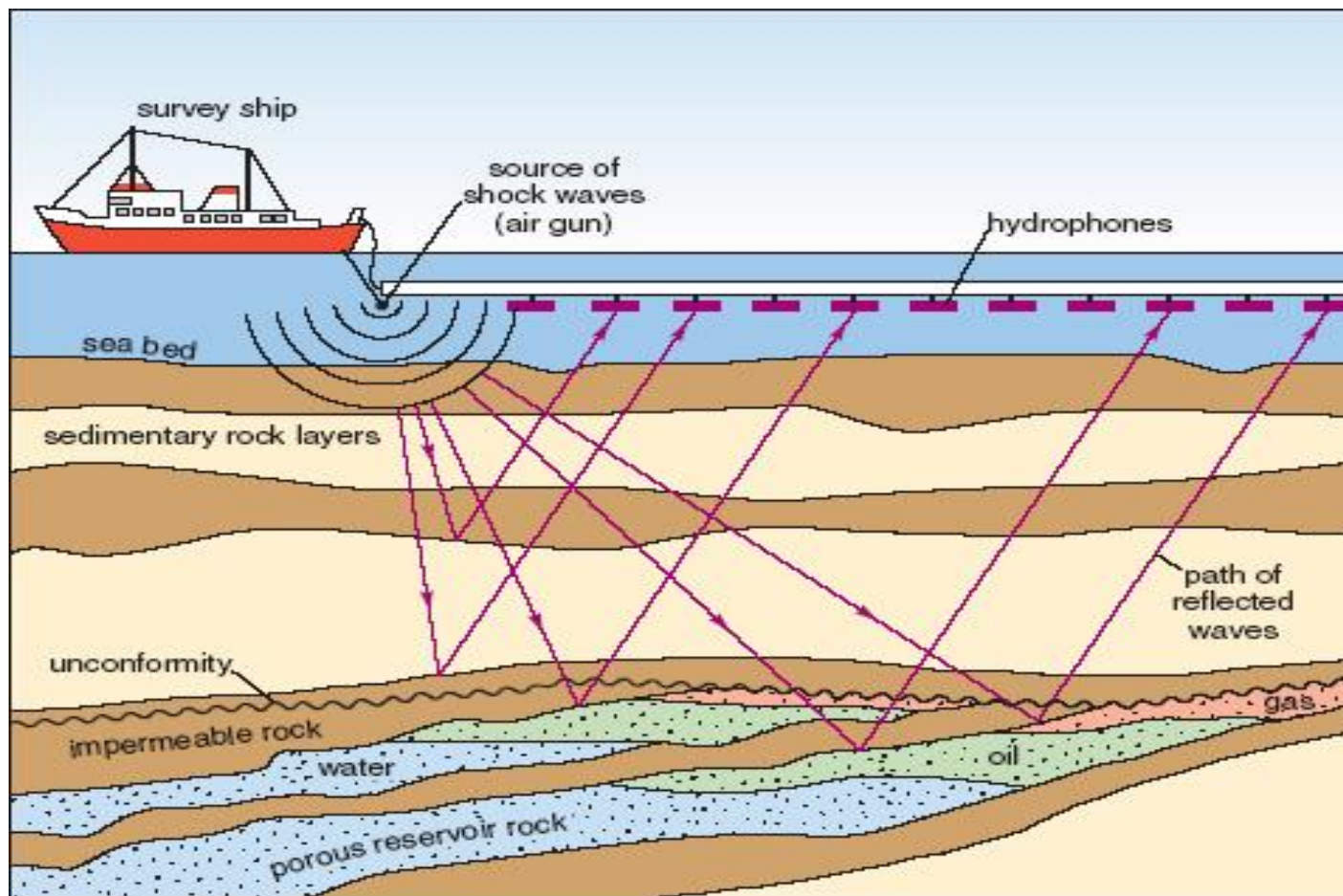


Wildgust, 2014

STRUCTURAL AND STRATIGRAPHIC TRAPPING



SEISMIC SURVEYS



CAPROCKS

Principal types – shale and salt

Shales:

- Clay-rich rocks

- Variable, low permeability

- May allow slow migration of formation brine to alleviate pressurization

Salts:

- Extremely low permeability

- Combined with ductile properties – very secure caprock

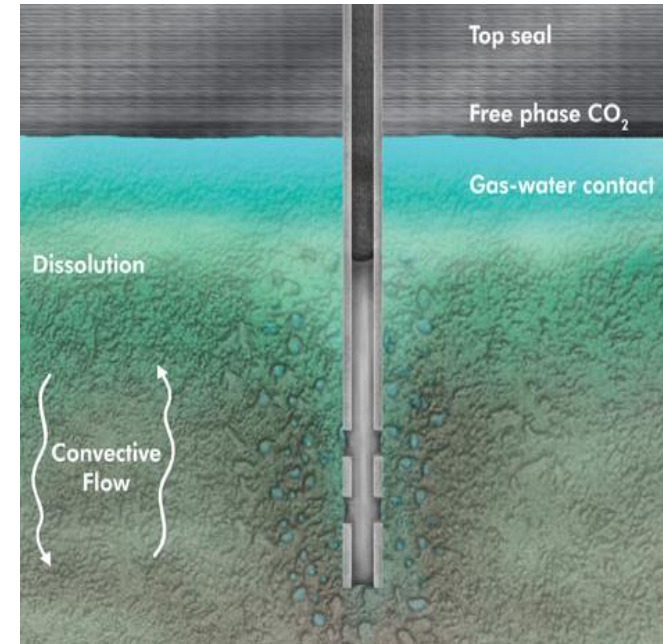
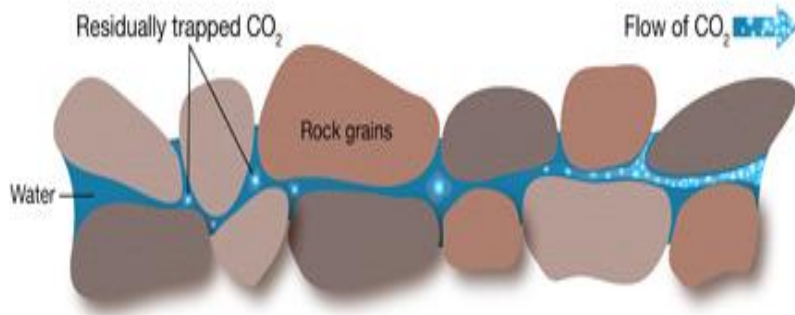
- Negligible scope for brine migration and pressure alleviation

MINERAL TRAPPING



- Potentially most secure trapping mechanism
- Variety of minerals can precipitate
- Long and uncertain timescales
- Modelling complexity
 - e.g. reservoir heterogeneity

RESIDUAL TRAPPING



SOLUBILITY TRAPPING

- Temperature
- Pressure
- Brine salinity
- Hydrogeological systems
- Effects of reservoir heterogeneity

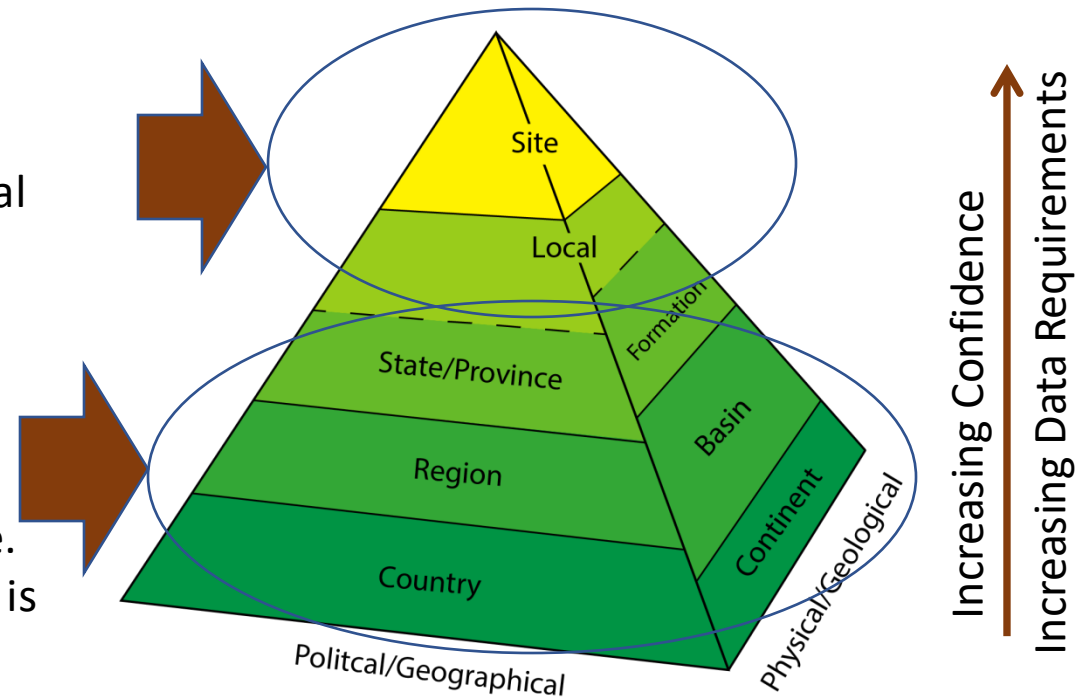
Resource vs Capacity

CAPACITY

Site and local characterization or assessment to determine storage capacity requires detailed geological and reservoir simulation modeling.

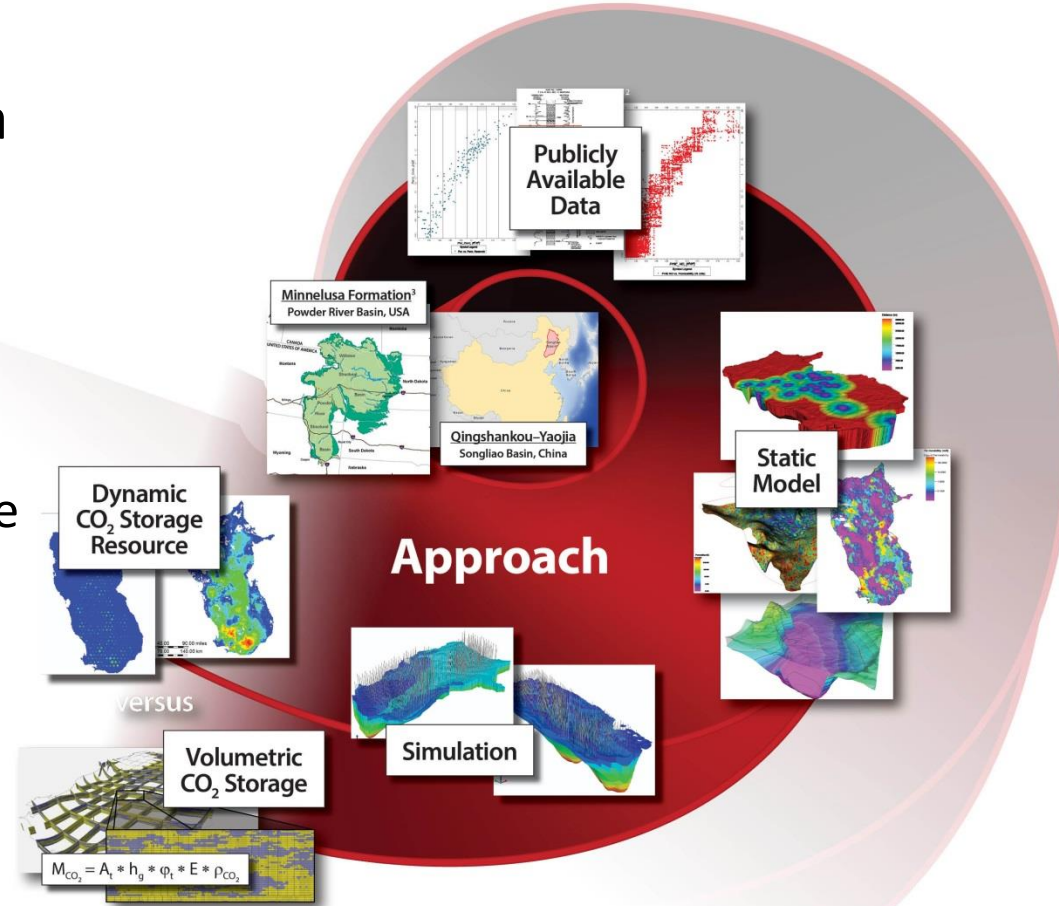
RESOURCE

A basin or regional scale investigation generates a high level assessment of CO₂ storage resource. Used when data availability or time is limited.

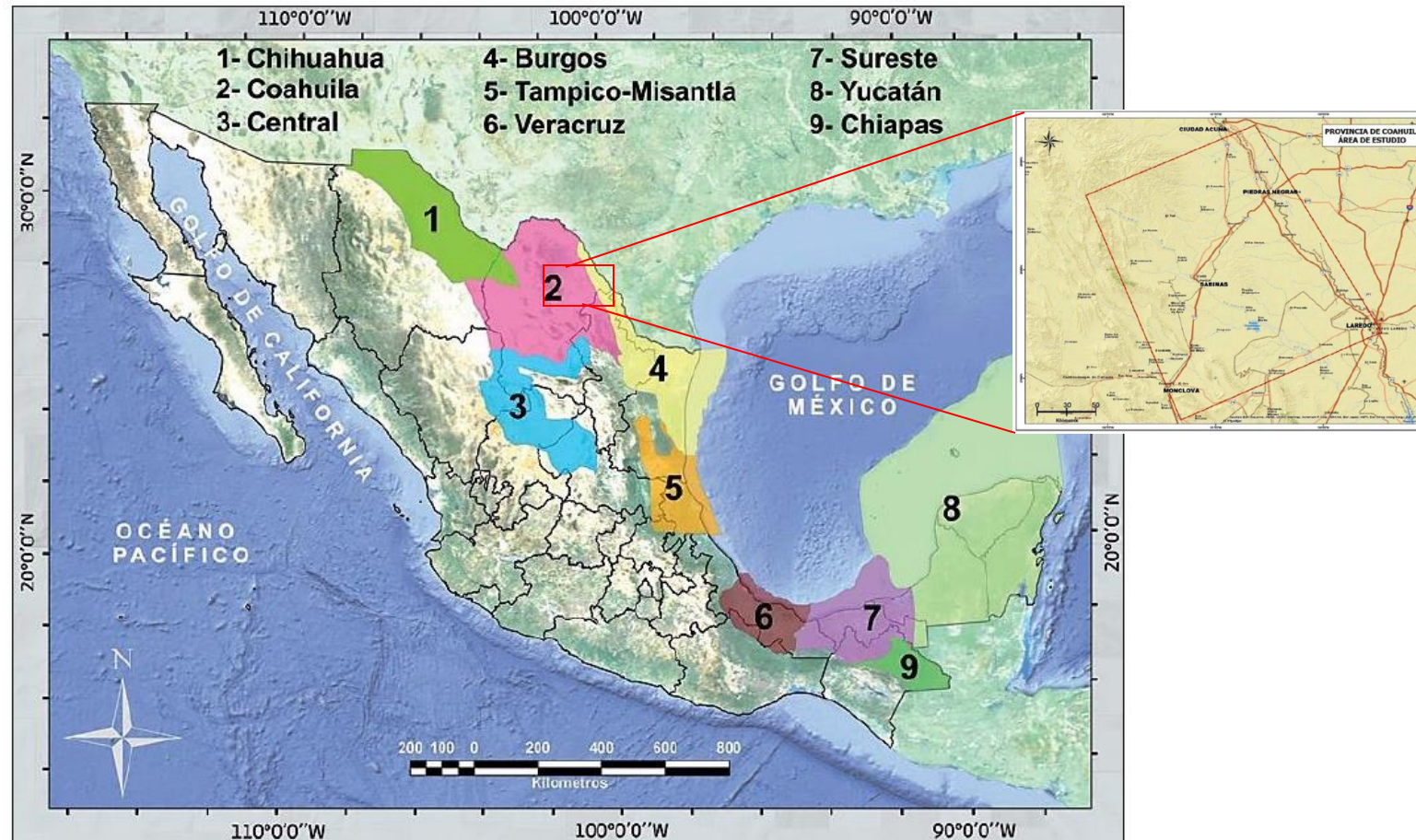


Capacity Considerations

- Determination of CO₂ storage **capacity** involves a consideration of:
 - Injection rate and pressure
 - Number of wells needed
 - Types of wells
 - Formation fluid and pressure management
 - Sink-source proximity
 - Potential enhanced hydrocarbon development



Geological provinces with possibility of CO₂ storage in Mexico





North American Carbon Storage Atlas 2012

CO ₂ Storage Resource Estimates for Saline Formations in Assessed Geological Provinces / Sectors in Mexico			
Geological Province	Sedimentary Sequence	Theoretical Storage Potential (Gigatonnes)	Sectors Assessed
Chihuahua	Carbonate	<1	5
Coahuila	Carbonate	6	10
	Terrigenous	7	2
Central	Carbonate	<1	1
Burgos	Terrigenous	17	31
Tampico-Misantla	Carbonate	3	4
	Terrigenous	7	8
Veracruz	Carbonate	1	5
	Terrigenous	14	16
Southeastern	Terrigenous	24	17
Yucatan	Carbonate	4	2
	Terrigenous	10	5
Chiapas	Carbonate	6	5
Mexico Total	—	100	111

Assessed Saline Formations

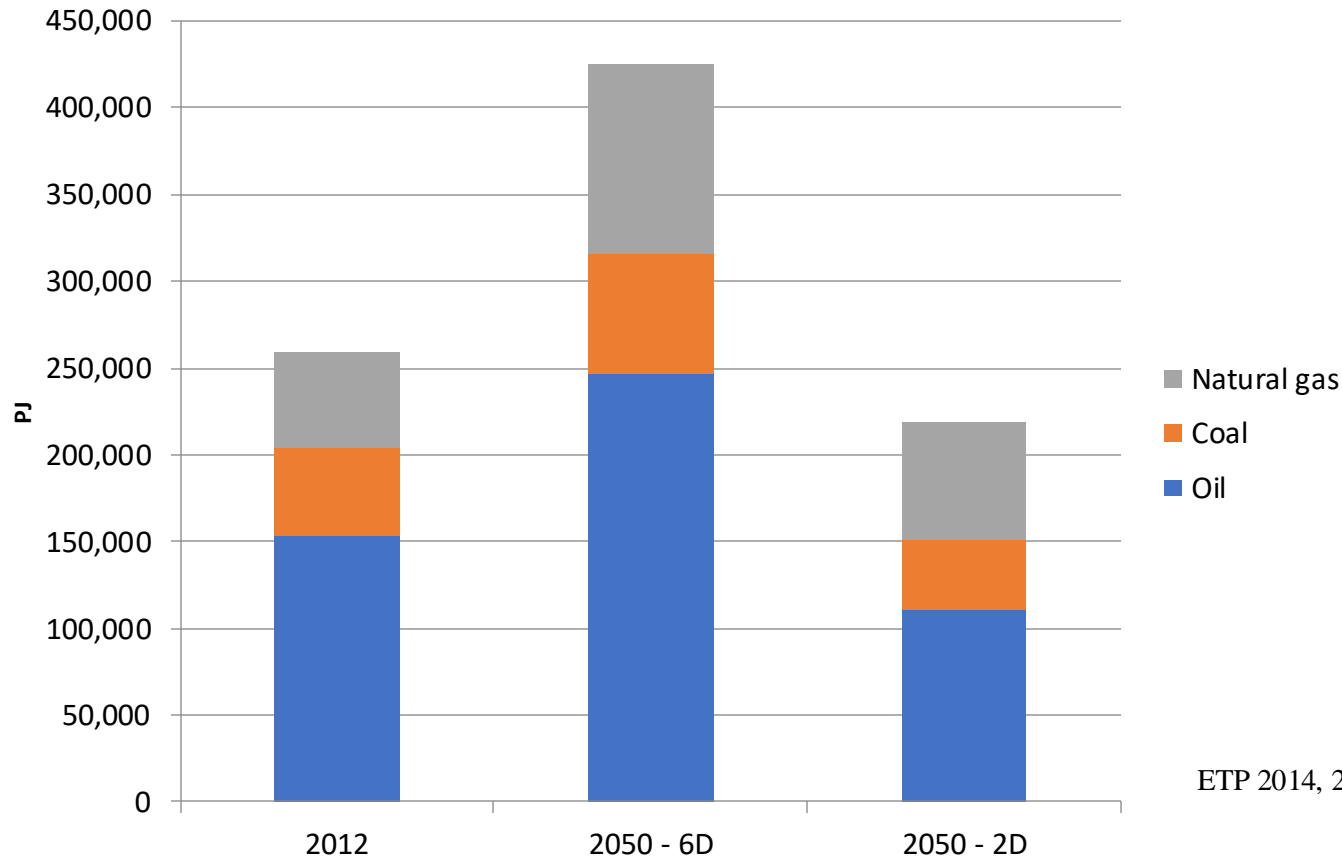


Exclusion and Inclusion Zones



Geological Provinces

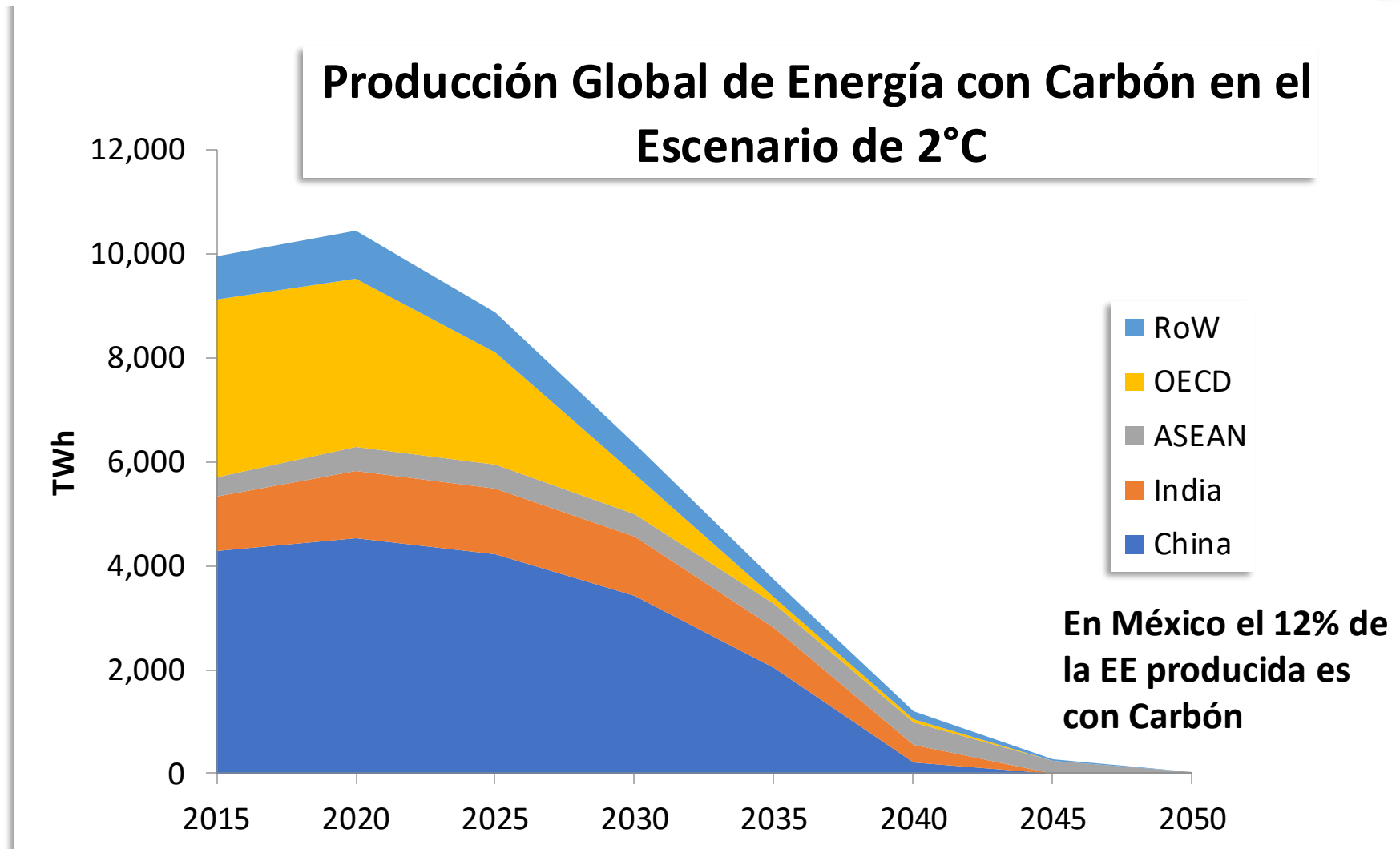
Demanda Global de Energía por tipo de combustible (PJ)



ETP 2014, 2015

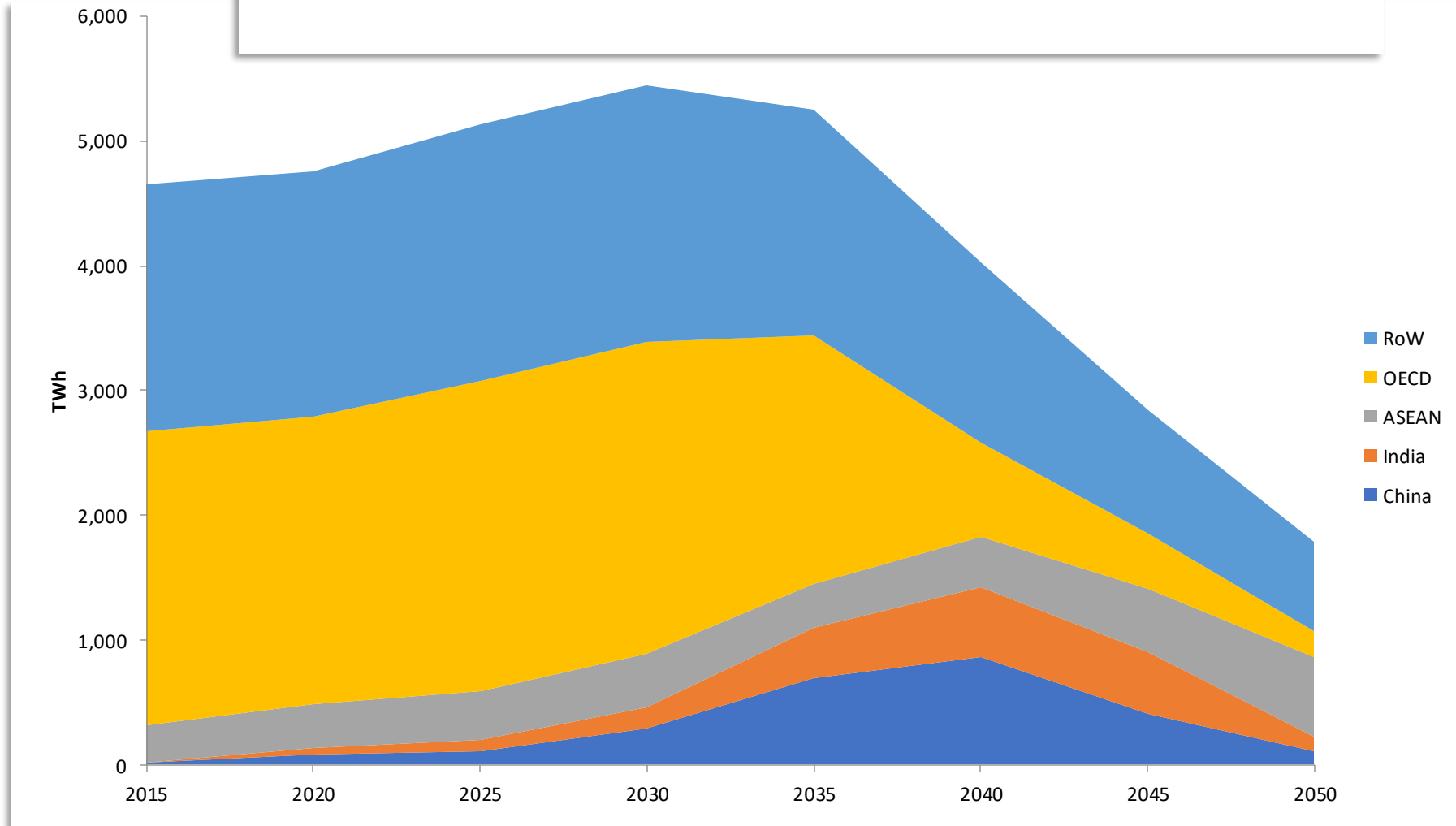
Los combustibles fósiles son parte de la solución energética en el panorama de 2°C. . .

, aunque en menor cantidad, pero aún estarán vigentes para el inicio de la segunda mitad del XXI



ETP 2014, 2015

GAS: PRODUCCIÓN GLOBAL EN EL ESCENARIO DE 2°C

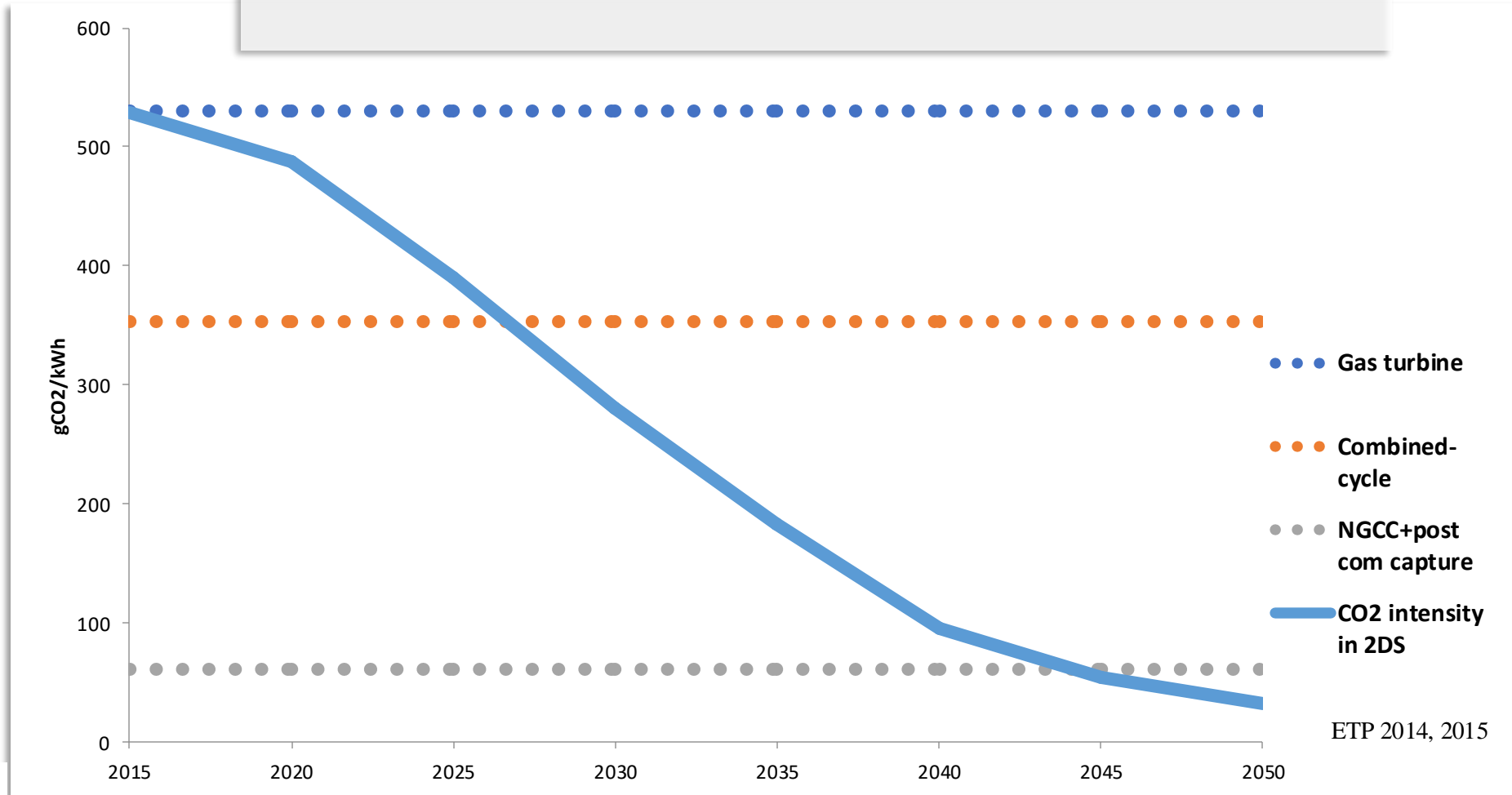


ETP 2014, 2015

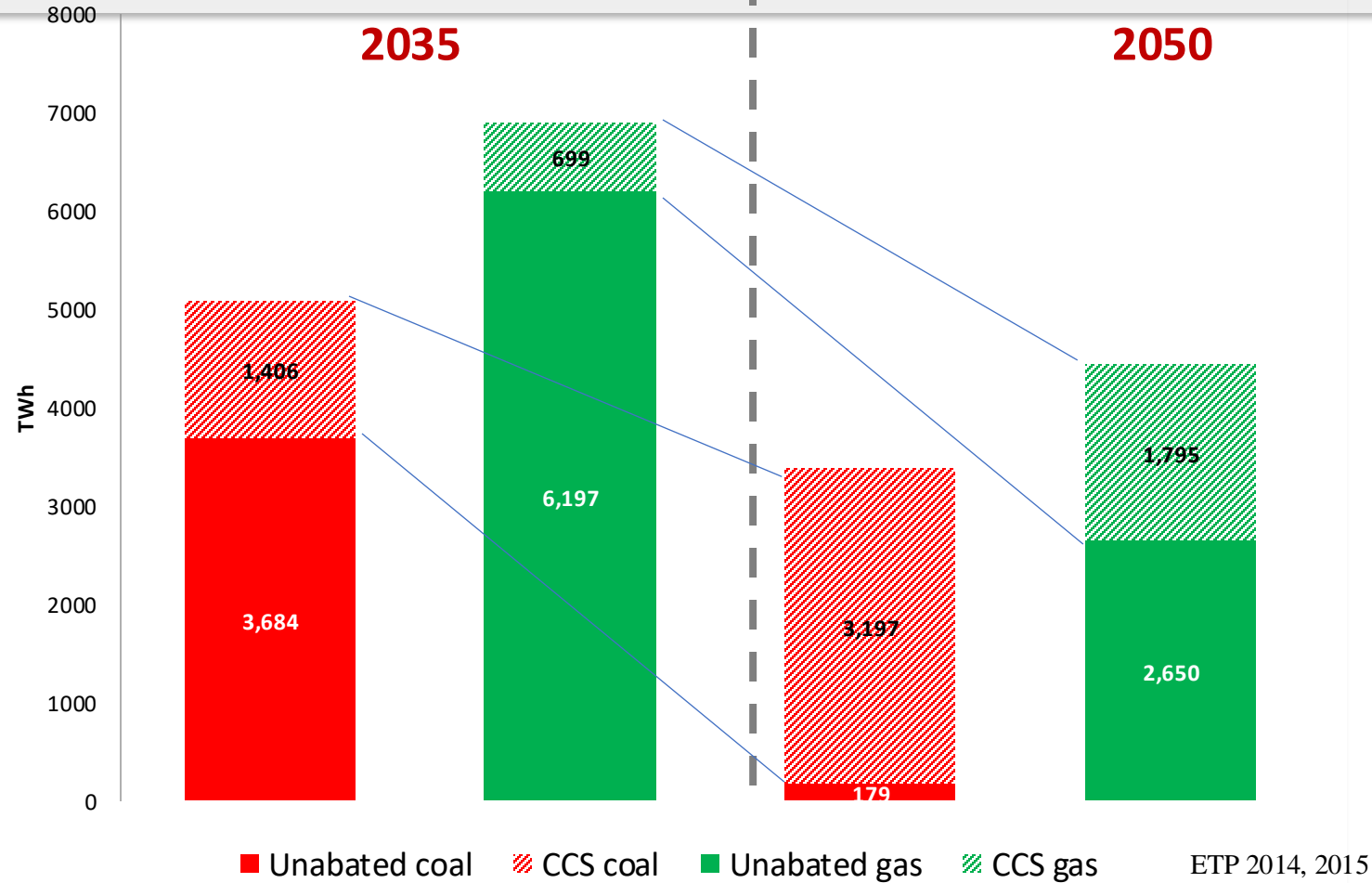
En Concepto de CCUS y su Impacto en la Reducción de GEI en México

Noviembre de 2018

Gas: una transición o un destino ?



CCS: Clave para conservar la esperanza de bajar emisiones con Fósiles



Patrones de Descarbonización Profunda

El Proyecto de Patrones de Descarbonización Profunda (DDPP) se lleva a cabo con la participación de los 16 países responsables del 70% de los GEI en el Mundo.
México es uno de ellos.

Tienen el objetivo de establecer rutas factibles para cada uno de los países del grupo que permitan lograr la meta de no superar el incremento promedio global de 2°C para el 2050.

Lograr la meta propuesta implica que la emisiones GEI para la segunda mitad del siglo sean CERO, de ahí la necesidad de emprender esta cruzada, denominada *Deep Decarbonization* (DD).

Tovilla, J. et al. (2015). Pathways to deep decarbonization in Mexico, SDSN - IDDRI.

SDSN. - Sustainable Development Solutions Network (France)

IDDRI.- Institute for Sustainable Development and International Relations (ONU)

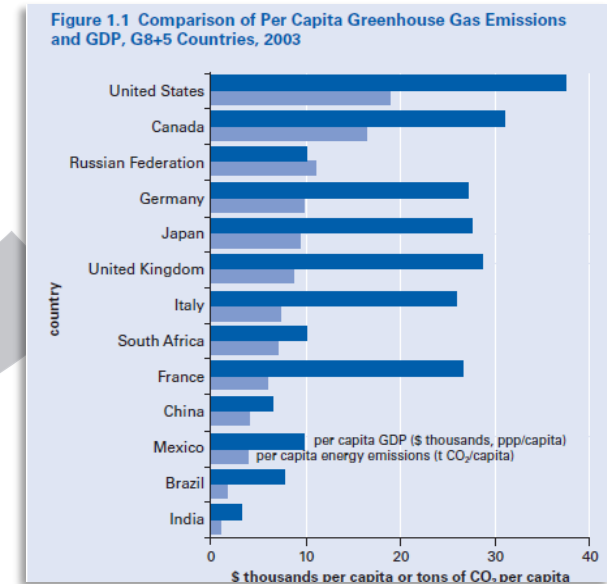
Objetivos Principales del DDPP en México :

- Explorar alternativas factibles para reducir las emisiones de GEI al 50% respecto al 2000, para 2050, de acuerdo a las metas establecidas en la LGCC 2012 (por debajo de 300 MtCO₂e)
- Discutir la naturaleza, escala y *timing* de los cambios requeridos para lograr la transformación, sus retos y oportunidades.

Tovilla, J. et al. (2015). Pathways to deep decarbonization in Mexico, SDSN - IDDRI.

Se estableció un patrón de emisión de **1,7 tCO₂ per cápita/año** para 2050, lo que significa para México un objetivo de 255 MtCO₂ (consistente con la LGCC).

- Eficiencia Energética
 - Transporte
 - Reducir demanda por mejores conexiones
 - Mejor transporte público
 - Generación de electricidad
 - Políticas públicas para incentivar eficiencia en uso y producción
- Mejora en la calidad de la Electrificación y Combustibles
 - Transporte
 - Vehículos eléctricos
 - Células de hidrógeno y combustible
 - Generación electricidad
 - Mejora sustantiva de la nueva infraestructura eléctrica
- Electricidad baja en carbono
 - Renovables en forma masiva
 - NGCC con Captura de CO₂



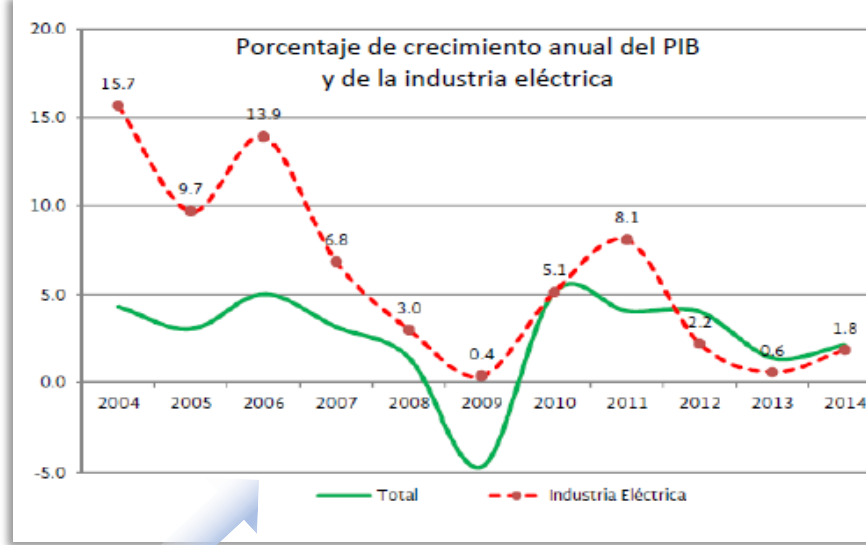
México: estudio sobre la disminución de emisiones de Carbono, WB, 2009 (MEDEC)

“Sin CCS como opción de prolongar el uso de fósiles, no se ve viable un camino hacia una DD”

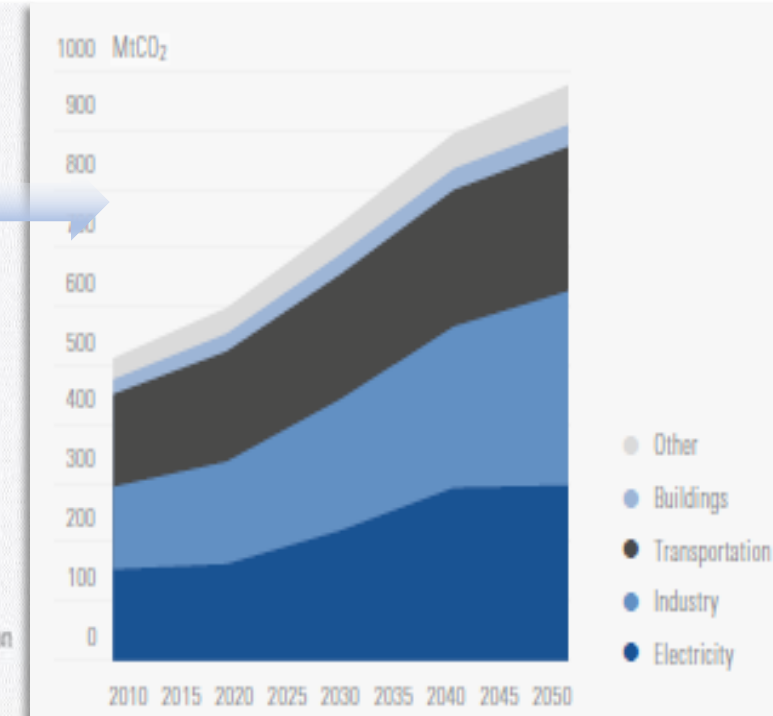
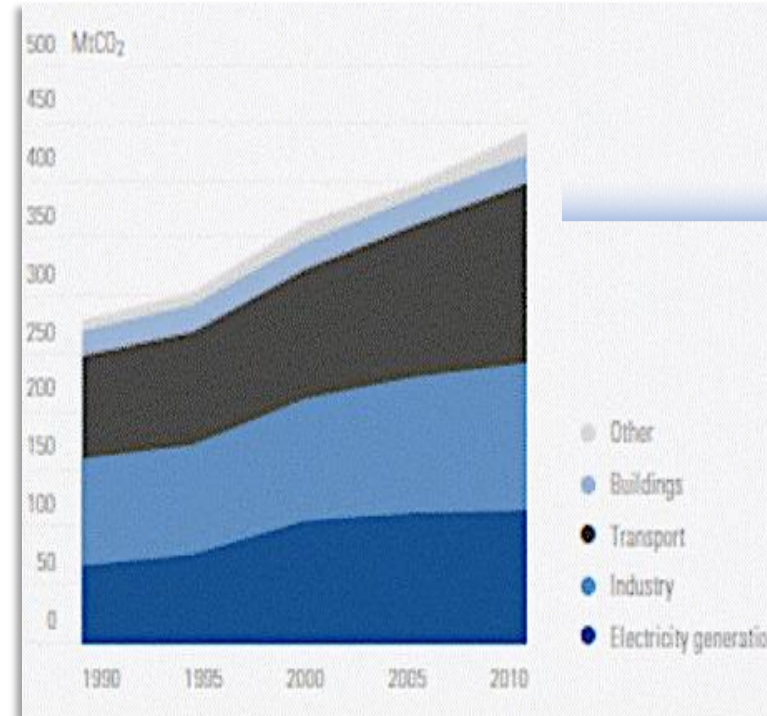
Emisiones en México 694 MtCO₂e, 60% son por la combustión de combustibles fósiles (424 Mt).

Los principales sectores :

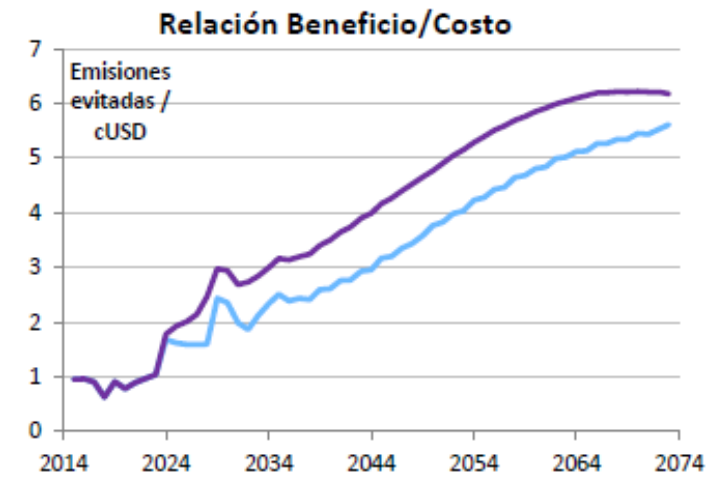
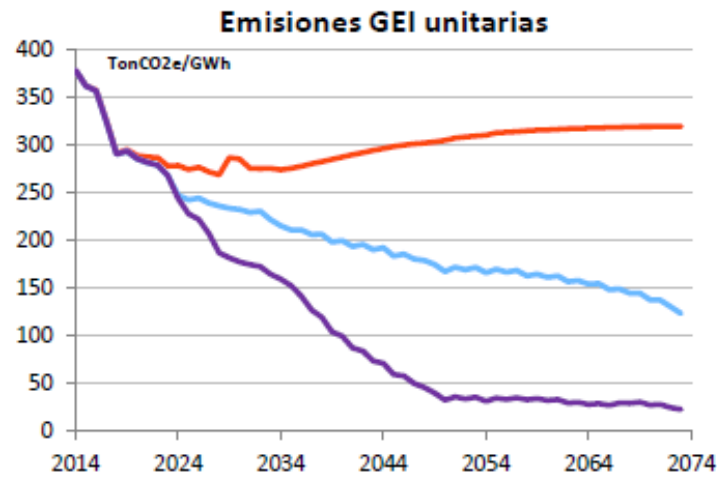
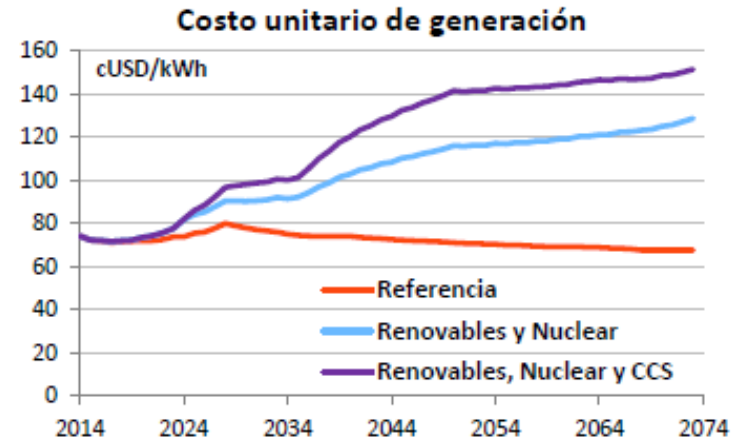
- Transporte 23%
- Generación de Electricidad 17%
- Promedio de incremento del consumo de energía 2,5%
- Si se mantiene el crecimiento, para el 2050 las emisiones derivadas del uso de energía alcanzarán 900 Mt (12 exajules)



Evolución histórica y escenario inercial a futuro de la emisiones relacionadas a energía, por sector

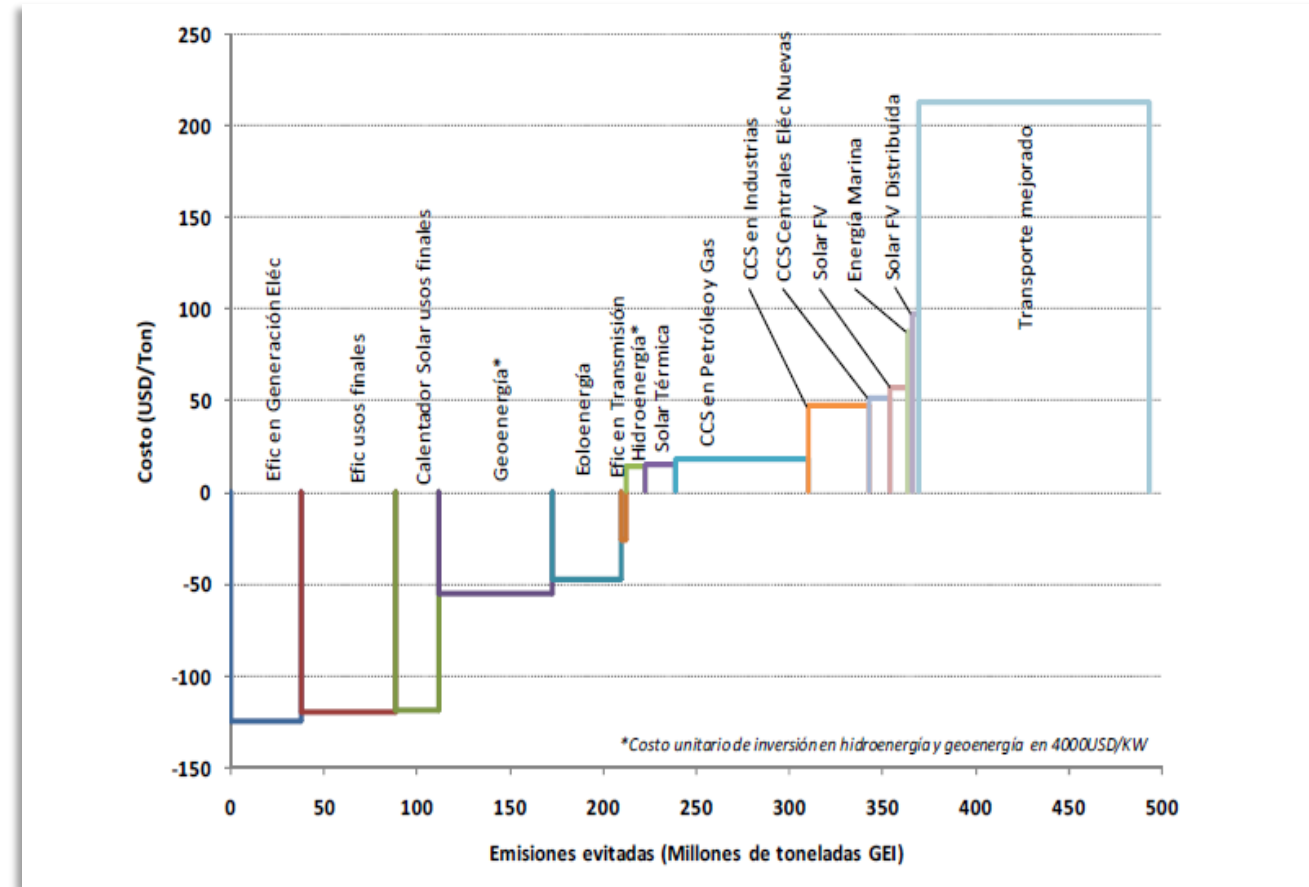


Crecimiento Esperado según información oficial en México



Fuente : IIE, Septiembre 2015

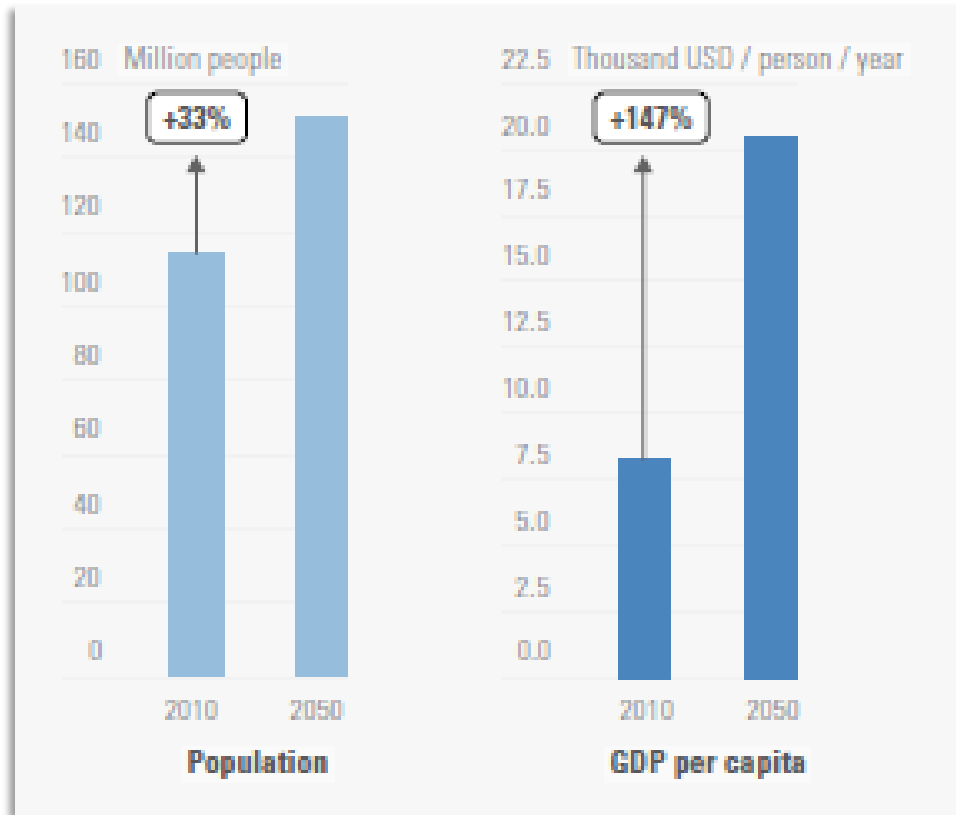
Costos unitarios de mitigación con un PIB medio para 2030



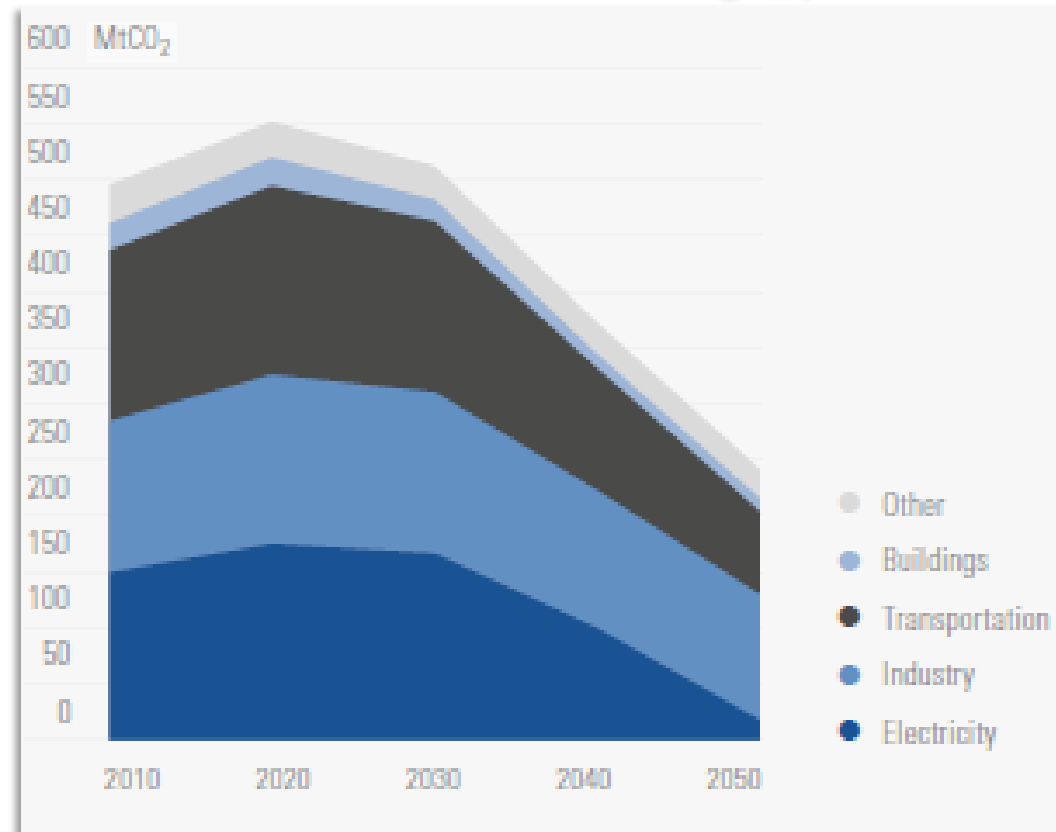
Fuente INE, IIE, 2013

Total de demanda energética en 2050 en escenario central = 8 exajoules
La huella de carbono por generación de electricidad
declina de 570 gCO₂/kWh a 19 gCO₂/kWh !!!!!

Indicadores Macroeconómicos Esperados

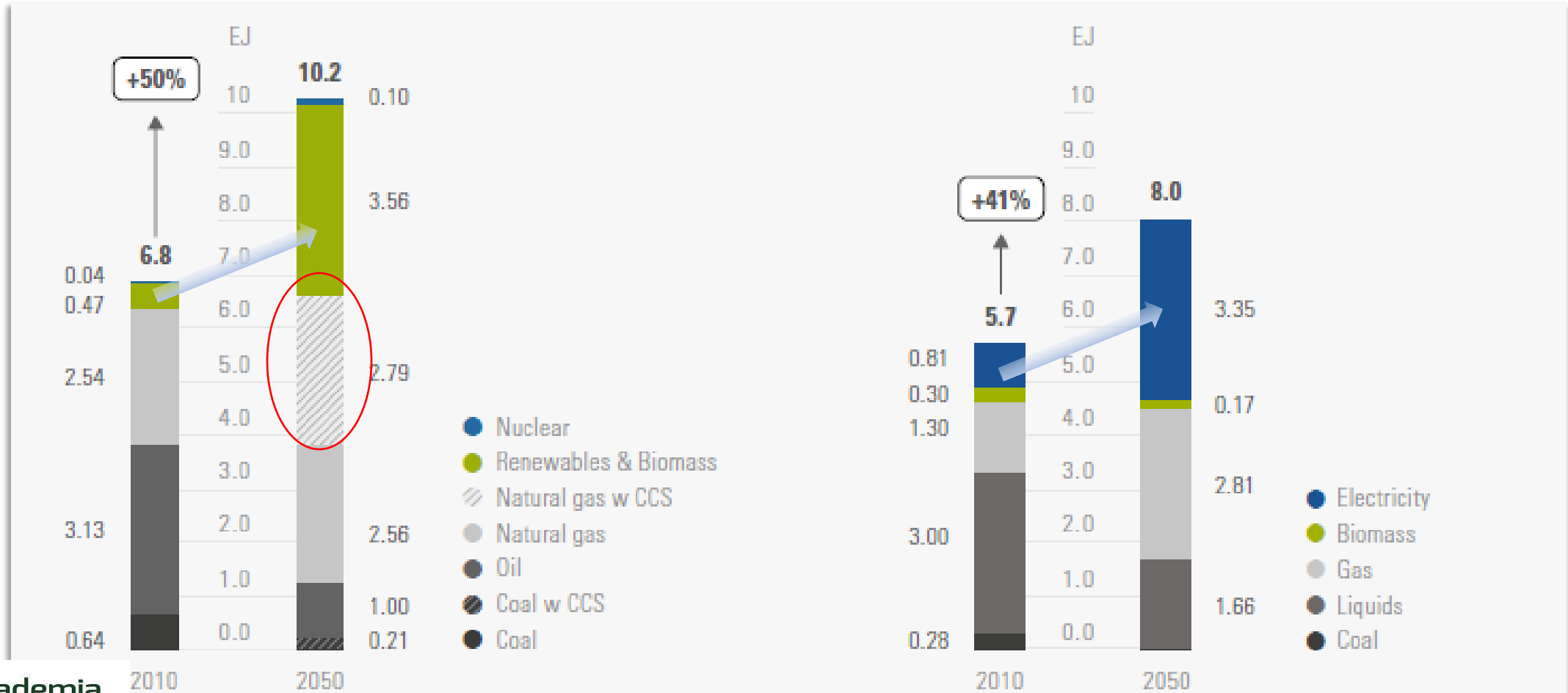


Emisiones relacionadas a la Energía, por Sector



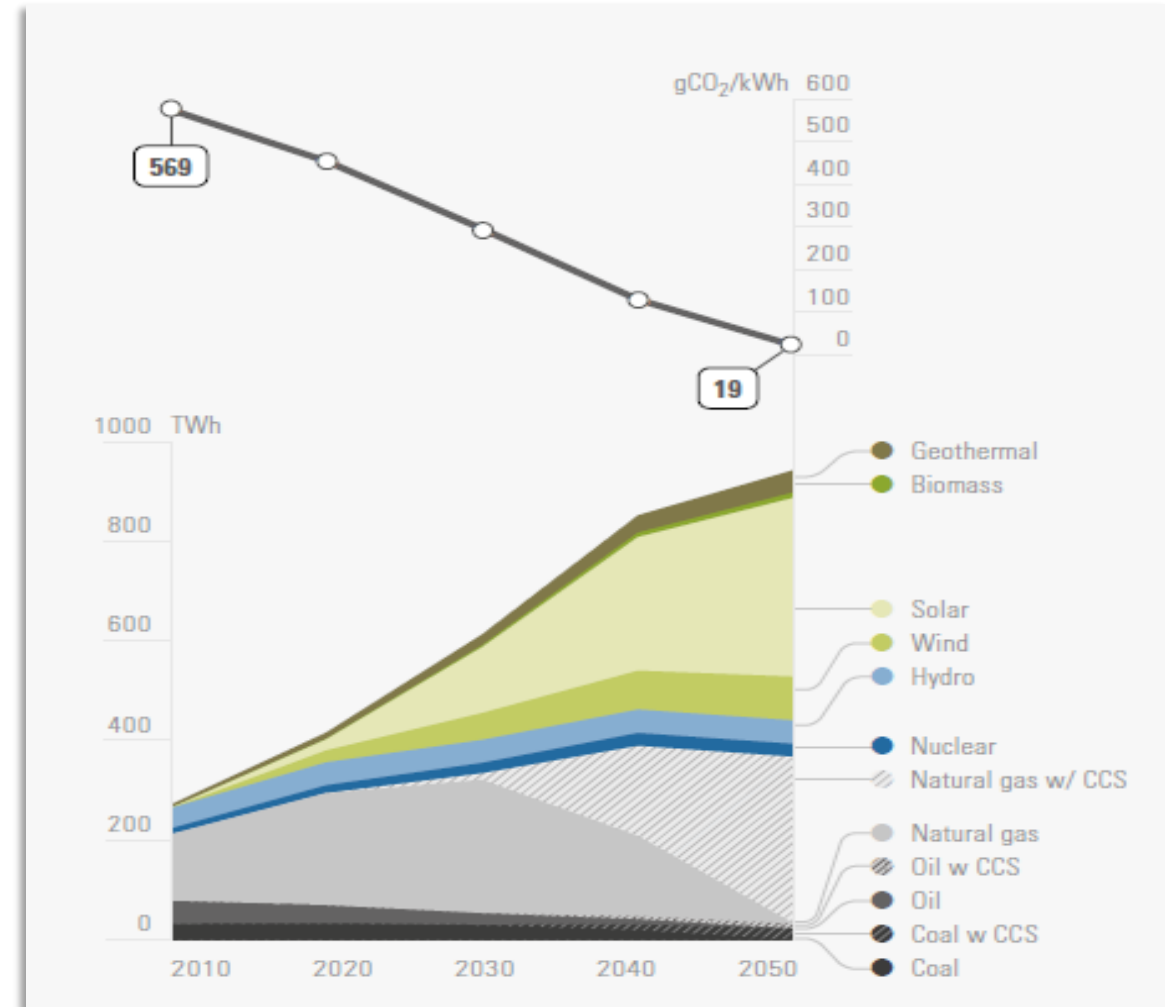
2015). Pathways to deep decarbonization in Mexico, SDSN - IDDRI.

Evolución Necesaria de los Patrones Energéticos : Formas de Producción de Electricidad y Energéticos Primarios

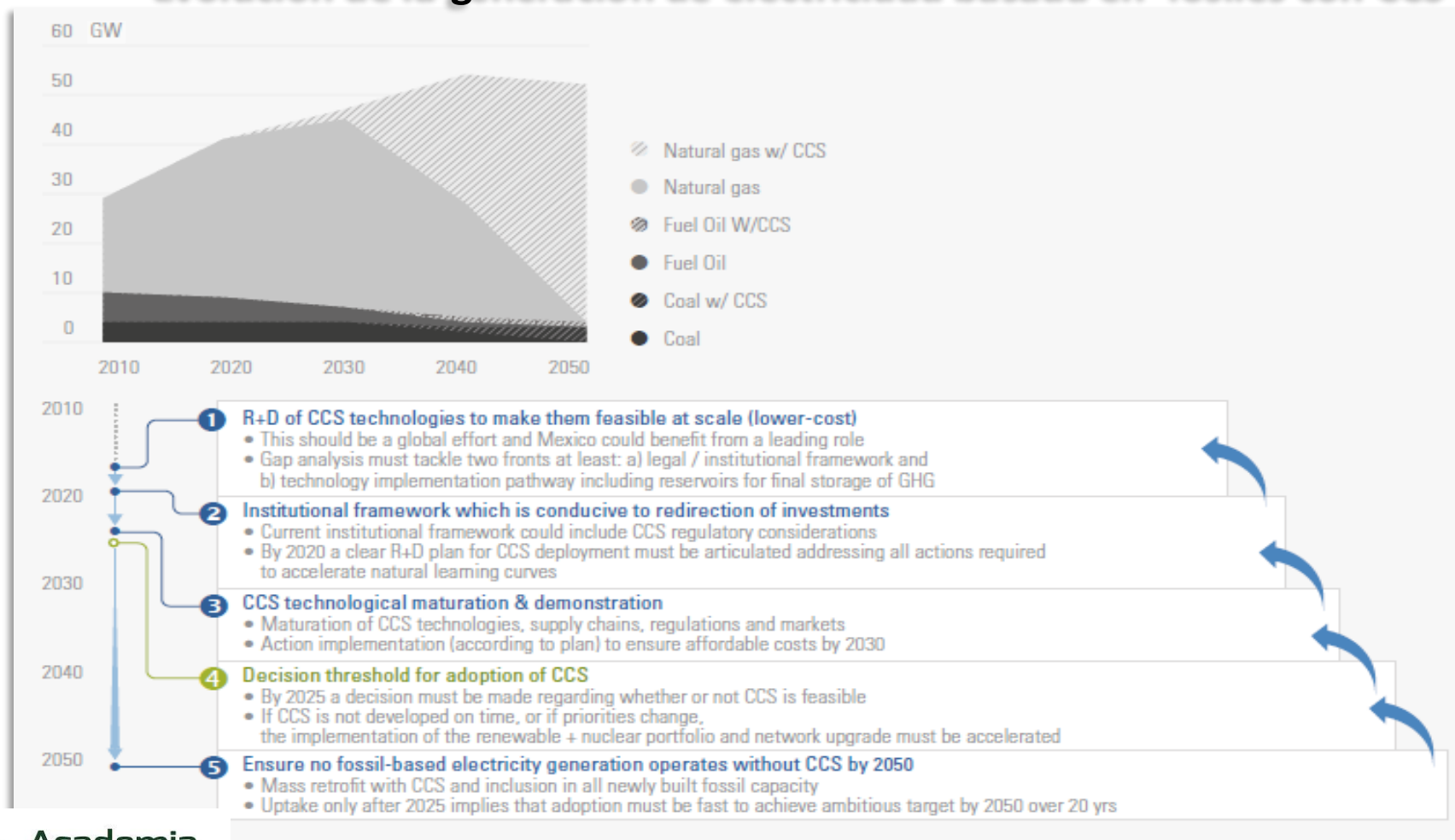


Premisas para disociar la generación de electricidad con la emisión de CO₂:

- Desarrollar todo lo planado hasta ahora en las modalidades renovables
- Maximizar el uso de gas natural en NGCC , pero asociado a CCUS. De 2030 en adelante uso comercial. En el *Roadmap* de CCUS inicia en 2024.



Evolución de la generación de electricidad basada en fósiles con CCS



La alternativa si no se desarrolla el CCS, es optar por solamente

Renovables + Nuclear,

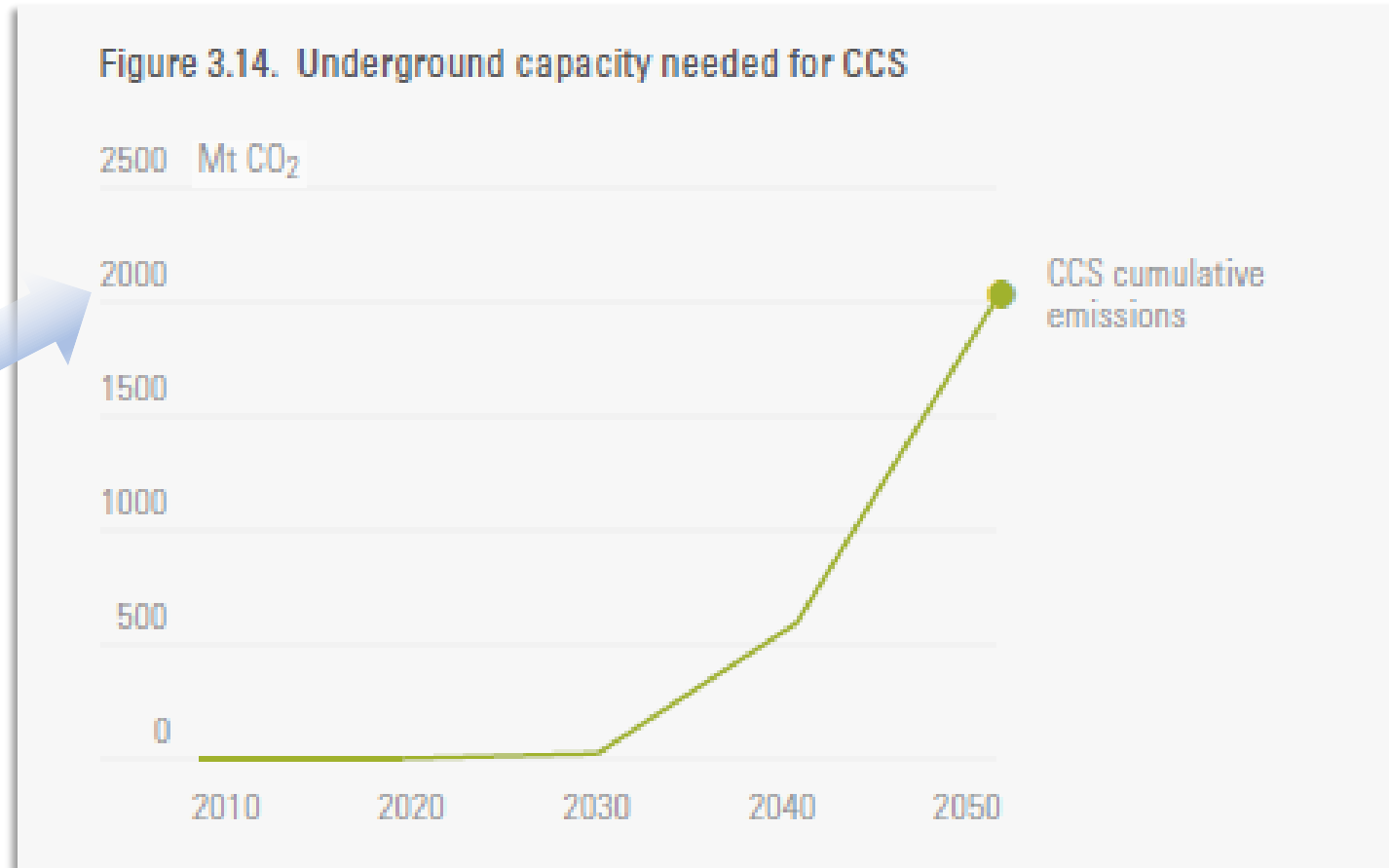
con los inconvenientes que ello represente.

Pero se deberá suplir totalmente la generación con fósiles para 2050.

Capacidad de Almacenamiento necesaria para el desarrollo del sector energético con la opción de CCS

En México es posible almacenar teóricamente 200 GtCO₂ en acuífero salino profundo, más una capacidad aún no estimada en EOR.

Habría que confirmar esta capacidad, pero de ser así, hay 100 veces más de capacidad de almacenamiento.



Atlas CCS de México, SENER 2012

Los Patrones Tecnológicos de Descarbonización en México son factibles si:

- Se conserva un incremento acelerado de eficiencia energética
- Se desarrollan con rapidez CCS, vehículos cero emisiones, tecnologías de almacenamiento de energía y *Smart Grids*
- Se implementa todo lo planeado en materia de renovables y nuclear
- Flexibilidad en el sistema para promover, adoptar y combinar opciones que resulten en el futuro cercano. El esfuerzo de planeación debe ser una tarea continua.
- Es necesario llevar a efecto un estudio detallado sobre el potencial óptimo de implementación de la tecnología CCUS que complemente el *Roadmap* actual.

Metas de Generación con Energías Limpias según la

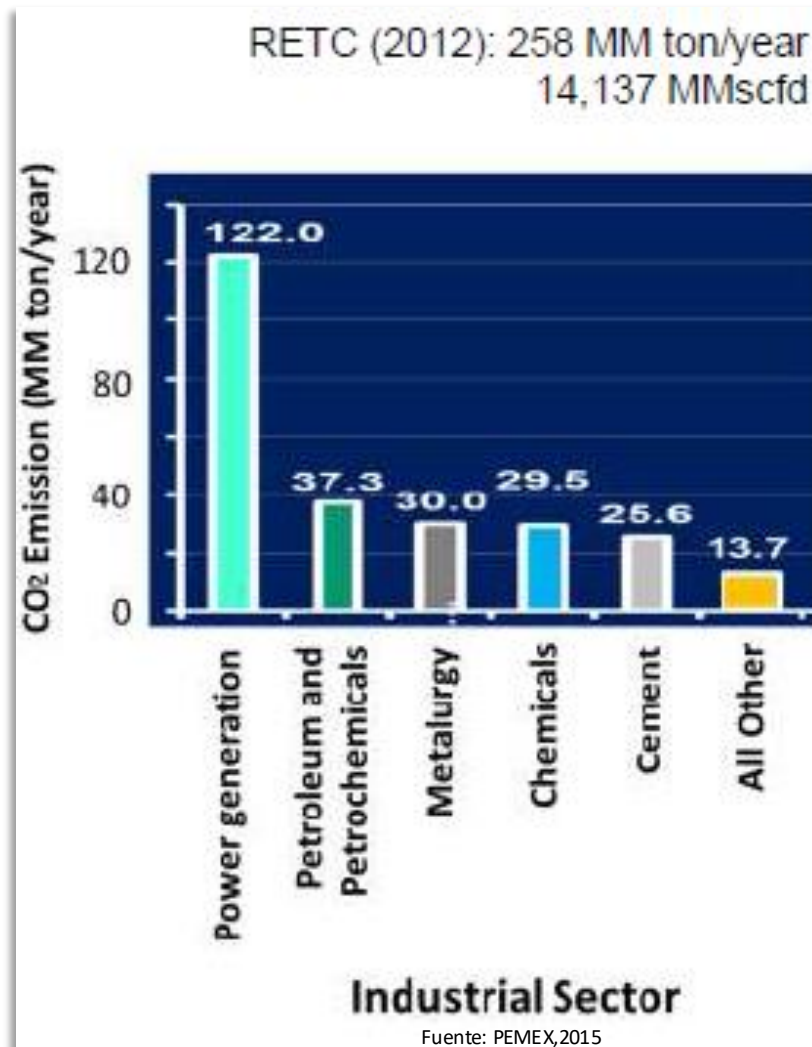
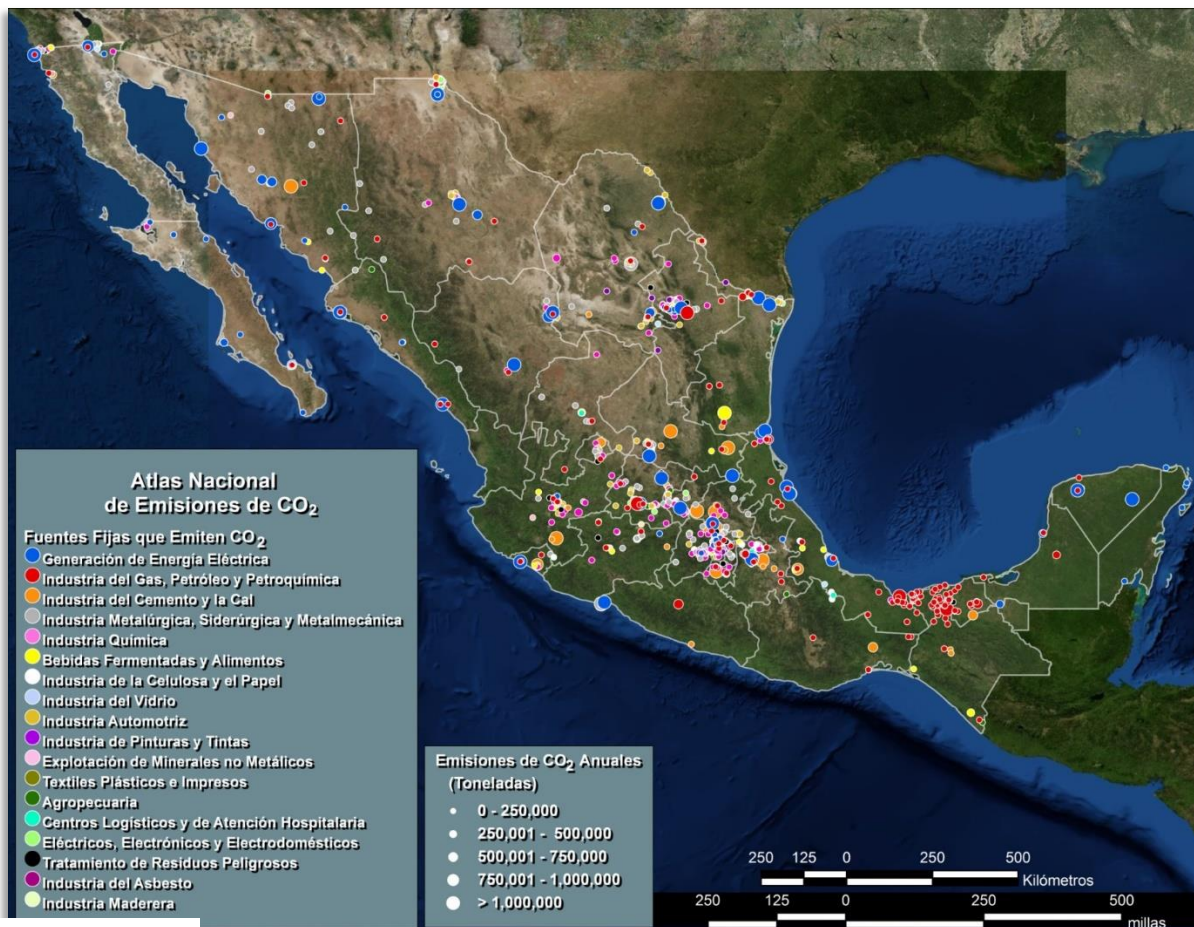
Ley Transición Energética
Dic. 2015

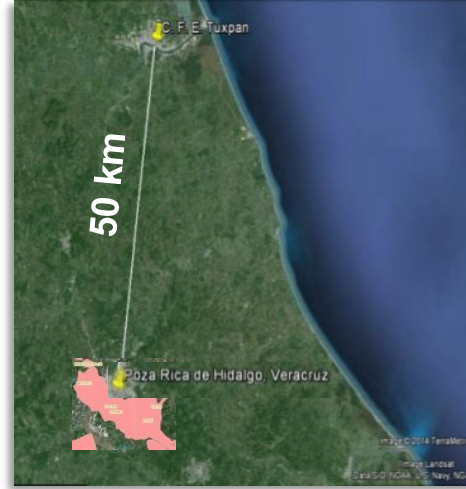
- 25% en 2018
- 30% en 2021
- 35% en 2024
- 45% en 2036
- 60% en 2050

Oportunidades de Captura-Almacenamiento de CO₂ en México en el Corto y Mediano Plazo

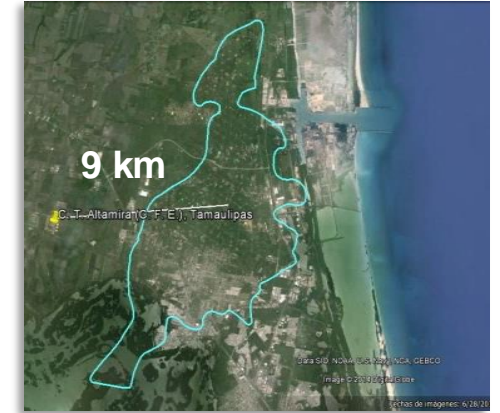
Disponibilidad de CO₂ Antropogénico

Emisiones en Fuentes Fijas

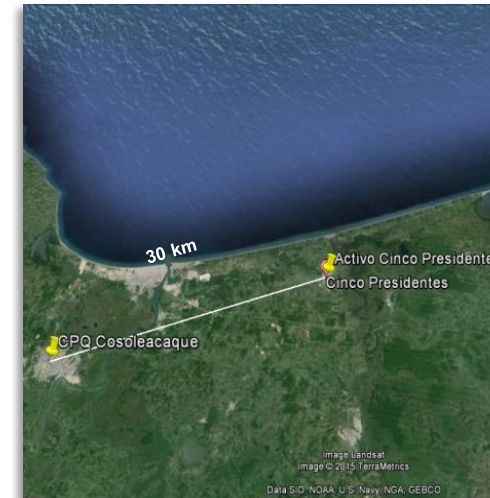




- LARGO PLAZO**
- CPQ's – 5P
 - TUXPAN – SA
 - ALTAMIRA – TC



CO2 Source	Potential CO2 EOR Fields	Sources to Fields Distance (Km)	CCUS-EOR Project Term
Thermoelectrical - Altamira	APPRA fields (Carbonates): North Sector	10	Medium
Thermoelectrical - Tuxpan	APPRA Fields (Carbonates): South Sector	45 - 65	
CPQ Cosoleacaque	APCP Fields (Sandstones):	45	Short
CPQ Madero	APPRA Fields (Carbonates): North Sector	30	Long
CPQ Cangrejera	APCP Fields (Sandstones)	30 - 80	
Refinery: Morelos			
Refinery: Minatitlán			



MEDIANO PLAZO

- TUXPAN – PR
- ALTAMIRA – TC

CORTO PLAZO

CPQ's – 5P

REFERENCES

- Carbon Sequestration Leadership Forum, 2005, A task force for review and development of standards with regards to storage capacity measurement—Phase I: CSLF-T-2005-9 15, August 2005, 16 p. www.cslforum.org/publications/documents/PhaseIReportStorageCapacityMeasurementTaskForce.pdf (accessed June 2009).
- Carbon Sequestration Leadership Forum, 2007, Estimation of CO₂ storage capacity in geological media—Phase II report: June 15, 2007. www.cslforum.org/publications/documents/PhaseIIReportStorageCapacityMeasurementTaskForce.pdf (accessed June 2009).
- Carbon Sequestration Leadership Forum, 2008, Comparison between methodologies recommended for estimation of CO₂ storage capacity in geologic media—Phase III report: April 21, 2008. www.cslforum.org/publications/documents/PhaseIIIReportStorageCapacityEstimationTaskForce0408.pdf (accessed June 2009).
- Gorecki, C.D., Sorensen, J.A., Bremer, J.M., Ayash, S.C., Knudsen, D.J., Holubnyak, Y.I., Smith, S.A., Steadman, E.N., and Harju, J.A., 2009, Development of storage coefficients for carbon dioxide storage in deep saline formations, IEA Greenhouse Gas R&D Programme Technical Study 2009/13.
- IEA Greenhouse Gas R&D Programme, November 2008, Aquifer storage—development issues: Report No. 2008/12.
- IEA Greenhouse Gas R&D Programme, Development of storage coefficients for carbon dioxide storage in deep saline formations, Report No. 2009/13.
- IEA Greenhouse Gas R&D Programme, A comparison of volumetric and dynamic CO₂ storage resource estimation methodologies in deep saline formations, in press.
- Kopp, A., Class, H., and Helmig, R., 2009, Investigations on CO₂ storage capacity in saline aquifers—part 2—estimation of storage capacity coefficients: International Journal of Greenhouse Gas Control, Elsevier, in press.
- Society of Petroleum Engineers, World Petroleum Council, and American Association of Petroleum Geologists, 2007, Petroleum resources management system.
- U.S. Department of Energy National Energy Technology Laboratory Office of Fossil Energy, 2007, Carbon sequestration atlas of the United States and Canada.
- U.S. Department of Energy National Energy Technology Laboratory Office of Fossil Energy, 2008, Carbon sequestration atlas of the United States and Canada.
- U.S. Department of Energy National Energy Technology Laboratory, 2010, Carbon sequestration atlas of the United States and Canada – Third Edition.
- Zhou, Q., Birkholzer, J.T., Tsang, C.F., and Rutqvist, J., 2008, A method for quick assessment of CO₂ storage capacity in closed and semiclosed saline formations: International Journal of Greenhouse Gas Control, v. 2, no. 4, p. 626–639.

Gracias

moises.davila@ai.org.mx

