

Soluciones Tecnológicas para la Mitigación de la Contaminación del Aire Urbano mediante Filtrado y Reutilización de CO₂

David J. García-Avila¹, Marco A. Carmona-Landero¹, Isaac E. Cedilo-Sánchez¹, Uriel Islas-Rodríguez¹, Zizilia Zamudio-Beltrán²

¹Universidad La Salle México, Facultad de Ingeniería. Ciudad de México, México.

²Universidad De La Salle México, Vicerrectoría de Investigación. Ciudad de México, México.

david.garcia@lasallistas.org.mx, marco.carmona@lasallistas.org.mx,
isaac.cedillo@lasallistas.org.mx , urielislas@lasallistas.org.mx
, zizilia.zamudio@lasalle.mx

Resumen. La contaminación del aire urbano es un problema serio que se puede abordar con nuevas tecnologías capaces de capturar CO₂. El desarrollo de materiales para absorber este gas permitiría filtrar el aire de manera eficiente. Una vez capturado, el CO₂ puede tener un segundo uso en diferentes aplicaciones, como la agricultura, en donde acelera la fotosíntesis de las plantas, beneficiando los cultivos. Además, combinando el CO₂ capturado con hidrógeno, es posible producir combustibles sintéticos, una opción que ayudaría a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Estos combustibles ofrecen una alternativa sostenible a los combustibles fósiles tradicionales. Implementar estas soluciones no solo mejora la calidad del aire en las ciudades, sino que también impulsa una economía circular, aprovechando los recursos existentes y minimizando el impacto ambiental. Así se contribuiría de forma efectiva a la mitigación del cambio climático.

Palabras Clave: Contaminación, CO₂, calentamiento global, mala calidad del aire.

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

El crecimiento urbano acelerado ha concentrado actividades económicas e industriales, lo que ha incrementado la contaminación atmosférica, principalmente por emisiones vehiculares y el consumo energético. Esta mala calidad del aire tiene impactos significativos tanto en la salud pública como en la economía, causando enfermedades respiratorias, reducción de la productividad laboral y un aumento en los gastos sanitarios.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta que, en 2012, la contaminación del aire fue responsable de 3.7 millones de muertes, destacándose como las principales causas: enfermedad pulmonar obstructiva crónica (11%), cáncer de pulmón (6%), enfermedad isquémica del corazón (40%) y accidentes cerebrovasculares (40%). En el continente americano, se registraron alrededor de 58,000 muertes relacionadas con esta problemática.

En términos económicos, la contaminación del aire afecta el Producto Interno Bruto (PIB) de los países. En América Latina, el Banco Mundial estima que el impacto puede llegar al 2% del PIB debido a problemas de salud derivados de la contaminación atmosférica.

Uno de los principales contaminantes es el dióxido de carbono (CO₂), gas de efecto invernadero que representa una proporción significativa de las emisiones. De acuerdo con el Inventario de Emisiones de la Ciudad de México (2018), se emitieron más de 22 millones de toneladas de CO₂, provenientes de fuentes móviles (71.69%), fuentes de área (22.31%) y fuentes puntuales (6.01%).

2 Objetivo

El objetivo de este proyecto es desarrollar e implementar tecnologías avanzadas de filtrado de CO₂ en áreas urbanas, con el propósito de reducir los niveles de este gas en la atmósfera. A través de la mejora en la calidad del aire, se espera contribuir a la mitigación del cambio climático y generar conciencia sobre la importancia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

3 Propuesta teórico-metodológica

El aumento de CO₂ en la atmósfera es un desafío global que ha deteriorado significativamente la calidad del aire en las ciudades. No obstante, el CO₂ también puede reutilizarse en actividades como la agricultura (invernaderos), donde ayuda a acelerar la fotosíntesis y a fortalecer las plantas contra plagas.

Existen proyectos exitosos, como el de Zúrich, Suiza, donde una fábrica incineradora ha reducido su huella de carbono utilizando sistemas de captura de CO₂. Sin embargo, este tipo de tecnologías enfrentan limitaciones, principalmente debido a la capacidad de los filtros, lo que sugiere la necesidad de una gran cantidad de equipos para lograr un impacto considerable.

Nuestra propuesta busca desarrollar nuevos materiales para la filtración de CO₂ que sean más eficientes y sostenibles. Además, planteamos la reutilización del CO₂ capturado en procesos industriales, como la producción de hidrocarburos, cemento y nuevos polímeros. De esta manera, se fomentará la economía circular, permitiendo que el CO₂ capturado sea aprovechado de manera productiva.

Metodología

La metodología del proyecto incluye:

1. Desarrollo de nuevos materiales con alta capacidad de captura de CO₂.
2. Pruebas piloto de sistemas de filtración en áreas urbanas para evaluar su eficacia.
3. Reutilización del CO₂ capturado en la producción de bienes industriales.
4. Análisis del impacto ambiental y económico de las tecnologías propuestas.

4 Discusión de resultados

Uno de los principales desafíos en la reutilización del CO₂ como combustible alternativo es el alto consumo energético que implica su producción. Sin embargo, el uso de hidrógeno renovable y CO₂ capturado puede dar lugar a la producción de combustibles sintéticos (e-fuels), los cuales son neutrales en carbono y compatibles con la infraestructura actual de transporte.

Este enfoque no solo reduce la dependencia de combustibles fósiles, sino que también es una solución efectiva para gestionar las emisiones de CO₂, lo que resulta clave para la descarbonización del transporte.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

El desarrollo de tecnologías de filtrado de CO₂ puede representar un avance importante en la mejora de la calidad del aire en áreas urbanas. Además de su implementación en procesos industriales, la reutilización del CO₂ puede abrir nuevas oportunidades en sectores como la construcción y la industria alimentaria, promoviendo una economía circular.

Las perspectivas futuras incluyen la ampliación de la investigación en materiales avanzados para la captura de CO₂, así como la implementación masiva de sistemas de filtración en entornos urbanos. La colaboración entre gobiernos e industrias será clave para escalar estas soluciones y maximizar su impacto positivo.

4 Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a la facultad de ingeniería de la universidad la Salle por el apoyo para la realización de este proyecto y el seguimiento de parte de los docentes para el desarrollo de esta investigación.

5 Referencias

1. Magis. (2017, August 1). Un filtro para aprovechar el dióxido de carbono - Magis. Magis. <https://magis.iteso.mx/nota/un-filtro-para-aprovechar-el-dioxido-de-carbono/>
2. RSD The Clean Air Experts. (2023, June 23). Purificadores de Aire — RSD The Clean Air Experts. RSD The Clean Air Experts. <https://www.rsd.com.mx/>
3. Soletair Power. (2024, January 17). Soletair Power Indoor CO2 Filtering Air Purifier | Soletair Power. <https://www.soletairpower.fi/indoor-co2-purifier-unit/>
4. Pastor, N. (2022, 27 mayo). En busca y captura: 7 usos para reutilizar el CO₂ y reducir emisiones. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/natural/20220527/8296136/en-busca-captura-7-usos-re-utilizar-co2-reducir-emisiones-brl.html>
5. Reciclando el carbono: extrayendo combustible del aire. (2017, 9 noviembre). National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/reciclando-el-carbono-extrayendo-combustible-del-aire#:~:text=Se%20ha%20prestado%20menos%20atenci%C3%B3n,tan%20conoci-dos%20como%20la%20gasolina>
6. Gamez, M. J. (2024, May 1). Portada - Desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
7. De Estadística E Información Ambiental, D. G. (n.d.). Informe del Medio Ambiente. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap5.html>

8. Magis. (2017b, August 1). Un filtro para aprovechar el dióxido de carbono - Magis. Magis. <https://magis.iteso.mx/nota/un-filtro-para-aprovechar-el-dioxido-de-carbono/>
9. Indicator Metadata Registry details. (n.d.). <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/2259>
10. Transformar el CO2 en combustible ecológico con bajas emisiones de carbono. (n.d.). RETEMA. <https://www.retema.es/actualidad/transformar-el-co2-en-combustible-ecologico-con-bajas-emisiones-de-carbono>
11. Cambio climático. (n.d.). http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/emisiones_cdmx.html
12. Pastor, N. (2022, May 27). En busca y captura: 7 usos para reutilizar el CO₂ y reducir emisiones. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/natural/20220527/8296136/en-busca-captura-7-usos-reutilizar-co2-reducir-emisiones-brl.html>
13. Datosmacro. (2024, April 23). México - Emisiones de CO2 2022. Datosmacro.com. <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/mexico#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20se%20incrementan%20las,%2C4%25%20respecto%20a%202021>

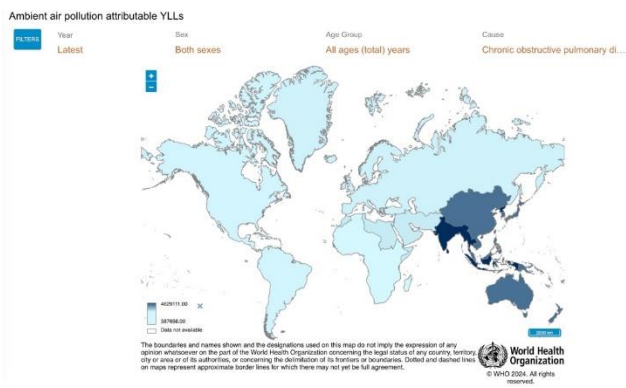


Figura 1. Muertes por enfermedad pulmonar obstructiva crónica a nivel mundial

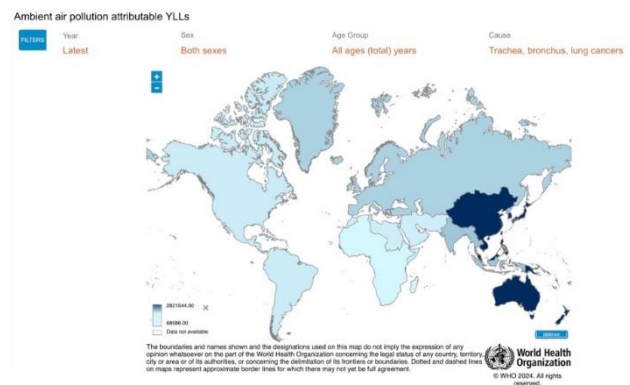


Figura 2. Muertes por cáncer de pulmón

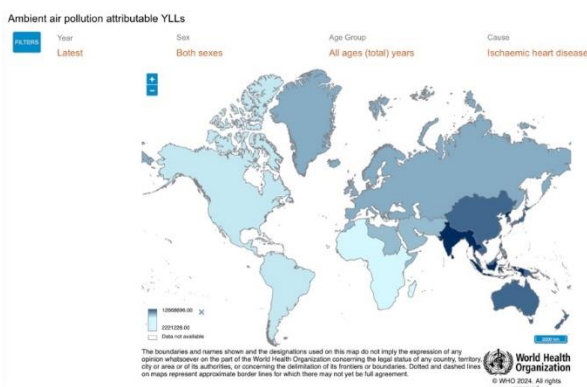


Figura 3. Muertes por enfermedad isquémica del corazón

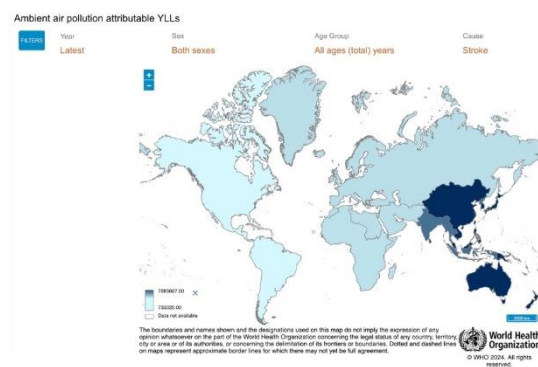


Figura 4. Muertes por accidente cerebrovascular

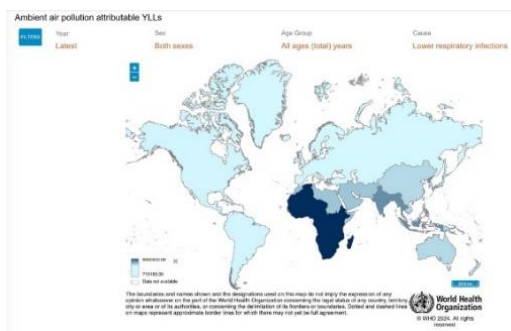


Figura 5. Muertes por infección respiratoria

FUENTES DE LAS EMISIONES DE CO2 EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Fuentes puntuales Fuentes de área Fuentes móviles

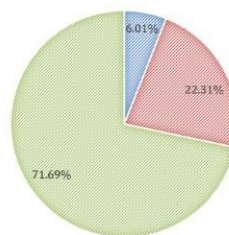


Figura 6. Fuentes de Emisiones de Co2 en CDMX

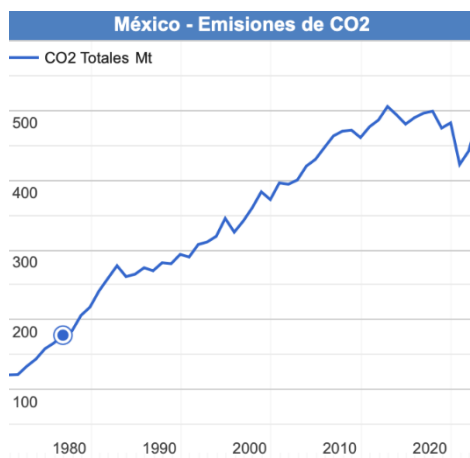


Figura 7. Emisiones de CO2 en la CDMX