

EL PAPEL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN  
LA ACCIÓN CLIMÁTICA: DE LOS MODELOS  
CLIMÁTICOS A LAS SOLUCIONES INNOVADORAS  
CON ENERGÍAS RENOVABLES



CONGRESO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO



III LEGISLATURA

CONGRESO DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO



III LEGISLATURA

# Índice.

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	6
Causas del cambio climático:.....	6
Consecuencias globales del cambio climático: .....	6
<b>I. MARCO TEÓRICO</b> .....	14
4. Estrategias para la Disminución de Agentes Contaminantes .....	15
4.1 Prevención y Control.....	15
4.3 Monitoreo y Evaluación .....	15
<b>II. ANTECEDENTES HISTÓRICOS</b> .....	16
<b>III. EL PAPEL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA ACCIÓN CLIMÁTICA</b> .....	18
<b>IV. DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS A LAS SOLUCIONES INNOVADORAS CON ENERGÍAS RENOVABLES</b> .....	20
<b>V. IDENTIFICAR AVANCES RECIENTES EN MODELOS CLIMÁTICOS Y SU APLICACIÓN EN POLÍTICAS PÚBLICAS</b> .....	22
2. Planes Nacionales de Adaptación (PNACC) .....	24
3. Política Energética de la Unión Europea (EU) .....	25
4. Programas de Gestión de Riesgos Climáticos en México .....	25
5. Australia: Política de Gestión del Agua y Sequías.....	25
6. Política de Salud Pública en el Reino Unido (Calor Extremo) .....	26
7. Estados Unidos: Sistema de Gestión de Riesgos de Inundaciones.....	26
<b>VI. CASOS DE ÉXITO INTERNACIONALES Y SU APLICACIÓN EN EL CONTEXTO LOCAL</b> 27	
4. Alemania: <i>Energiewende (Transición Energética)</i> .....	28
5. Noruega: Vehículos Eléctricos y Energía Hidroeléctrica .....	29
6. Estados Unidos: El Estado de California .....	29
7. India: Energía Solar y Proyectos de Eficiencia Energética .....	30

**VII. IMPLEMENTACION DE MECANISMOS EN MEXICO PARA DISMUNIR LAS EMISIONES CONTAMINANTES:**..... 31

2. *Impuesto al Carbono* ..... 32

México implementó el *Impuesto al Carbono* en 2014, un mecanismo económico que grava el uso de combustibles fósiles y tiene como objetivo reducir el consumo de estos combustibles altamente contaminantes..... 32

3. Subastas de Energía Limpia ..... 33

5. *Norma Oficial Mexicana NOM-163-SEMARNAT-2013 (Eficiencia Energética en Edificaciones)*. ..... 34

6. Plan de Acción para la Movilidad Eléctrica ..... 35

7. Estrategia Nacional de Energía 2015-2030 ..... 36

9. Fomento a la Agricultura Sostenible..... 37

**VIII. ACCIONES QUE HA IMPLEMENTADO LA CDMX PARA DISMINUIR LAS EMISIONES CONTAMINANTES** ..... 38



**Desarrollo de Infraestructura de Reciclaje y Gestión de Residuos**

- Reciclaje y separación de residuos
- Plantas de compostaje
- Recolección eficiente



**Incentivos para el Uso de Energías Limpias en la Industria**

- Subsidios y créditos verdes
- Regulación y seguimiento

..... 39

**.... ESTRATEGIAS PARA SUPERAR LAS BARRERAS DE IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES TECNOLÓGICAS EN ENERGÍAS RENOVABLES EN CONTEXTOS DIVERSOS Y OPINIÓN** .40

**IX.**..... 40

1. Reforestación Urbana y Jardines Verticales ..... 40

2. Uso de Energías Renovables en Hogares..... 41

3. Movilidad Sostenible y Fomento al Uso de la Bicicleta..... 41

4. *Promoción de la Reducción de Residuos y Reciclaje* ..... 42

5. *Fomento al Uso Responsable del Agua* ..... 42

6. *Estrategias de Consumo Responsable y Dietas más Sostenibles* ..... 43

7. Campañas de Educación Ambiental ..... 43

8. Incentivar la Implementación de "Techos Verdes" ..... 44

9. Impulso a la Recarga de Vehículos Eléctricos .....	45
<b>X. Conclusiones generales .....</b>	<b>46</b>
<b>XI. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>51</b>

## **INSTITUTO DE INVESTIGACIONES LEGISLATIVAS**

**LIC. PEDRO DÍAZ REBOLLAR**

TITULAR  
AUTORIZACIÓN

**ARTURO GÓMEZ ROSALES**

ASISTENTE TÉCNICO  
COORDINACION

**LAI. DALIA GABRIELA SANDOVAL ROA**

SUBDIRECTORA DE INVESTIGACIONES  
Y ESTUDIOS DE LA CDMX  
ELABORACIÓN

**DR. JEM ALEXIS FERNÁNDEZ SÁNCHEZ**

INVESTIGADOR ESPECIALIZADO  
FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
INVESTIGADOR ESPECIALIZADO  
SUPERVISIÓN

## INTRODUCCIÓN

El **cambio climático** refiere a la variación a largo plazo de las temperaturas y patrones climáticos globales. Es claro que la Tierra ha experimentado cambios naturales a lo largo de su historia, inicialmente abordaremos el término "cambio climático"; en la época actual se enfocare principalmente a los cambios rápidos y pronunciados causados por actividades humanas, especialmente desde la Revolución Industrial.

### Causas del cambio climático:

La principal causa del cambio climático actual son las **emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)**. Estos gases atrapan el calor en la atmósfera de la Tierra y provocan un aumento en la temperatura global. Los principales gases de efecto invernadero son:

- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Proviene principalmente de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) para la generación de energía, el transporte y la industria.
- **Metano (CH<sub>4</sub>):** Se genera a partir de la ganadería (por los eructos de los animales rumiantes), los vertederos de basura y la extracción de gas natural.
- **Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>):** Proviene de actividades agrícolas, como el uso de fertilizantes, y de la quema de combustibles en los vehículos y las fábricas.
- **Clorofluorocarbonos (CFC):** Aunque en menor cantidad, son gases utilizados en la refrigeración y en aerosoles, que también contribuyen al calentamiento global.

Además de estas actividades, la deforestación contribuye al cambio climático al reducir la cantidad de árboles, que absorben CO<sub>2</sub> y ayudan a mitigar el calentamiento global.

### Consecuencias globales del cambio climático:

Las consecuencias del cambio climático son vastas y afectan a casi todos los aspectos de la vida en la Tierra. Entre las más importantes se encuentran:

1. **Aumento de las temperaturas globales:** El calentamiento de la atmósfera provoca olas de calor más intensas y frecuentes, lo que tiene efectos directos sobre la salud humana, la agricultura y los ecosistemas.

2. **Derretimiento de los glaciares y el hielo polar:** El aumento de la temperatura provoca el deshielo de los polos, lo que contribuye al aumento del nivel del mar. Esto amenaza a las ciudades costeras y puede generar desplazamientos masivos de personas.
3. **Alteraciones en los patrones de precipitaciones:** El cambio climático provoca fenómenos meteorológicos extremos, como sequías más largas y lluvias torrenciales que pueden dar lugar a inundaciones y deslizamientos de tierra.
4. **Impacto en la biodiversidad:** Muchas especies no pueden adaptarse rápidamente a los cambios de temperatura o a la alteración de sus hábitats, lo que genera una pérdida masiva de biodiversidad. Esto afecta tanto a la fauna como a la flora, alterando ecosistemas enteros.
5. **Impacto en la agricultura y la seguridad alimentaria:** Las sequías, las lluvias irregulares y las temperaturas extremas afectan los cultivos y la producción de alimentos, lo que puede aumentar la inseguridad alimentaria en muchas regiones.
6. **Problemas de salud:** El cambio climático también incrementa la propagación de enfermedades relacionadas con el clima, como enfermedades transmitidas por mosquitos (como el dengue y el zika), además de problemas respiratorios debido a la contaminación del aire.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cambio climático no es un problema futuro; ya está ocurriendo y sus efectos se están intensificando. Si no se toman medidas urgentes para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptarnos a sus efectos, las consecuencias serán cada vez más graves y difíciles de manejar.

### ¿Por qué es urgente actuar?

- **Límites de tiempo:** Los estudios científicos indican que tenemos una ventana limitada para evitar los peores efectos del cambio climático. Si no logramos mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 1,5°C con respecto a los niveles preindustriales, las consecuencias serán catastróficas.
- **Impacto económico:** Los costos asociados con el cambio climático, como las pérdidas en la producción agrícola, la destrucción de infraestructuras y el aumento de enfermedades, pueden ser astronómicos y afectarán especialmente a las naciones más vulnerables.
- **Justicia social:** Los más pobres y vulnerables son los que menos contribuyen al cambio climático, pero son los que más sufren sus consecuencias. Tomar medidas para mitigar el cambio climático también es una cuestión de justicia global.
- **Falta de integración entre la ciencia, la tecnología y las políticas públicas:** A pesar de los avances científicos y tecnológicos, no siempre se logra una integración efectiva de estos conocimientos en las políticas públicas que enfrentan el cambio climático. Muchas veces, la falta de colaboración entre gobiernos, científicos y empresas tecnológicas limita la implementación de soluciones a gran escala.
- **Desigualdad en el acceso a tecnologías y recursos científicos:** Mientras que los países desarrollados tienen acceso a tecnologías avanzadas y capacidad científica para abordar el cambio climático, los países en vías de desarrollo enfrentan barreras económicas y tecnológicas para implementar estrategias eficaces. Esto genera una brecha en las acciones climáticas y limita la cooperación global.
- **Desafíos en la transición hacia energías limpias:** Si bien la ciencia ha demostrado que las energías renovables, como la solar y la eólica, son claves para mitigar el cambio climático, la transición energética sigue siendo lenta debido a las barreras económicas, políticas y técnicas. La tecnología necesaria para cambiar completamente el sistema energético mundial aún enfrenta retos significativos en términos de coste, infraestructura y escalabilidad.
- **Necesidad de innovación constante:** Para abordar el cambio climático de manera efectiva, se requiere un enfoque innovador en el desarrollo de

tecnologías más limpias y eficientes, como las soluciones de captura y almacenamiento de carbono, la geoingeniería y los sistemas avanzados de gestión de recursos. La innovación constante es esencial para encontrar soluciones que puedan escalar y tener un impacto real a nivel global.

- **Educación y sensibilización:** La falta de comprensión general sobre los avances científicos y tecnológicos puede ser un obstáculo en la implementación de políticas climáticas efectivas. Es crucial que tanto el público como los tomadores de decisiones estén informados sobre las posibles soluciones tecnológicas y cómo estas pueden integrarse en las estrategias de mitigación y adaptación.

## JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

### Medidas necesarias:

- **Transición a energías renovables:** Sustituir los combustibles fósiles por fuentes de energía limpia como la solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica.
- **Reducción de emisiones:** Establecer regulaciones más estrictas sobre las emisiones de gases contaminantes, tanto a nivel industrial como en el sector del transporte.
- **Deforestación cero:** Proteger los bosques y promover la reforestación para que los árboles sigan absorbiendo CO<sub>2</sub>.
- **Adaptación e innovación tecnológica:** Desarrollar infraestructuras que sean resistentes al cambio climático y fomentar la investigación en nuevas tecnologías para mitigar sus efectos.

La urgencia de actuar radica en la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para evitar impactos irreversibles en nuestro planeta.

---

## OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo de estudio sobre este tema es analizar cómo la ciencia y la tecnología pueden contribuir de manera más efectiva a la acción climática global, evaluar las barreras existentes y proponer estrategias para superarlas. Además, se debería investigar cómo los avances científicos pueden influir en las políticas climáticas y facilitar una transición más rápida hacia un futuro más sostenible.

En conclusión, la ciencia y la tecnología son pilares fundamentales para hacer frente al cambio climático. A través de su desarrollo, implementación y difusión, se pueden generar soluciones innovadoras que transformen la forma en que los países abordan este desafío global. Sin embargo, es esencial superar las barreras políticas, económicas y sociales para lograr un impacto real en la lucha contra el cambio climático.

## HIPÓTESIS

Para un estudio sobre la disminución de emisiones contaminantes en la Ciudad de México (CDMX), es fundamental considerar hipótesis que aborden factores específicos de la región, como la movilidad, el uso de energías renovables, la infraestructura verde y las políticas públicas implementadas. A continuación, se presentan algunas hipótesis respaldadas por datos y estudios recientes:

### Hipótesis sobre Movilidad y Transporte

1. **Electrificación del transporte público:** La sustitución de autobuses de combustión interna por autobuses eléctricos en la CDMX reduciría las emisiones de CO<sub>2</sub> en aproximadamente 40,500 toneladas anuales, equivalente a la absorción de CO<sub>2</sub> de 1.9 millones de árboles adultos. [PortalAmbiental.com.mx](https://PortalAmbiental.com.mx)
2. **Restricciones vehiculares durante contingencias ambientales:** La implementación de restricciones vehiculares durante contingencias ambientales, como la limitación de circulación de vehículos con ciertos hologramas, contribuye significativamente a la reducción de contaminantes atmosféricos, como el ozono y las partículas suspendidas. [E País](#)

### Hipótesis sobre Energía y Eficiencia

1. **Uso de energía solar en hospitales públicos:** La instalación de sistemas de calentamiento solar de agua en hospitales públicos de la CDMX ha permitido un ahorro de hasta 35% en consumo de combustible y una reducción de 481 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> al año. [Salud CDMX](#)

### Hipótesis sobre Infraestructura Verde

1. **Reforestación urbana y captura de CO<sub>2</sub>:** Las acciones de revegetación en la CDMX, como la plantación de árboles y la restauración de parques, han permitido mitigar alrededor de 10,645 toneladas de CO<sub>2</sub>e entre 2019 y 2023, contribuyendo a la mejora de la calidad del aire y la reducción del efecto de isla de calor urbana. [Secretaría del Medio Ambiente](#)

### Hipótesis sobre Políticas Públicas y Resultados

1. **Avances en metas de reducción de emisiones:** La implementación del Programa Ambiental y de Cambio Climático (PACC) 2019-2024 ha

permitido a la CDMX superar la meta de reducir en 10% las emisiones de gases de efecto invernadero para 2024, alcanzando una reducción de 2.26 millones de toneladas anuales de CO<sub>2</sub>e, equivalente a la eliminación de 321,235 vehículos de la circulación durante un año. [Secretaría del Medio Ambiente](#)

Estas hipótesis pueden servir como base para diseñar estudios que evalúen la efectividad de diversas estrategias en la reducción de emisiones contaminantes en la CDMX.

## I. MARCO TEÓRICO

El marco teórico para una investigación sobre la disminución de agentes contaminantes debe abordar conceptos fundamentales, enfoques metodológicos y estrategias de mitigación.

### 1. **Conceptualización de la Contaminación Ambiental.**

La contaminación ambiental se refiere a la introducción de sustancias o agentes contaminantes en el medio ambiente que alteran su equilibrio natural y afectan negativamente la salud humana, la biodiversidad y los ecosistemas. Estos contaminantes pueden ser de origen natural o antropogénico y se clasifican según su estado físico (sólidos, líquidos, gaseosos) y su origen (industrial, agrícola, doméstico).

### 2. **Clasificación de Agentes Contaminantes**

Los principales agentes contaminantes incluyen:

- **Contaminantes atmosféricos:** como el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), monóxido de carbono (CO), ozono ( $\text{O}_3$ ) y partículas en suspensión ( $\text{PM}_{2.5}$  y  $\text{PM}_{10}$ ).
- **Contaminantes hídricos:** como metales pesados, nutrientes (nitratos y fosfatos), patógenos y productos químicos industriales.
- **Contaminantes del suelo:** como pesticidas, metales pesados y compuestos orgánicos persistentes.

### 3. **Impactos de la Contaminación**

- **Salud humana:** provoca enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer.
- **Ecosistemas:** alteraciones en la biodiversidad y en los ciclos biogeoquímicos.
- **Cambio climático:** emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global.

## 4. Estrategias para la Disminución de Agentes Contaminantes

### 4.1 Prevención y Control

- **Mejores técnicas disponibles (MTD):** adopción de tecnologías limpias y procesos eficientes en la industria.
- **Regulaciones ambientales:** implementación de normativas que limiten las emisiones y promuevan prácticas sostenibles.

### 4.2 Remediación Ambiental

- **Biorremediación:** uso de microorganismos, hongos y plantas para degradar o inmovilizar contaminantes en el medio ambiente.
- **Fitorremediación:** aprovechamiento de plantas para descontaminar suelos, aguas y aire interior.

### 4.3 Monitoreo y Evaluación

- **Toxicovigilancia:** sistema de vigilancia activa para identificar y evaluar los efectos tóxicos de sustancias en la población.
- **Ecotoxicología:** estudio de los efectos de compuestos químicos tóxicos sobre los seres vivos, especialmente en poblaciones y ecosistemas.
- **Bioindicadores:** uso de organismos como líquenes para monitorear la calidad del aire y detectar niveles de contaminación.

## 5. Enfoques Integrales y Participativos


La implementación efectiva de estrategias de mitigación requiere un enfoque integral que incluya:

- **Educación ambiental:** sensibilización y capacitación de la población sobre prácticas sostenibles.
- **Participación comunitaria:** involucramiento de la sociedad en la toma de decisiones y acciones locales.
- **Colaboración interinstitucional:** trabajo conjunto entre gobiernos, empresas y organizaciones no gubernamentales.

## II. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A continuación, se presenta una cronología de los antecedentes históricos relacionados con la disminución de agentes contaminantes, destacando eventos clave que han influido en la evolución de las políticas y acciones ambientales:

### **Revolución Industrial (siglos XVIII–XIX)**

- **Orígenes de la contaminación:** La Revolución Industrial marcó el inicio de una era de producción masiva, caracterizada por el uso intensivo de carbón y la expansión de fábricas, lo que resultó en emisiones de contaminantes atmosféricos y vertidos industriales sin regulación.  **Década de 1960: Conciencia Ambiental Emergente**

- **Publicación de *Silent Spring* (1962):** El libro de Rachel Carson alertó sobre los efectos del pesticida DDT, impulsando el movimiento ambientalista moderno. [National Geographic+1 Conceptos de la Historia+1](#)
- **Eventos críticos:** Sucesos como la niebla tóxica en Donora (1948) y el incendio del río Cuyahoga (1969) evidenciaron las consecuencias de la contaminación industrial, movilizando a la opinión pública. [Ecología Digital](#)

### **1970: Primer Día de la Tierra y Legislación Ambiental**

- **Día de la Tierra (22 de abril de 1970):** Millones de personas en EE. UU. participaron en manifestaciones exigiendo políticas ambientales más estrictas.
- **Ley Nacional de Política Ambiental (EE. UU., 1970):** Estableció la evaluación de impacto ambiental para proyectos federales, marcando un precedente en la legislación ambiental. [National Geographic](#)

### **1972: Conferencia de Estocolmo**

- **Primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano:** Reunió a 113 países para discutir la relación entre desarrollo y medio ambiente, resultando en la Declaración de Estocolmo.

## 🌐 1980–1990: Expansión de la Legislación Ambiental

- **Protocolo de Montreal (1987):** Acuerdo internacional para eliminar sustancias que agotan la capa de ozono.
- **Agenda 21 (1992):** Resultado de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, promoviendo el desarrollo sostenible a nivel global.

## 🌐 1990–2000: Enfoque en Cambio Climático y Energías Renovables

- **Protocolo de Kioto (1997):** Compromiso internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Acuerdo de París (2015):** Objetivo de limitar el calentamiento global por debajo de 2°C respecto a niveles preindustriales.

**A lo largo de los avances a nivel internacional, nuestro país se ha ido adaptando a estas medidas de forma paulatina, dándole cabida como a continuación se menciona:**

- **1953:** Creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) para regular la contaminación vehicular.
- **1972:** Establecimiento de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, enfocada en la contaminación urbana.
- **1982:** Creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y promulgación de la Ley Federal de Protección al Ambiente.
- **1990:** Implementación del Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica (PICCA) en la Zona Metropolitana del Valle de México.

### III. EL PAPEL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA ACCIÓN CLIMÁTICA

La ciencia y la tecnología desempeñan roles fundamentales en la acción climática, ofreciendo herramientas para mitigar los efectos del cambio climático, adaptarse a sus impactos y fomentando una transición hacia un futuro más sostenible. A continuación, se detallan las principales áreas de contribución:

#### ➤ **Monitoreo y Predicción Climática**

Las tecnologías de observación, como satélites, drones y sensores remotos, permiten recopilar datos en tiempo real sobre variables climáticas y ambientales. Estos datos son esenciales para: [Redesma](#)

- **Monitoreo de emisiones:** Identificar fuentes de contaminación y evaluar la efectividad de políticas de reducción.
- **Predicción de fenómenos extremos:** Anticipar eventos como huracanes, sequías o incendios forestales, facilitando la planificación y respuesta.
- **Modelización climática:** Desarrollar escenarios futuros que informen decisiones políticas y económicas.

#### ➤ **Tecnologías de Mitigación**

La ciencia ha impulsado el desarrollo de tecnologías que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero:

- **Energías renovables:** Avances en energía solar, eólica y geotérmica han incrementado su eficiencia y reducido costos.
- **Captura y almacenamiento de carbono (CAC):** Tecnologías que capturan CO<sub>2</sub> de fuentes industriales y lo almacenan subterráneamente, evitando su liberación a la atmósfera. [Redesma+1Global Cambio+1](#)
- **Hidrógeno verde:** Producción de hidrógeno utilizando energía renovable, con aplicaciones en transporte y almacenamiento de energía.

#### ➤ **Innovaciones Emergentes**

- **Big Data y análisis predictivo:** Procesamiento de grandes volúmenes de datos para anticipar tendencias climáticas y optimizar recursos. [Silan](#)  
[Procesos Multimedia](#)

- **Gemelos digitales:** Réplicas virtuales de sistemas urbanos que permiten simular y evaluar políticas ambientales antes de su implementación. [Red2030](#)
- **Inteligencia Artificial (IA):** Aplicación de algoritmos para mejorar la eficiencia energética, gestionar redes eléctricas y optimizar procesos industriales.

En resumen, la ciencia y la tecnología no solo proporcionan soluciones técnicas al cambio climático, sino que también informan y respaldan políticas públicas, fomentan cambios en el comportamiento humano y facilitan la transición hacia un modelo de desarrollo sostenible.

## IV. DE LOS MODELOS CLIMÁTICOS A LAS SOLUCIONES INNOVADORAS CON ENERGÍAS RENOVABLES

Los modelos climáticos son herramientas científicas que simulan el comportamiento del clima de la Tierra bajo diferentes condiciones. Estos modelos permiten prever cómo variará el clima en el futuro en función de diversas variables, como las emisiones de gases de efecto invernadero, la deforestación, las políticas globales y los patrones de consumo de energía. Son cruciales para entender los posibles impactos del cambio climático en diferentes regiones y sectores, como la agricultura, la biodiversidad, la salud pública y la infraestructura.

Estos modelos se basan en la recopilación y el análisis de datos sobre temperaturas, precipitaciones, vientos y otras variables, y se usan para realizar proyecciones a corto, medio y largo plazo. Los resultados de estos modelos pueden guiar a los gobiernos, las empresas y las organizaciones en la creación de políticas de mitigación y adaptación.

Las energías renovables son fundamentales para combatir el cambio climático, ya que permiten reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes que están acelerando el calentamiento global. En este sentido, las soluciones innovadoras con energías renovables están revolucionando la manera en que producimos y consumimos energía. Algunas de estas soluciones incluyen:

1. **Energía solar fotovoltaica:** La energía solar está avanzando rápidamente con paneles solares más eficientes, baratos y fáciles de instalar. Las innovaciones en almacenamiento de energía solar, como las baterías avanzadas y los sistemas de gestión de energía, están permitiendo que la energía solar se aproveche incluso cuando no hay luz solar directa, lo que hace más viable su uso a gran escala.
2. **Energía eólica:** Las turbinas eólicas están mejorando en eficiencia y diseño. Ahora existen aerogeneradores flotantes que pueden instalarse en mar abierto, donde los vientos son más constantes y fuertes. Esto abre nuevas posibilidades para la generación de energía eólica en áreas anteriormente inexploradas.
3. **Energía geotérmica:** Los avances en la tecnología de perforación y la mejora de los sistemas de generación geotérmica están permitiendo un acceso más eficiente a la energía de la Tierra, especialmente en regiones con alta actividad volcánica.

4. **Biomasa y biogás:** El uso de residuos orgánicos para generar energía mediante la biomasa o la conversión de residuos en biogás es una opción sostenible. La innovación está mejorando los procesos de conversión de residuos, lo que hace que estas fuentes sean más competitivas y accesibles.
5. **Redes inteligentes (smart grids):** Las redes inteligentes son infraestructuras energéticas que utilizan tecnología de información y comunicación para gestionar la producción, distribución y consumo de energía de manera más eficiente. Estas redes son clave para integrar energías renovables intermitentes, como la solar y la eólica, al sistema eléctrico.
6. **Hidrógeno verde:** El hidrógeno, producido a partir de fuentes de energía renovables mediante la electrólisis del agua, está siendo considerado como un "combustible del futuro". Es una opción limpia para sectores difíciles de descarbonizar, como el transporte pesado o la industria.
7. **Tecnología de captura y almacenamiento de carbono (CAC):** Si bien las energías renovables son esenciales, la captura de carbono de fuentes industriales sigue siendo relevante. Existen soluciones emergentes que permiten capturar CO<sub>2</sub> directamente del aire o de las fuentes industriales y almacenarlo de manera segura, evitando que llegue a la atmósfera.

Los modelos climáticos ayudan a identificar los escenarios más probables del cambio climático, lo que permite a los investigadores y las autoridades crear estrategias para mitigar los efectos. Por ejemplo, si un modelo climático predice un aumento de la temperatura de 2°C en las próximas décadas, las soluciones energéticas renovables se convierten en una herramienta esencial para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y frenar el calentamiento global.

Por otro lado, las soluciones innovadoras con energías renovables también alimentan la investigación en modelos climáticos. Al generar datos sobre cómo las nuevas tecnologías pueden reducir las emisiones, los modelos pueden ajustarse y proyectar con mayor precisión cómo estos avances contribuirán a mitigar el cambio climático.

## V. IDENTIFICAR AVANCES RECIENTES EN MODELOS CLIMÁTICOS Y SU APLICACIÓN EN POLÍTICAS PÚBLICAS

### Avances Recientes en Modelos Climáticos

#### 1. Modelos de Resolución Más Alta

- **Mayor precisión:** Los modelos climáticos ahora pueden realizar simulaciones a una resolución espacial más alta, lo que permite prever fenómenos climáticos con mayor precisión. Esto significa que se pueden realizar proyecciones más detalladas sobre temperaturas, precipitaciones y otros eventos climáticos extremos a nivel regional y local.
- **Modelos regionales:** Los modelos climáticos globales (como los CMIP6 utilizados en el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, IPCC) ahora están complementados con modelos climáticos regionales. Estos modelos ayudan a predecir con mayor exactitud los efectos del cambio climático en áreas específicas, como las olas de calor, la sequía o la subida del nivel del mar.

#### 2. Mejora en la Simulación de Eventos Extremos

- Se ha mejorado la capacidad para modelar eventos extremos como huracanes, incendios forestales, olas de calor y lluvias torrenciales. Esto es fundamental para anticipar desastres y preparar respuestas más rápidas y efectivas.
- La capacidad de modelar el **comportamiento de sistemas complejos** como los fenómenos de retroalimentación (por ejemplo, la pérdida de hielo en el Ártico, que reduce la reflectividad y acelera el calentamiento global) ha mejorado enormemente.

#### 3. Incorporación de Variables Sociales y Económicas

- Los nuevos modelos también intentan integrar factores sociales y económicos, como la migración inducida por el clima o los impactos de los desastres naturales sobre la infraestructura y las economías locales. Esto permite a los tomadores de decisiones comprender mejor las **consecuencias socioeconómicas** del cambio climático.
- La **adaptación y mitigación** son ahora parte de los modelos, lo que permite explorar diferentes escenarios de políticas y su impacto potencial sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y las comunidades vulnerables.

#### 4. Mejora en la Interfaz de Usuario y Accesibilidad

- Los modelos climáticos están siendo diseñados para ser más accesibles para los responsables políticos y los tomadores de decisiones, no solo para los científicos. Esto ha llevado al desarrollo de plataformas interactivas y herramientas de fácil acceso que

permiten a los usuarios visualizar escenarios climáticos futuros en su región.

## Aplicación en Políticas Públicas

### 1. Desarrollo de Estrategias de Mitigación y Adaptación

- Los modelos climáticos están siendo utilizados por gobiernos y organizaciones internacionales para diseñar políticas de **mitigación** (reducción de emisiones de GEI) y **adaptación** (ajuste de las infraestructuras y sociedades a los efectos del cambio climático). Los escenarios proporcionados por estos modelos permiten evaluar diferentes estrategias, como la transición a fuentes de energía renovables o la construcción de infraestructuras resistentes al cambio climático.
- En la **Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible**, muchos países están utilizando estos modelos para evaluar su progreso hacia los objetivos relacionados con el cambio climático, como el ODS 13 (Acción por el Clima).

### 2. Evaluación de Impacto Climático en Sectores Específicos

- Los modelos climáticos se aplican para evaluar los impactos potenciales del cambio climático en sectores clave como la agricultura, el turismo, la salud y la energía. Estos modelos informan políticas públicas sobre cómo gestionar recursos naturales, adaptar cultivos agrícolas a nuevas condiciones climáticas, y cómo reducir los riesgos de desastres naturales.
- **Políticas de gestión de riesgos:** En muchos países, los modelos climáticos se han convertido en una herramienta esencial para la planificación de desastres naturales y la reducción de riesgos, proporcionando predicciones sobre eventos extremos como inundaciones o sequías.

### 3. Financiamiento Climático y Planificación de Inversiones

- Los modelos climáticos también son esenciales para la planificación financiera en torno al cambio climático. Los países pueden usar estos modelos para calcular los costos de no actuar frente al cambio climático y comparar los beneficios de invertir en medidas de adaptación o en tecnologías de mitigación, como las energías renovables.
- Las **finanzas climáticas** (inversiones tanto públicas como privadas en proyectos que combatan el cambio climático) se apoyan en los modelos climáticos para priorizar las inversiones en zonas vulnerables.

### 4. Planes Nacionales de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)

- Muchos países en desarrollo han implementado planes nacionales de adaptación al cambio climático utilizando los resultados de los modelos climáticos para identificar vulnerabilidades regionales. Por ejemplo, en África, donde el cambio climático puede agravar la

escasez de agua y la inseguridad alimentaria, los modelos permiten diseñar estrategias para mejorar la resiliencia.

## 5. **Colaboración Internacional y Acuerdos Globales**

- A nivel global, los modelos climáticos también ayudan a garantizar la implementación de acuerdos internacionales, como el **Acuerdo de París**. Los modelos proporcionan datos científicos cruciales para las negociaciones sobre emisiones y financiación climática, y ayudan a prever los resultados de los compromisos de los países.

## 6. **Integración de la Ciencia Climática en la Toma de Decisiones Locales**

- Los avances en los modelos climáticos también están ayudando a integrar la ciencia climática en las decisiones políticas a nivel local. Gobiernos locales están utilizando las predicciones para mejorar la planificación urbana, como la construcción de viviendas más resistentes al clima o la creación de infraestructuras verdes para mitigar el calor urbano.

Existen varios ejemplos de cómo los modelos climáticos se han integrado directamente en el desarrollo y la implementación de políticas públicas a nivel global, nacional y local. A continuación, te doy algunos ejemplos destacados que muestran cómo estos modelos están influyendo en decisiones clave de política pública.

### 1. **El Acuerdo de París y los Modelos Climáticos**

El Acuerdo de París (2015) tiene como objetivo limitar el calentamiento global por debajo de 2°C respecto a los niveles preindustriales, y preferentemente a 1.5°C. Para alcanzar estos objetivos, se requiere una profunda reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la adopción de estrategias de adaptación al cambio climático.

En el caso de **España**, el gobierno utiliza modelos climáticos para proyectar cómo sus políticas energéticas (como el cierre de plantas de carbón o la expansión de energías renovables) contribuirán a la reducción de emisiones y a la transición energética a largo plazo, con el objetivo de alinearse con los objetivos del Acuerdo de París.

### 2. **Planes Nacionales de Adaptación (PNACC)**

Los planes nacionales de adaptación al cambio climático son estrategias formuladas por los países para reducir su vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, y se basan en los impactos proyectados de fenómenos como sequías, inundaciones y olas de calor.

**Perú** ha utilizado modelos climáticos para desarrollar su **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático**. Con el apoyo de simulaciones climáticas, se han identificado regiones vulnerables a las sequías y a la pérdida de glaciares, y se han implementado políticas para gestionar el agua en esas zonas y proteger los ecosistemas clave. El

modelo ha ayudado a definir las políticas de gestión del agua y la agricultura para mitigar los efectos del cambio climático en las comunidades andinas.

### 3. Política Energética de la Unión Europea (EU)

La Unión Europea tiene un ambicioso conjunto de políticas para reducir las emisiones de carbono y mitigar el cambio climático, como la **Estrategia de Energía de la UE** y el **Pacto Verde Europeo (Green Deal)**.

En el **Pacto Verde Europeo**, los modelos climáticos son fundamentales para planificar el futuro energético de Europa. A través de modelos de emisiones y de transición energética, la UE calcula cómo diferentes políticas (como los incentivos para vehículos eléctricos o la reforma del mercado de carbono) pueden ayudar a alcanzar la meta de **neutralidad climática para 2050**. Además, se utilizan para identificar las áreas donde se necesitarán mayores inversiones en energías limpias o infraestructuras resilientes al clima.

### 4. Programas de Gestión de Riesgos Climáticos en México

México es uno de los países más vulnerables al cambio climático, con eventos extremos como huracanes, sequías e inundaciones que afectan tanto a la población como a la infraestructura.

En el estado de **Veracruz**, los modelos climáticos se utilizan para proyectar el impacto de huracanes y tormentas tropicales. Con esta información, el gobierno ha reforzado las políticas de construcción de infraestructura resiliente, ha desarrollado sistemas de alerta temprana y ha realizado inversiones en protección costera y forestal.

### 5. Australia: Política de Gestión del Agua y Sequías

Australia enfrenta frecuentes sequías y la variabilidad climática que afecta gravemente a la agricultura y los recursos hídricos, por tanto, ha implementado el uso de modelos climáticos en su **Política Nacional de Gestión del Agua**. A través de modelos de precipitación, temperatura y caudal de ríos, el gobierno puede anticipar periodos de sequía y diseñar políticas de gestión del agua más eficientes, como la conservación del agua y la mejora de la infraestructura para almacenamiento de agua.

El **Plan Nacional de Sequías** se ha basado en proyecciones de modelos climáticos para identificar las regiones más susceptibles a la escasez de agua. Con esta información, se han implementado medidas como la optimización de los sistemas de irrigación y la promoción de tecnologías de eficiencia hídrica en la agricultura.

## 6. Política de Salud Pública en el Reino Unido (Calor Extremo)

En los últimos años, el Reino Unido ha experimentado olas de calor más intensas y prolongadas debido al cambio climático, lo que afecta la salud pública, especialmente entre las poblaciones vulnerables.

El gobierno británico ha utilizado modelos climáticos para anticipar las olas de calor y formular políticas de salud pública que protejan a las personas más vulnerables. Estos modelos permiten prever los períodos de calor extremo y las zonas más afectadas.

Basándose en los modelos, el **NHS (Servicio Nacional de Salud)** del Reino Unido ha lanzado campañas para promover la hidratación y la protección solar, especialmente entre los ancianos y personas con enfermedades preexistentes. Además, se ha mejorado la planificación de las infraestructuras urbanas (como áreas de sombra) para reducir el impacto del calor.

## 7. Estados Unidos: Sistema de Gestión de Riesgos de Inundaciones

Estados Unidos se enfrenta a graves riesgos de inundaciones, especialmente en áreas como las zonas costeras y las cuencas fluviales. La **FEMA (Agencia Federal para el Manejo de Emergencias)** utiliza modelos climáticos para prever los patrones de lluvias, tormentas y aumento del nivel del mar. Estos modelos son fundamentales para crear mapas de inundación y desarrollar estrategias de evacuación y protección en las comunidades vulnerables. En la **Región de la Bahía de San Francisco**, los modelos climáticos se usan para proyectar el aumento del nivel del mar y sus efectos sobre las infraestructuras costeras. Con estos datos, la ciudad ha implementado políticas de reubicación de zonas de alto riesgo y la construcción de barreras costeras para proteger las áreas más vulnerables.

## VI. CASOS DE ÉXITO INTERNACIONALES Y SU APLICACIÓN EN EL CONTEXTO LOCAL

Existen varios ejemplos notables en todo el mundo de políticas y acciones implementadas para reducir las emisiones contaminantes, tanto a nivel gubernamental como en el sector privado. Algunos de estos casos se han convertido en ejemplos clave de cómo las decisiones políticas, las innovaciones tecnológicas y las iniciativas locales pueden tener un impacto significativo en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). A continuación, algunos de los casos de éxito más destacados:

### 1. Dinamarca: Liderazgo en Energía Renovable

- **Acción:** Dinamarca ha sido pionero en la transición a energías renovables, especialmente la energía eólica.
- **Medidas Clave:**
  - **Energía eólica:** Dinamarca ha invertido fuertemente en la energía eólica desde la década de 1990. Hoy en día, más del **40% de su electricidad** proviene de la energía eólica, con la meta de llegar al **50% para 2030**.
  - **Políticas gubernamentales:** El gobierno danés ha implementado una serie de políticas que incluyen incentivos fiscales, subsidios a la investigación y el desarrollo de tecnología eólica, y la creación de una infraestructura de redes eléctricas inteligentes.
  - **Cooperación público-privada:** Dinamarca también ha favorecido la colaboración entre empresas y gobiernos, lo que ha permitido el crecimiento del sector privado en la producción de turbinas eólicas (por ejemplo, **Vestas**, una de las principales empresas fabricantes de turbinas eólicas).
- **Resultado:** Dinamarca ha reducido sus emisiones de CO<sub>2</sub> en más del **30%** desde 1990 y sigue siendo uno de los países con mayor porcentaje de energía renovable en su mix energético.

### 2. Costa Rica: Carbono Neutralidad

- **Acción:** Costa Rica se ha comprometido a alcanzar la **carbono-neutralidad** para 2050, siendo uno de los primeros países en tener una meta tan ambiciosa.
- **Medidas Clave:**
  - **Energía renovable:** El país produce más del **99% de su electricidad** a partir de fuentes renovables, en su mayoría hidroeléctrica, pero también geotérmica, eólica y solar.

- **Protección de bosques:** Costa Rica ha implementado políticas de conservación y restauración forestal que han convertido al país en un referente global en la lucha contra la deforestación y la promoción de la **captura de carbono**. Desde 1997, el país ha implementado un programa de **Pagos por Servicios Ambientales (PSA)** para incentivar la reforestación.
- **Compensación de emisiones:** A través de la implementación de proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas, Costa Rica ha logrado compensar una parte significativa de sus emisiones de CO<sub>2</sub>.
- **Resultado:** Costa Rica ha sido capaz de reducir significativamente sus emisiones de gases de efecto invernadero, mientras sigue aumentando su cobertura forestal, lo que lo ha posicionado como un líder en sostenibilidad y cambio climático.

### 3. China: Iniciativas en Energía Limpia y Vehículos Eléctricos

- **Acción:** China, el mayor emisor de CO<sub>2</sub> del mundo, ha implementado políticas agresivas para reducir sus emisiones, enfocándose principalmente en la expansión de energías renovables y la adopción de vehículos eléctricos.
- **Medidas Clave:**
  - **Energía solar:** China es el mayor productor y consumidor de energía solar, con un desarrollo masivo de **plantas solares**. En 2020, el país instaló **48,2 GW** de capacidad solar, más que cualquier otro país.
  - **Energía eólica:** También ha invertido significativamente en la energía eólica, con un crecimiento anual del 10-15% en capacidad instalada.
  - **Vehículos eléctricos (VE):** China ha liderado la industria de los vehículos eléctricos, con **más de 5 millones de vehículos eléctricos** en circulación para 2020. El gobierno ofrece subsidios, incentivos fiscales y beneficios para fomentar el uso de VE y la construcción de infraestructura de recarga.
  - **Mercado de comercio de emisiones:** China lanzó su sistema nacional de **comercio de emisiones de carbono (ETS)** en 2021, que inicialmente abarca el sector eléctrico y gradualmente se expandirá a otras industrias.
- **Resultado:** China ha logrado reducir la intensidad de carbono de su economía en un **18%** entre 2015 y 2020, aunque sigue siendo un desafío debido a su enorme consumo de energía basada en carbón.

### 4. Alemania: Energiewende (Transición Energética)

- **Acción:** Alemania ha adoptado la **Energiewende**, una política de transición energética que busca reducir drásticamente las emisiones de

CO2 mediante una mayor eficiencia energética y la expansión de las energías renovables.

- **Medidas Clave:**
  - **Energías renovables:** Alemania ha logrado que aproximadamente el **50% de su electricidad** provenga de energías renovables, como la eólica y la solar.
  - **Cierre de plantas de carbón:** Como parte de su plan, Alemania ha comenzado a **cerrar sus plantas de carbón** y ha establecido un calendario para eliminar la energía nuclear. El país planea cerrar completamente sus plantas de carbón para **2038**.
  - **Incentivos y políticas públicas:** El gobierno alemán ha ofrecido incentivos fiscales y ha creado un marco regulatorio para fomentar el uso de energías renovables y mejorar la eficiencia energética en edificios e industrias.
- **Resultado:** Aunque el proceso de transición energética es costoso y complicado, Alemania ha reducido sus emisiones en un **35%** entre 1990 y 2020 y sigue avanzando hacia sus objetivos climáticos para 2030 y 2050.

## 5. Noruega: Vehículos Eléctricos y Energía Hidroeléctrica

- **Acción:** Noruega es un líder en la adopción de vehículos eléctricos y en el uso de energía hidroeléctrica como fuente principal de energía.
- **Medidas Clave:**
  - **Vehículos eléctricos:** Más del **54% de las ventas de autos nuevos** en Noruega son de vehículos eléctricos, el porcentaje más alto del mundo. El gobierno ofrece una variedad de incentivos, incluidos impuestos bajos, subsidios y exenciones de peajes para los propietarios de vehículos eléctricos.
  - **Energía hidroeléctrica:** Aproximadamente el **96% de la electricidad** en Noruega proviene de la energía hidroeléctrica, lo que hace al país casi libre de emisiones de CO2 en su producción eléctrica.
  - **Políticas de emisiones:** Noruega también ha implementado estrictas regulaciones de emisiones para la industria y ha establecido un sistema de **comercio de emisiones** para reducir las emisiones industriales.
- **Resultado:** Noruega es uno de los países con las emisiones per cápita más bajas de Europa, a pesar de ser un importante productor de petróleo, gracias a sus políticas de electrificación y energía limpia.

## 6. Estados Unidos: El Estado de California

- **Acción:** California ha sido un líder en políticas ambientales dentro de los EE. UU., con un enfoque en la **reducción de emisiones** y la **promoción de energías limpias**.
- **Medidas Clave:**
  - **Regulaciones estrictas de emisiones:** California ha adoptado normas de emisiones más estrictas que las establecidas por el gobierno federal, como las normativas sobre los **vehículos de cero emisiones**.

- **Energías renovables:** El estado ha impulsado una fuerte expansión de las energías renovables, con el objetivo de obtener el **100% de su electricidad de fuentes renovables** para 2045.
- **Mercado de carbono:** California también ha implementado un **sistema de comercio de emisiones** (Cap-and-Trade), que ha reducido las emisiones industriales y ha financiado proyectos de energía limpia.
- **Resultado:** A pesar de su gran economía, California ha reducido sus emisiones de CO2 en un **12%** entre 2004 y 2018, y continúa implementando políticas ambiciosas para cumplir con los objetivos de emisiones a largo plazo.

## 7. India: Energía Solar y Proyectos de Eficiencia Energética

- **Acción:** India ha adoptado una de las políticas más agresivas para la expansión de la **energía solar** en el mundo.
- **Medidas Clave:**
  - **Proyectos solares masivos:** India ha establecido el objetivo de generar **100 GW de energía solar** para 2022 y está implementando proyectos solares masivos en varias regiones, como el **Parque Solar Bhadla** en Rajastán, el más grande del mundo.
  - **Incentivos y financiamiento:** El gobierno ha implementado políticas para promover la inversión en energías renovables, con incentivos fiscales, subsidios y financiamiento asequible para empresas y hogares.
- **Resultado:** India ha logrado una expansión significativa de la capacidad solar en los últimos años, y ahora es uno de los principales productores de energía solar del mundo, lo que contribuye a una reducción importante de las emisiones de carbono del país.

## VII. IMPLEMENTACION DE MECANISMOS EN MEXICO PARA DISMUNIR LAS EMISIONES CONTAMINANTES:

México ha implementado diversos mecanismos y estrategias para reducir las emisiones contaminantes y avanzar hacia un modelo de desarrollo más sostenible. Estos mecanismos abarcan políticas públicas, incentivos fiscales, regulación del mercado y proyectos específicos tanto a nivel nacional como local. A continuación, te presento algunos ejemplos clave de cómo se han implementado estas medidas en el país:

### 1. Mercado de Carbono (Comercio de Emisiones)

En 2020, México lanzó el **Mercado de Carbono Nacional** (sistema de comercio de emisiones o **ETS**), el cual está diseñado para ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de las industrias más contaminantes mediante un sistema de permisos de emisión negociables.

Gráfica #1. Mercado de Carbono



Fuente: Green Finance LAC - Mercados de Carbono

## 2. *Impuesto al Carbono*

México implementó el **Impuesto al Carbono** en 2014, un mecanismo económico que grava el uso de combustibles fósiles y tiene como objetivo reducir el consumo de estos combustibles altamente contaminantes.

Gráfica 2. Impuesto al Carbono

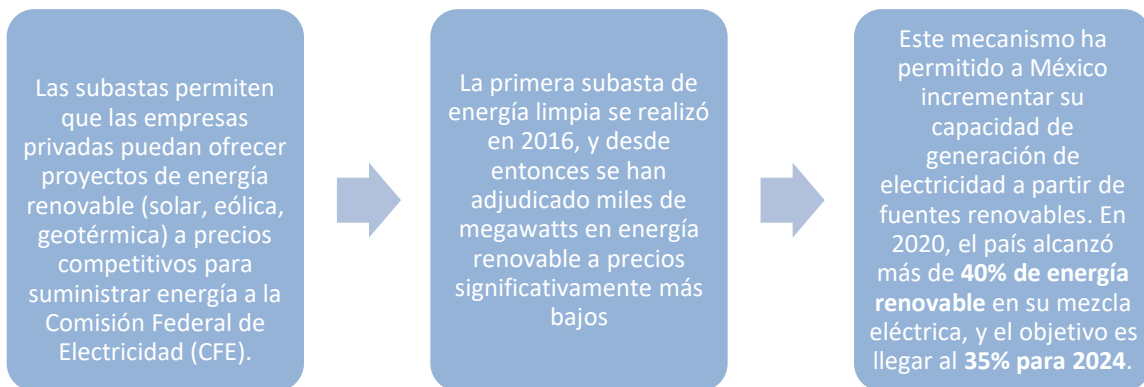


Fuente: Centro para el Desarrollo Global | De las ideas a la acción

### 3. Subastas de Energía Limpia

México lanzó el **Sistema de Subastas de Energía Limpia** como parte de su estrategia para incrementar la participación de las energías renovables en su matriz energética.

Gráfica 3. Subastas de Energía Limpia

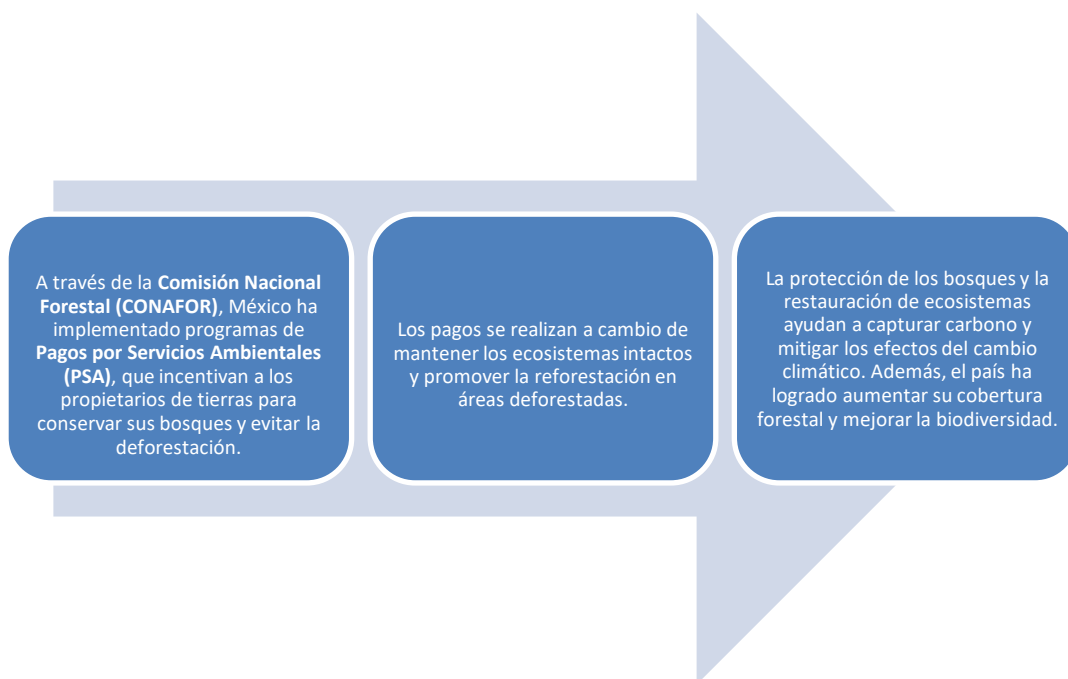


Fuente: <https://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/subastas-de-energia-limpi>

#### 4. Programa de Reforestación y Pagos por Servicios Ambientales (PSA)

México tiene una rica biodiversidad y grandes extensiones de bosques, por lo que la **naturales reforestación y la conservación de los ecosistemas** son clave para mitigar el cambio climático.

Gráfica #4. Programa de Reforestación y Pagos por Servicios Ambientales

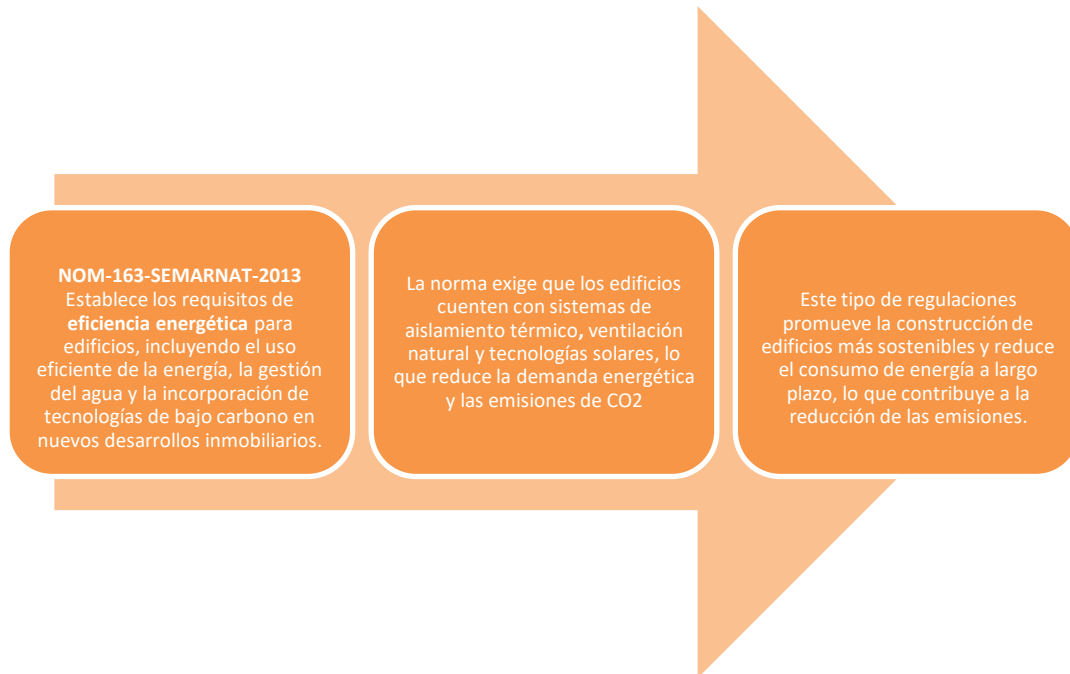


Fuente: <https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/pagos-por-servicios-ambientales-psa>

#### 5. **Norma Oficial Mexicana NOM-163-SEMARNAT-2013 (Eficiencia Energética en Edificaciones).**

México ha implementado diversas **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)** que establecen límites de eficiencia energética y emisiones contaminantes para diferentes sectores, como la industria, el transporte y la construcción.

Gráfica #5. Norma Oficial Mexicana NOM-163-SEMARNAT-2013

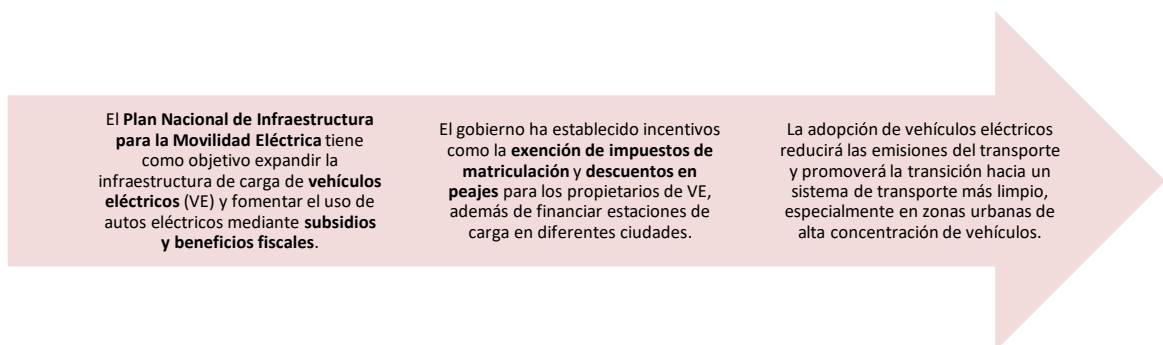


Fuente: <https://www.dof.gob.mx>

## 6. Plan de Acción para la Movilidad Eléctrica

La **movilidad eléctrica** es una de las principales estrategias para reducir las emisiones provenientes del transporte, un sector clave en México, especialmente en áreas urbanas.

Gráfica #6. Plan de Acción para la Movilidad Eléctrica

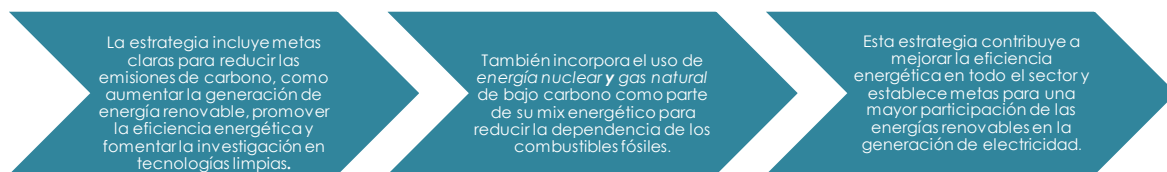


Fuente: <https://www.gob.mx/sener>

## 7. Estrategia Nacional de Energía 2015-2030

En 2015, México aprobó la **Estrategia Nacional de Energía 2015-2030**, que establece un marco para la transición energética y la descarbonización del sector energético.

Gráfica 7. Estrategia Nacional de Energía 2015-2030



La estrategia incluye metas claras para reducir las emisiones de carbono, como aumentar la generación de energía renovable, promover la eficiencia energética y fomentar la investigación en tecnologías limpias.

También incorpora el uso de *energía nuclear y gas natural* de bajo carbono como parte de su mix energético para reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

Esta estrategia contribuye a mejorar la eficiencia energética en todo el sector y establece metas para una mayor participación de las energías renovables en la generación de electricidad.

Fuente: <https://www.gob.mx/inecc>

## 8. Programa de Promoción de la Eficiencia Energética (PPEE)

México también ha desarrollado programas de **eficiencia energética** que se enfocan en reducir el consumo de energía en sectores clave como la **industria** y los **hogares**.



### Programa de Promoción de la Eficiencia Energética (PPEE) ○

ofrece incentivos financieros a empresas para que implementen tecnologías eficientes, como la **reemplazo de equipos** obsoletos, la **instalación de sistemas de iluminación LED**, y el uso de **energías renovables** a nivel industrial.

Se han establecido políticas para **mejorar la eficiencia energética** de los edificios y viviendas a través de la mejora de los aislamientos térmicos y el uso de equipos de bajo consumo energético.

Las políticas de eficiencia energética permiten a México reducir el consumo energético y, al mismo tiempo, disminuir las emisiones contaminantes generadas por la producción y el uso de energía.

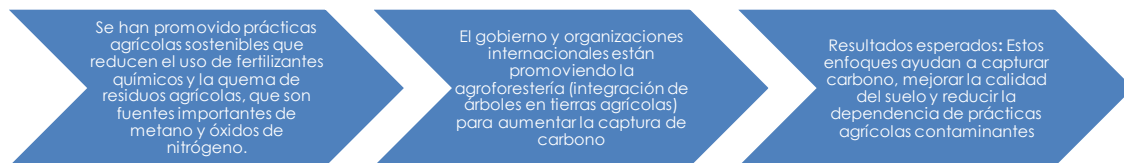
Grafica #8. Programa de Promoción de la Eficiencia Energética (PPEE).

Fuente: <https://www.gob.mx/inecc>

## 9. Fomento a la Agricultura Sostenible

La **agricultura** es otro sector clave en las emisiones de GEI en México. A través de programas como **Agroforestería** y **agricultura de conservación**, el país busca reducir las emisiones y mejorar la resiliencia de las comunidades rurales.

Gráfica #10. Fomento a la Agricultura Sostenible



Fuente: <https://www.gob.mx/sader>


## VIII. ACCIONES QUE HA IMPLEMENTADO LA CDMX PARA DISMINUIR LAS EMISIONES CONTAMINANTES

La **Ciudad de México (CDMX)** ha implementado una serie de medidas y políticas públicas orientadas a disminuir las emisiones contaminantes y mejorar la calidad del aire, lo cual es un reto significativo debido a su alta densidad poblacional, el tráfico vehicular intenso y la actividad industrial. A continuación, te detallo algunas de las principales acciones implementadas en la capital mexicana:

UNES	00.0.1 y 2	Amarillo (5 y 6)
ARTES	00.0.1 y 2	Rosa (7 y 8)
IERCOLES	00.0.1 y 2	Rojo (3 y 4)
UEVES	00.0.1 y 2	Verde (1 y 2)
IERNES	00.0.1 y 2	Azul (9 y 0)


### Programa de Hoy No Circula

- Restringe la circulación de vehículos en días específicos, dependiendo de la terminación del número de placa y el nivel de emisiones



### Fomento a la Movilidad Sostenible

- Sistema de bicicletas públicas
- Transporte público eléctrico
- Carriles exclusivos para bicicletas y transporte público



### Estrategia de Aire Limpio de la CDMX

- Medición de calidad del aire:
- Planes de contingencia
- Educación y concientización:



### Incentivos para Vehículos Eléctricos

- Exención de impuestos
- Infraestructura de carga
- Resultados esperados



### Incentivos para la Energía Renovable y Eficiencia Energética

- Sistemas solares en edificios públicos:
- Fomento al uso de energía solar
- Certificación de edificios verdes



### Reforestación y Protección de Áreas Verdes

- Reforestación masiva
- Áreas verdes urbanas



### Desarrollo de Infraestructura de Reciclaje y Gestión de Residuos

- Reciclaje y separación de residuos
- Plantas de compostaje
- Recolección eficiente



### Incentivos para el Uso de Energías Limpias en la Industria

- Subsidios y créditos verdes
- Regulación y seguimiento

Estas acciones son solo algunas de las muchas iniciativas que la CDMX ha implementado para reducir las emisiones contaminantes y avanzar hacia un modelo de ciudad más sostenible y resiliente frente al cambio climático. La combinación de **políticas de movilidad, energía limpia, educación y concientización**, y **renovación de infraestructuras** está ayudando a mejorar la calidad del aire y reducir las emisiones, aunque todavía queda trabajo por hacer para enfrentar los retos de contaminación en esta mega ciudad.

## IX. ESTRATEGIAS PARA SUPERAR LAS BARRERAS DE IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES TECNOLÓGICAS EN ENERGÍAS RENOVABLES EN CONTEXTOS DIVERSOS Y OPINIÓN

Las universidades en México, especialmente aquellas localizadas en la Ciudad de México (CDMX), han desempeñado un papel crucial no solo en la investigación sobre el cambio climático y la contaminación, sino también en la implementación de soluciones prácticas que pueden aplicarse a nivel individual y colectivo para reducir las emisiones contaminantes. A continuación, te menciono algunas **acciones propuestas** por universidades en México que son **viables y de bajo costo** para disminuir las emisiones contaminantes en la CDMX:

### 1. Reforestación Urbana y Jardines Verticales

- **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).**

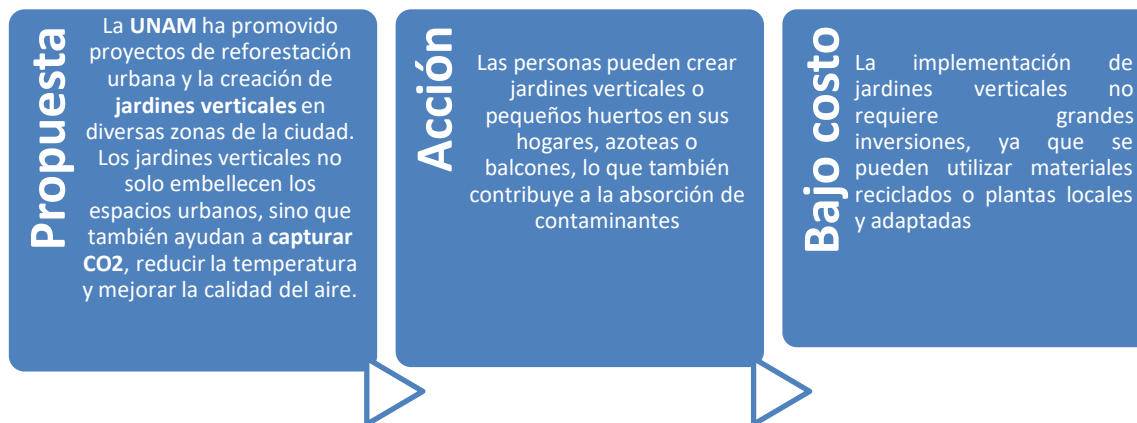


Gráfico #10. Planes de Acción

Fuente: <http://www.iies.unam.mx/>

## 2. Uso de Energías Renovables en Hogares

- Instituto Politécnico Nacional (IPN).

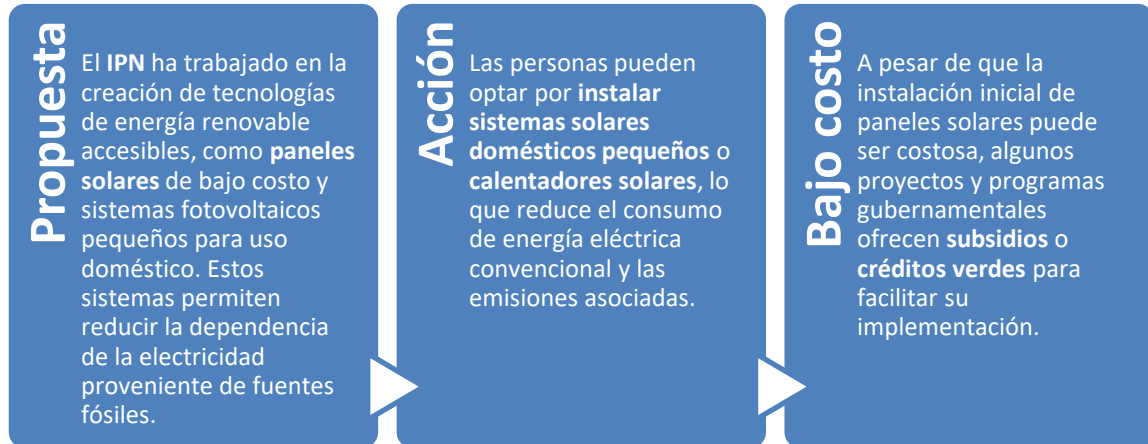


Gráfico #11. Planes de Acción tecnologías de energía renovable accesibles,

Fuente: <https://www.scielo.org.mx/scielo.php>

## 3. Movilidad Sostenible y Fomento al Uso de la Bicicleta

- Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

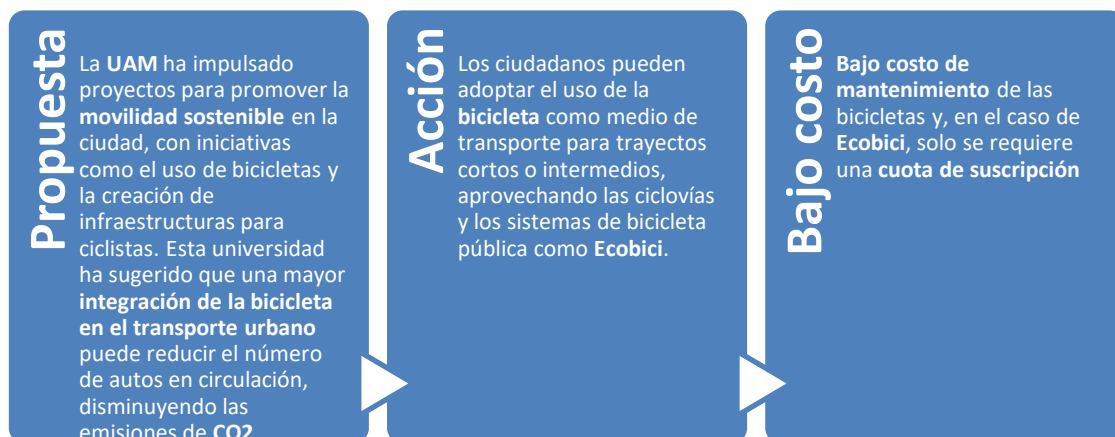


Gráfico #12. Planes de Acción Movilidad Sostenible y Fomento al Uso de la Bicicleta tecnologías

Fuente: <https://www.iingen.uam.mx/>

## 4. Promoción de la Reducción de Residuos y Reciclaje

- **Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM).**

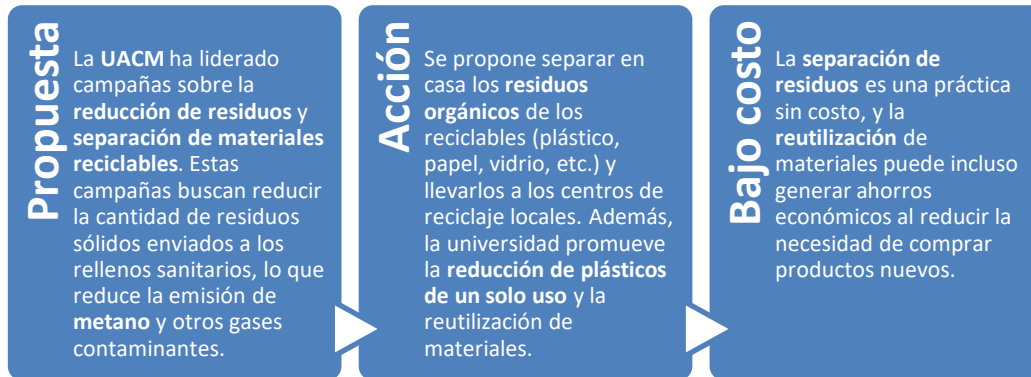


Gráfico #13. Planes de Acción Promoción de la Reducción de Residuos y Reciclaje

Fuente: <https://repositorio.uacm.edu.mx/>

## 5. Fomento al Uso Responsable del Agua

- **Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).**

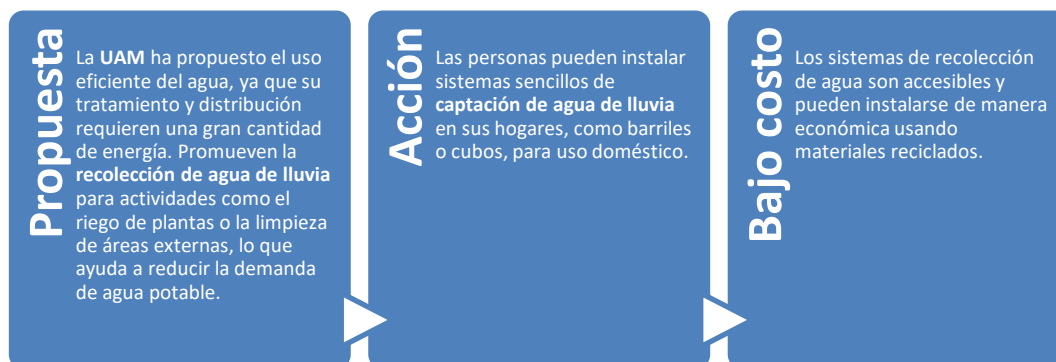


Gráfico #14. Planes de Acción Fomento al Uso Responsable del Agua

Fuente: <https://repositorio.uam.edu.mx/>

## 6. Estrategias de Consumo Responsable y Dietas más Sostenibles

- **Tecnológico de Monterrey (ITESM).**

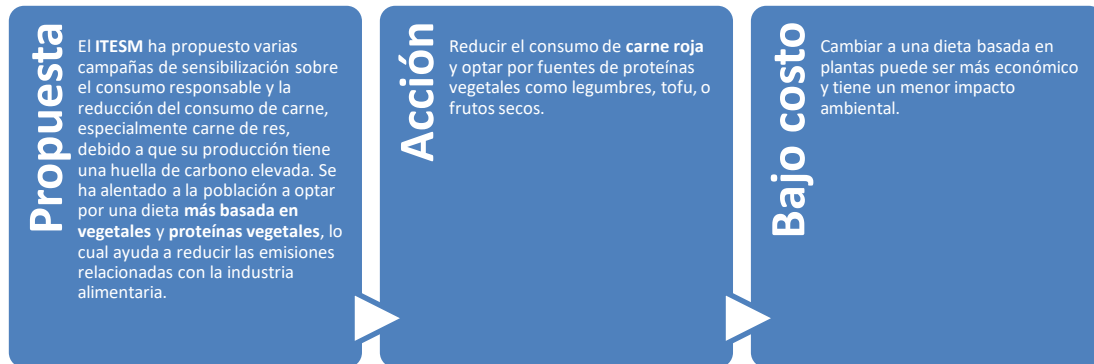


Gráfico #15. Planes de Acción Estrategias de Consumo Responsable y Dietas más Sostenibles

Fuente: <https://educacioncontinua.tec.mx/es>

## 7. Campañas de Educación Ambiental

- **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).**

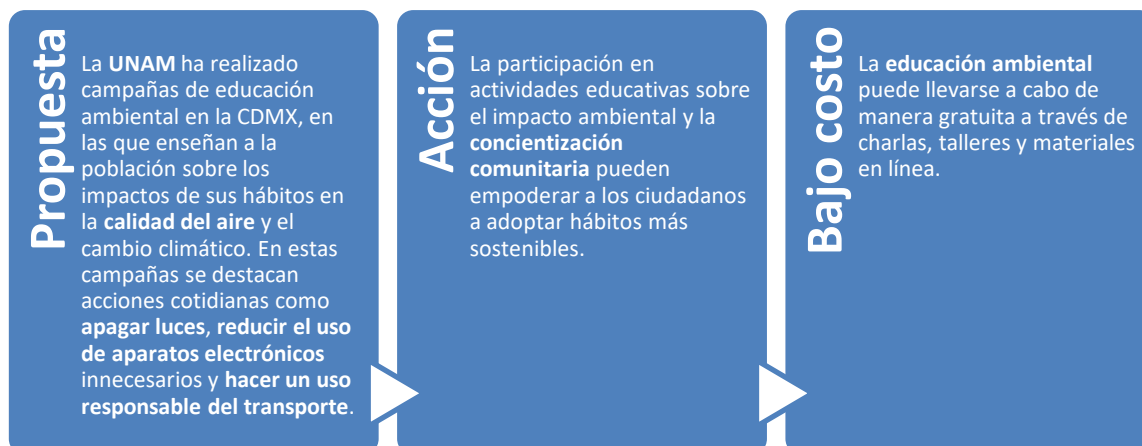


Gráfico #15. Planes de Acción Campañas de Educación Ambiental

Fuente: <https://www.sustentabilidad.unam.mx>

## 8. Incentivar la Implementación de "Techos Verdes"

- Instituto Politécnico Nacional (IPN).

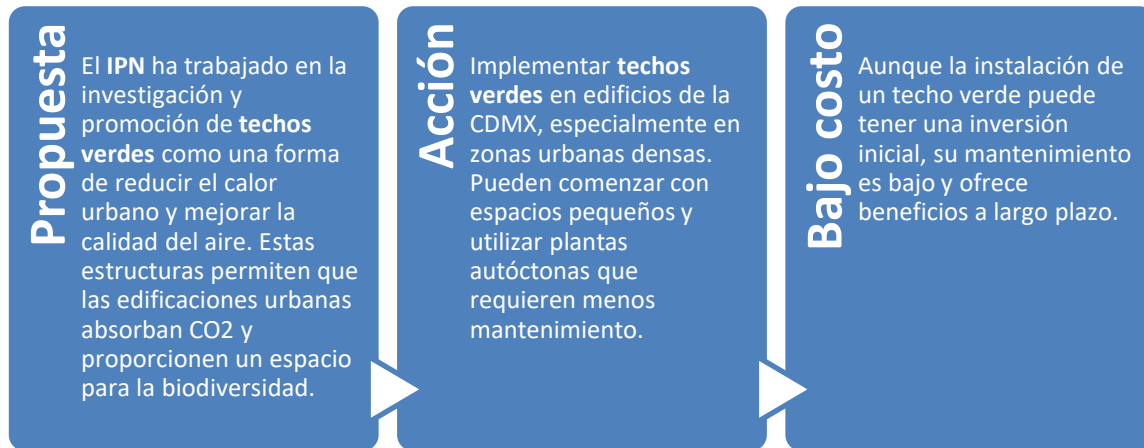


Gráfico #16. Planes de Acción Techos Verdes"

Fuente: <https://www.esia.ipn.mx>

## 9. Impulso a la Recarga de Vehículos Eléctricos

- **Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ).**

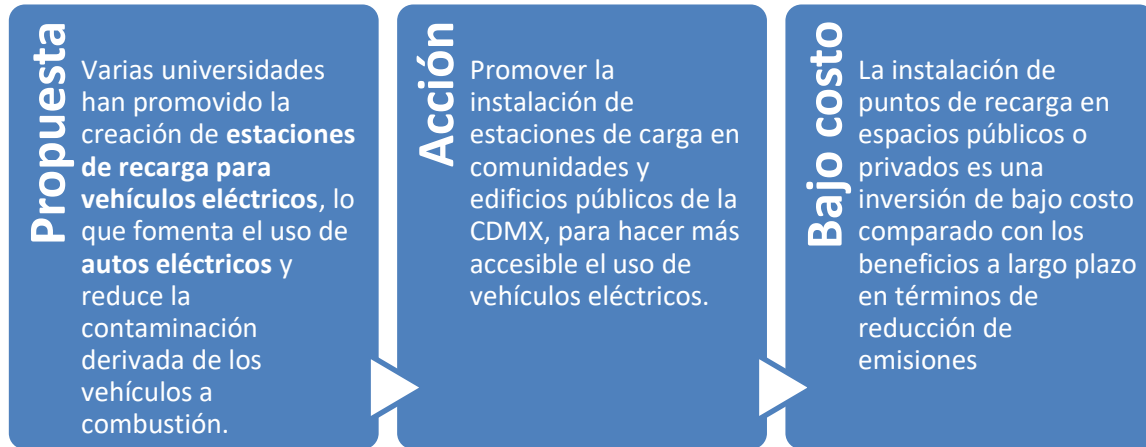


Gráfico #17. Planes de Acción Impulso a la Recarga de Vehículos Eléctricos

Fuente: <https://www.uaq.mx/institutos/iers>

## **X. Conclusiones generales**

### **1. El Cambio Climático: Un Problema Urgente y Real**

A lo largo de este estudio, se ha identificado que el cambio climático no es un fenómeno lejano, sino una crisis global en curso, cuyo impacto ya se percibe a través de fenómenos como el aumento de temperaturas extremas, la alteración de patrones climáticos, el derretimiento de los glaciares y el aumento del nivel del mar. Las actividades humanas, especialmente la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la producción agrícola intensiva, son las principales causas de esta crisis. Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>x</sub> son las principales responsables del calentamiento global, lo que hace imprescindible la urgente implementación de soluciones tanto de mitigación como de adaptación.

### **2. Causas Fundamentales y Consecuencias del Cambio Climático**

Las causas del cambio climático están intrínsecamente relacionadas con actividades industriales, agrícolas y de transporte, que liberan grandes cantidades de contaminantes. Estos procesos alteran el equilibrio natural de los ecosistemas, lo que desencadena consecuencias desastrosas, como la pérdida de biodiversidad, la alteración de los ecosistemas acuáticos y terrestres, y el incremento de fenómenos climáticos extremos. La escasez de recursos hídricos, la inseguridad alimentaria y las afectaciones a la salud humana, como las enfermedades respiratorias, son también algunas de las consecuencias más alarmantes.

### **3. Necesidad Urgente de Actuar: Un Llamado a la Acción**

El tiempo se agota. La ventana de oportunidad para limitar el aumento de la temperatura global a 1.5°C con respecto a los niveles preindustriales se está cerrando rápidamente. Los modelos científicos advierten que, de no actuar con rapidez, las consecuencias serán catastróficas y difíciles de revertir. Es por ello que la adopción de energías renovables, la reforestación, la electrificación del transporte, y la reducción de emisiones deben ser prioritarias a nivel global. La implementación de políticas públicas robustas, acompañadas por la integración de la ciencia y la tecnología, es indispensable para alcanzar estos objetivos.

#### **4. Desigualdad Global y Barreras a la Acción Climática**

Es fundamental reconocer que el cambio climático tiene un fuerte componente de justicia social. Los países en desarrollo, aunque son los menos responsables de las emisiones globales, son los más vulnerables a los efectos del cambio climático. Sin embargo, a menudo carecen de los recursos y tecnologías necesarias para hacer frente a esta crisis. El reto es establecer mecanismos globales de cooperación y financiación que ayuden a estos países a superar las barreras económicas y tecnológicas que limitan sus esfuerzos para mitigar y adaptarse al cambio climático.

#### **5. Ciencia, Tecnología y Política: Un Triángulo Esencial para la Acción Climática**

La ciencia y la tecnología juegan un papel crucial en la lucha contra el cambio climático. Desde los avances en energías renovables como la solar, eólica y geotérmica, hasta las innovaciones en captura y almacenamiento de carbono (CAC), los desarrollos tecnológicos abren nuevas posibilidades para reducir las emisiones. Sin embargo, estos avances deben estar acompañados de políticas públicas eficaces que integren estos desarrollos en un marco global. Además, el uso de herramientas de monitoreo y predicción, como los satélites y los modelos climáticos, permitirá a los gobiernos tomar decisiones informadas basadas en datos precisos y actualizados.

#### **6. Las Soluciones Innovadoras: Energías Renovables y Nuevas Tecnologías**

La adopción de soluciones energéticas renovables es clave para mitigar el cambio climático. La eficiencia en la generación de energía solar, eólica, geotérmica y la integración de tecnologías emergentes como el hidrógeno verde y las redes inteligentes son fundamentales para reducir nuestra dependencia de los combustibles fósiles. Sin embargo, la transición hacia una economía descarbonizada debe ser rápida y sostenida. Las políticas de incentivos y la inversión en investigación y desarrollo serán esenciales para acelerar esta transición.

#### **7. La Importancia de la Educación y Sensibilización Pública**

La educación y sensibilización sobre el cambio climático son esenciales para fomentar una acción global efectiva. A pesar de los avances científicos y tecnológicos, la falta de conciencia pública y política puede frenar los esfuerzos por implementar soluciones sostenibles. Es necesario que la población, las empresas y los tomadores de decisiones estén informados sobre la gravedad del cambio climático y las soluciones posibles, para crear una base sólida de apoyo a las políticas públicas.

## 8. El Papel de los Modelos Climáticos en la Estrategia Global

Los modelos climáticos proporcionan una herramienta invaluable para prever el futuro del clima global y orientar la política y la acción a nivel local y global. La integración de estos modelos con las soluciones innovadoras basadas en energías renovables permitirá una planificación más precisa y eficaz. Además, los modelos ayudan a ajustar las estrategias de mitigación y adaptación en función de los escenarios climáticos previstos, permitiendo una acción proactiva.

## 9. Barreras a la Implementación: Innovación y Desafíos Tecnológicos

Si bien las soluciones tecnológicas están avanzando rápidamente, existen barreras importantes en su implementación. Los costos asociados con la transición energética, la infraestructura insuficiente y la falta de marcos regulatorios adecuados son desafíos clave. Es imperativo que los gobiernos y las empresas trabajen conjuntamente para superar estas barreras y acelerar la adopción de tecnologías limpias y eficientes.

## XI. Conclusion final

En resumen, la lucha contra el cambio climático es una cuestión de supervivencia global. Las acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, promover la adaptación a los impactos inevitables y transitar hacia un modelo energético más limpio y sostenible deben ser implementadas sin demora. El papel de la ciencia y la tecnología es crucial, pero sin un marco de políticas públicas coherentes, justicia social y cooperación global, las soluciones tecnológicas no serán suficientes. Solo a través de un esfuerzo coordinado entre gobiernos, científicos, empresas y la sociedad en general, podremos evitar los peores efectos del cambio climático y garantizar un futuro habitable para las generaciones venideras.

El cambio climático representa un desafío crítico que requiere una acción urgente y coordinada a nivel global y local. En el contexto de la Ciudad de México (CDMX), una de las metrópolis más grandes del mundo, los impactos del cambio climático ya se están manifestando de manera significativa, a través de un aumento en la contaminación del aire, fenómenos climáticos extremos, alteraciones en los patrones de precipitación y un aumento de la temperatura promedio.

A lo largo de este análisis, se ha identificado que las principales fuentes de contaminación en la CDMX están vinculadas a la movilidad vehicular, el uso de energía proveniente de fuentes no renovables, la deforestación y la falta de infraestructura verde. Si bien existen políticas públicas que han logrado ciertos avances, como el Programa Ambiental y de Cambio Climático (PACC) y la implementación de restricciones vehiculares en contingencias, es claro que se necesitan esfuerzos más integrales, innovadores y sostenibles para lograr una reducción significativa de las emisiones contaminantes y mitigar los efectos del cambio climático.

En este sentido, la ciencia y la tecnología juegan un papel crucial en la transición hacia un futuro más sostenible. Las energías renovables, como la solar y la eólica, junto con tecnologías emergentes como el hidrógeno verde y la captura de carbono, ofrecen una solución prometedora para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, el monitoreo constante y el uso de modelos climáticos avanzados permitirán tomar decisiones informadas y adaptativas que respondan a los retos que enfrenta la CDMX.

Es imperativo que la Ciudad de México no solo mantenga, sino que acelere la adopción de energías renovables, impulse la electrificación del transporte público, expanda la infraestructura verde con proyectos de reforestación urbana, y fortalezca las políticas públicas para reducir las emisiones contaminantes. La colaboración entre el gobierno, la sociedad civil, las empresas y las comunidades será clave para crear un ecosistema de innovación que permita adaptar a la ciudad a los nuevos desafíos climáticos.

La transición hacia un modelo de desarrollo sostenible en la CDMX es una tarea compleja pero alcanzable, si se aprovechan las herramientas tecnológicas, las políticas de mitigación y la participación activa de todos los actores sociales. Con un enfoque estratégico y colaborativo, la Ciudad de México puede convertirse en un ejemplo de resiliencia urbana ante el cambio climático, protegiendo tanto a sus ciudadanos como a su entorno natural, y contribuyendo de manera significativa a la lucha contra el calentamiento global.

## XII. Referencias bibliográficas

- <https://www.cicata.ipn.mx/>
- <https://www.cicata.ipn.mx/>
- <https://www.gob.mx/sener>
- [SciELO - Scientific Electronic Library Online](#)
- [Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias | Gobierno | gob.mx](#)
- <https://www.iingen.uam.mx/>
- <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/>
- <https://repositorio.uacm.edu.mx/>
- <https://www.uam.mx/ciencias-tierra/>
- <https://tec.mx/es/sostenibilidad>
- <https://educacioncontinua.tec.mx/es>
- <https://www.cidetec.ipn.mx>
- <https://www.uaq.mx/institutos/iers>