
PERSPECTIVAS DE LA CALIDAD DEL AIRE

Monterrey, N.L.

7 de septiembre de 2023



CALIDAD DEL AIRE

Composición de sustancias químicas y partículas en el aire.

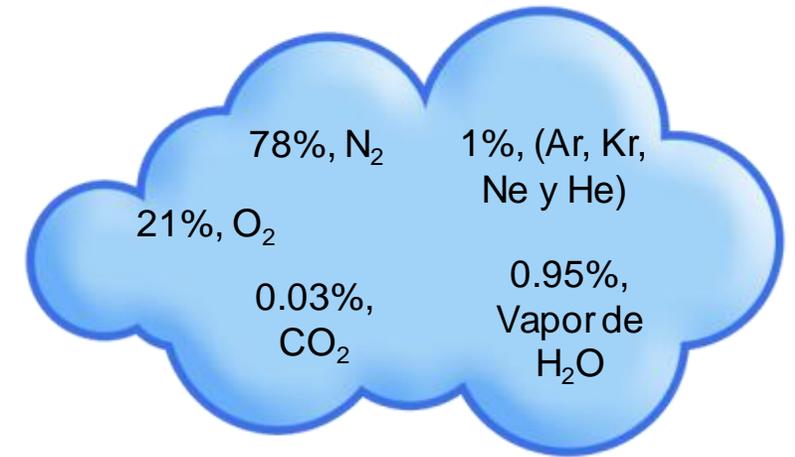
Si se alteran las sustancias químicas y partículas en el aire, de tal forma que aumente su concentración en éste, se denomina **CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

Una buena o mala calidad del aire tiene que ver con el grado de pureza del aire que respiramos, que se determina por una mayor o menor concentración de sustancias o elementos indeseables en la atmósfera; es decir, de los contaminantes atmosféricos

Aire limpio

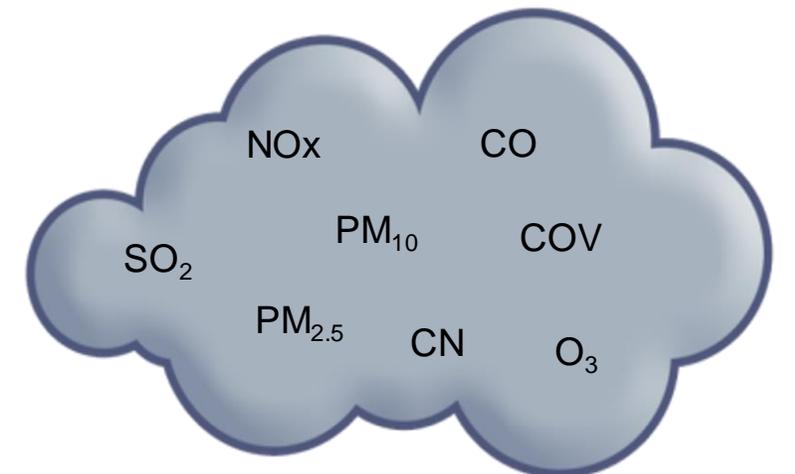
Contiene elementos químicos que se han producido naturalmente por miles de años.

Se considera aire limpio, cuando los niveles químicos y físicos de sus componentes, no afectan el bienestar humano.



Contaminación atmosférica

Presencia en el aire de partículas o especies químicas que en ciertas concentraciones pueden implicar un riesgo, daño o molestia para los seres vivos y edificaciones.



LA ACTIVIDAD HUMANA ALTERA LA COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA



Las personas hemos modificado la composición del aire de la tropósfera, resultado de actividades tales como:

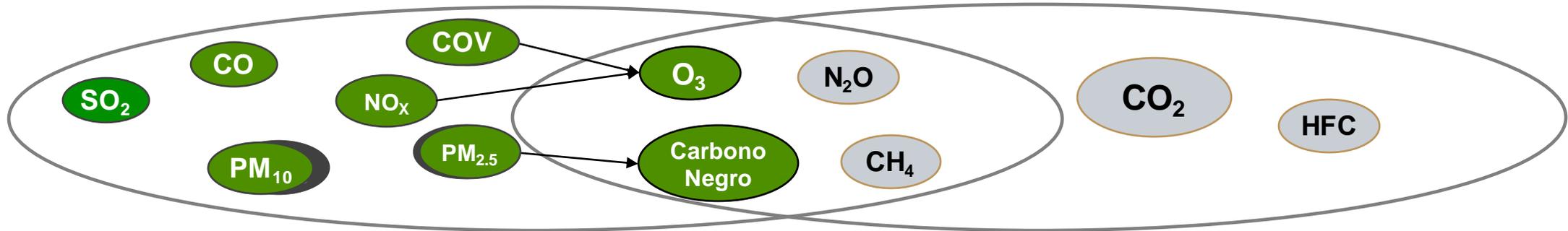
- Combustión en casa.
- Uso de solventes en casa, industria, comercios y servicios.
- Actividades agrícolas que incluyen el uso de maquinarias.
- Actividad industrial.
- Movilidad motorizada (vehículos automotores, aviones, trenes, embarcaciones).
- Otras.

CRITERIO Y GASES EFECTO INVERNADERO

Calidad del aire

Prevención

Control



Cambio climático

Mitigación

Adaptación

Emisiones de contaminantes criterio

Fuentes

Fijas, Área, Móviles y Naturales

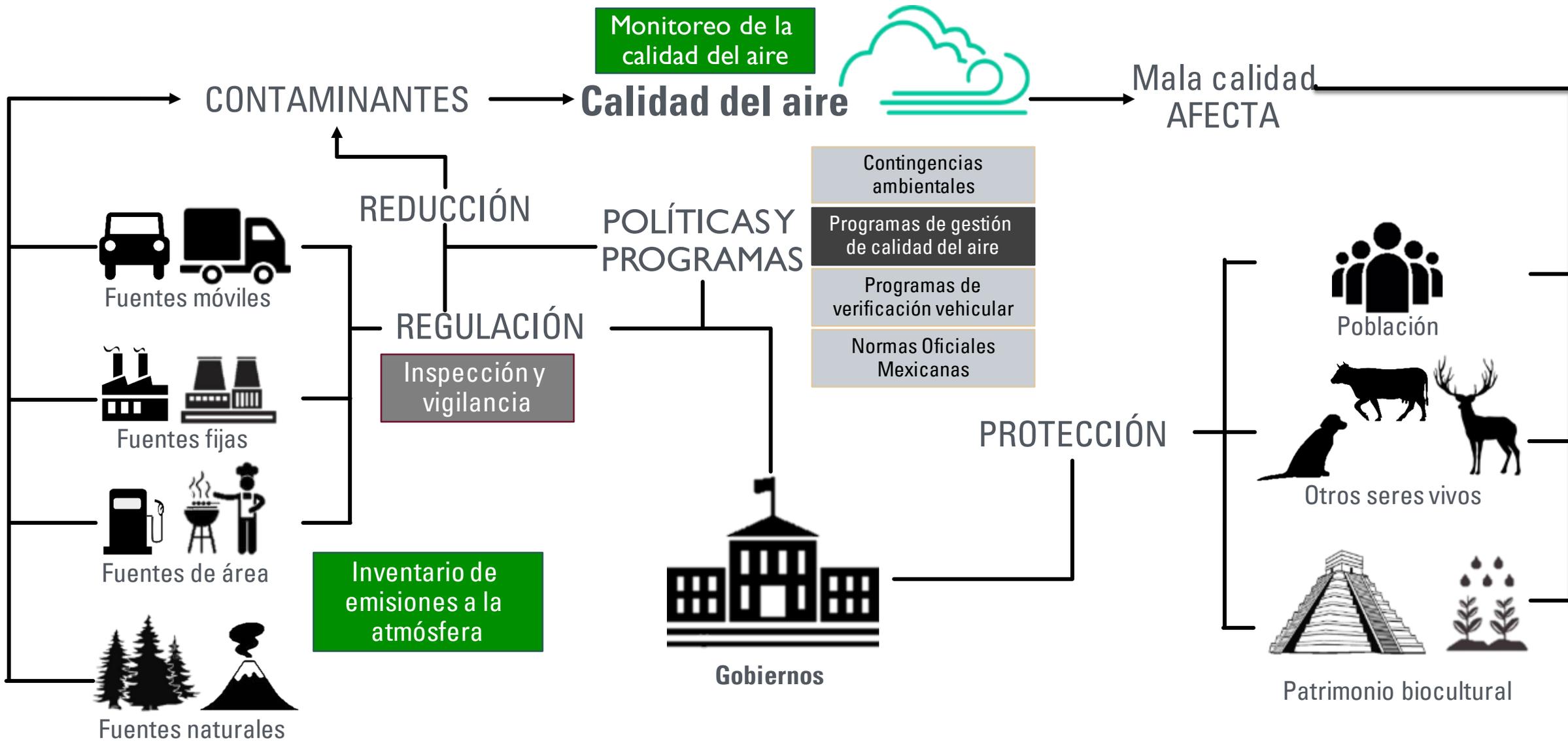
Emisión de gases y compuestos de efecto invernadero

Sectores

- [1] Energía.
- [2] Procesos industriales y uso de productos.
- [3] Agricultura, sicultura y otros usos de la tierra.
- [4] Residuos.

Fuentes de emisión
Industria, Transporte, Agropecuarias, etc.

GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE



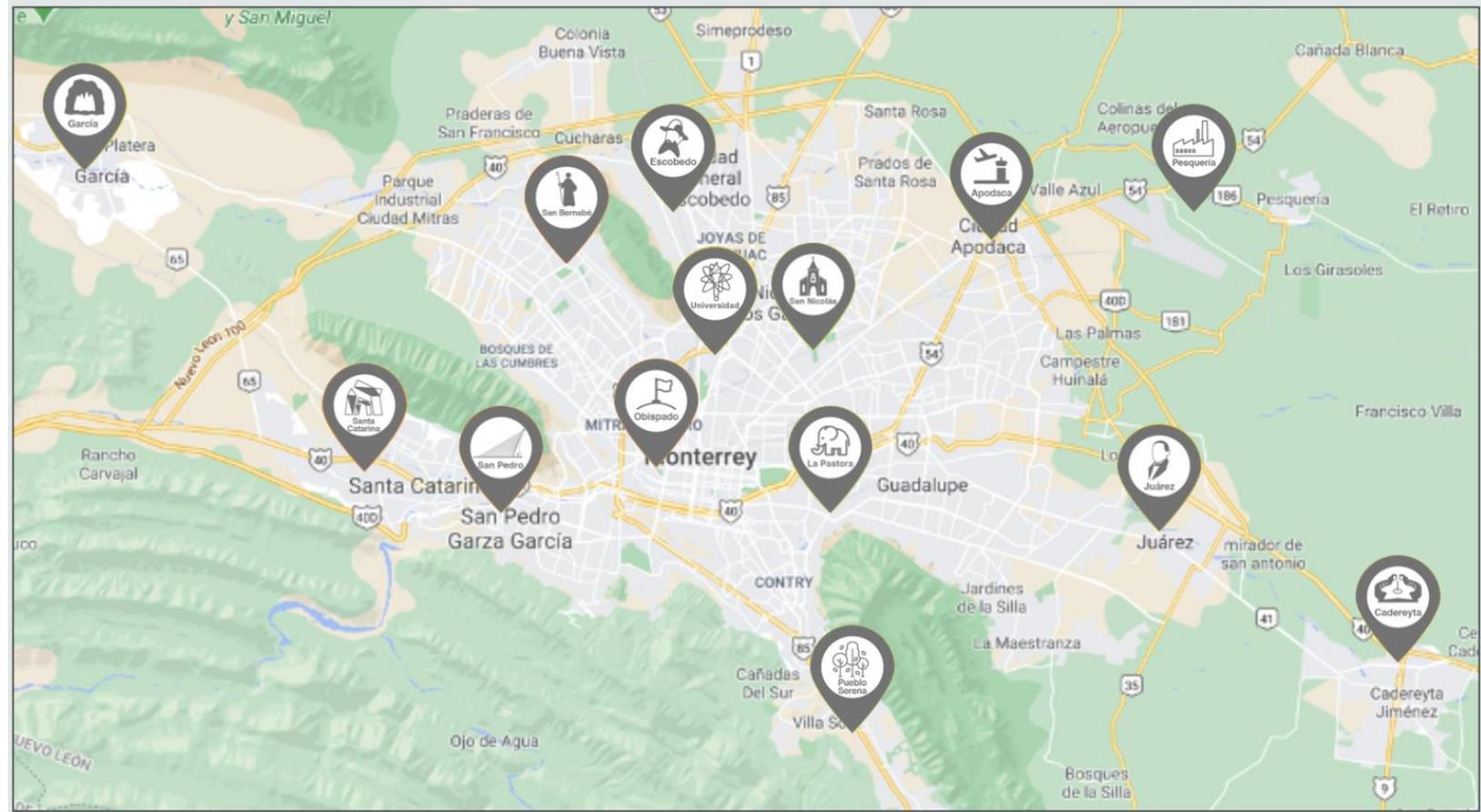
HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE



MONITOREO DE CALIDAD EL AIRE

Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA)

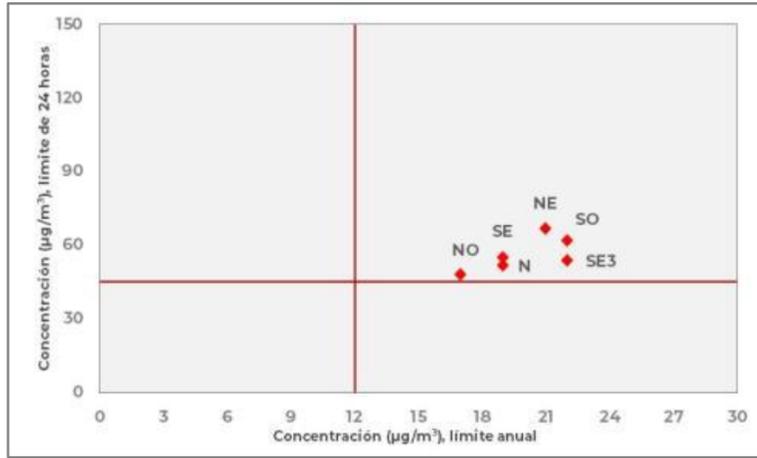
14 estaciones de monitoreo: 3 en Monterrey (Obispado, San Bernabé y Pueblo Serena), 2 en San Nicolás de los Garza (San Nicolás y Universidad), una en cada uno de los siguientes municipios: Apodaca, General Escobedo, García, Cadereyta, Juárez, Guadalupe, San Pedro Garza García, Santa Catarina y Pesquería.



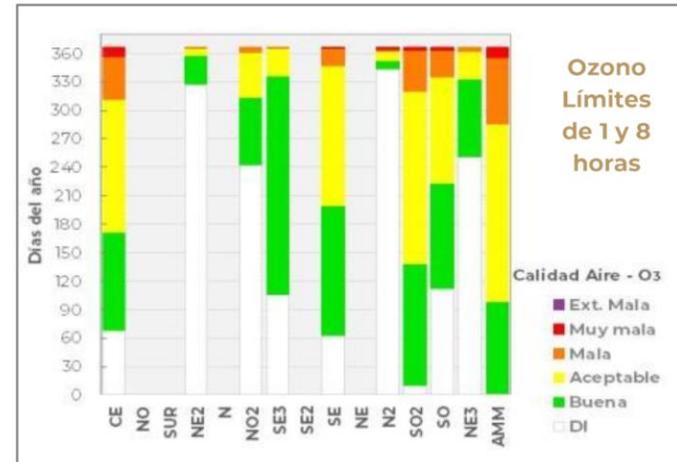
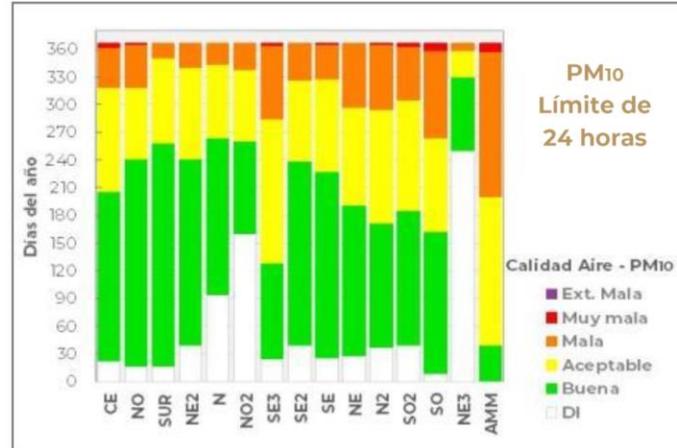
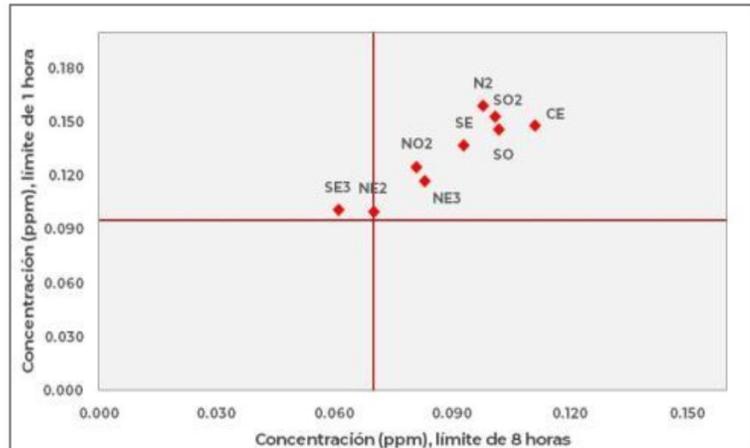
Fuente: Dirección de Gestión Integral de la Calidad del Aire. Secretaría de Desarrollo Sustentable de N.L. Informe anual de la tendencia de la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Monterrey 2020.

MONITOREO DE CALIDAD EL AIRE

PM_{2.5}

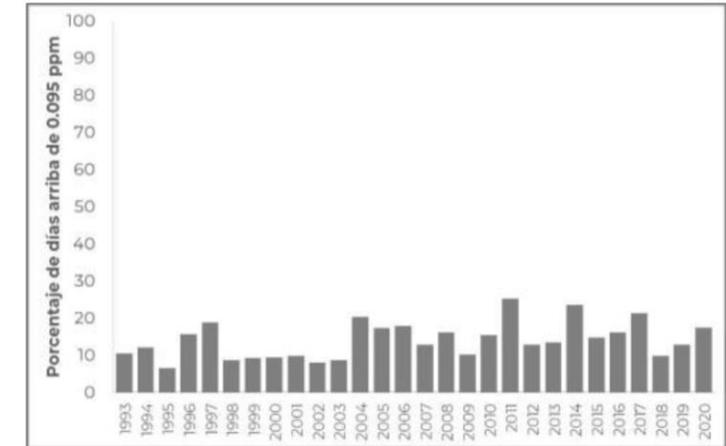
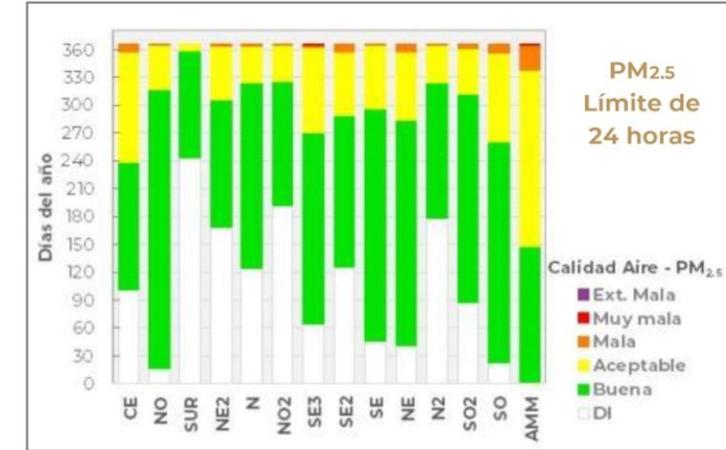


Ozono



CE. Obispado
 NO. San Bernabé
 SUR. Pueblo Serena
 NE2. Apodaca
 N. Escobedo
 NO2. García
 SE3. Cadereyta

SE2. Juárez
 SE. La Pastora
 NE. San Nicolás.
 N2. Universidad
 SO2. San Pedro
 SO. Santa Catarina
 NE3. Pesquería



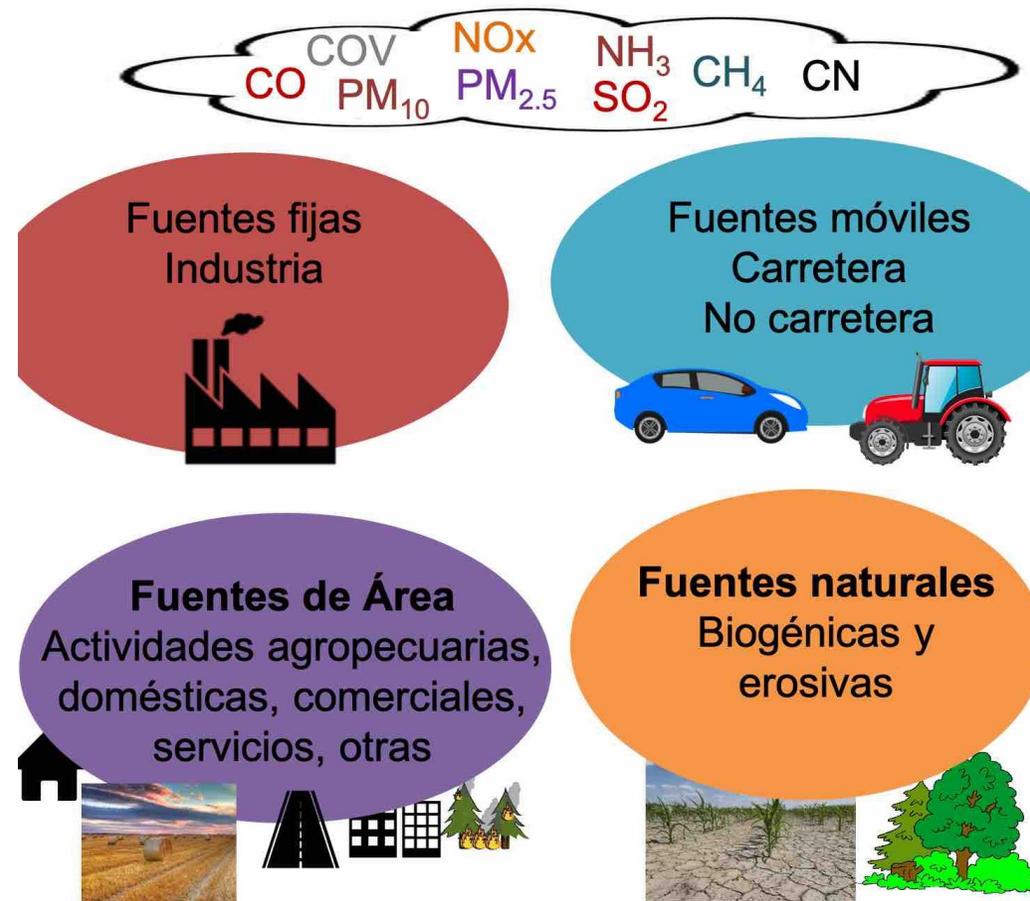
INECC, 2022. Informe Nacional de Calidad de la Calidad del Aire 2020.

INVENTARIO DE EMISIONES

Conjunto de datos que caracterizan la liberación de contaminantes de las fuentes emisoras localizadas en un área de interés.

El inventario de emisiones:

- Permite identificar qué, cuánto, cómo y dónde son emitidos los contaminantes.
- Permite jerarquizar las fuentes de emisión localizadas en un área de interés.



INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y SUS FUENTES

FUENTES EMISORAS



ANTROPOGÉNICAS

NATURALES

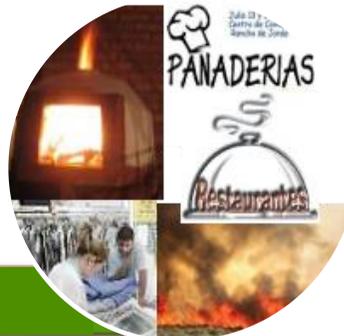
FIJAS

Fuentes estacionarias grandes



ÁREA

Fuentes pequeñas, numerosas y dispersas



MÓVILES

Móviles carretera. Vehículos automotores.
Móviles no carretera. Aeronaves, equipo de construcción, agrícola, locomotoras.



BIOGÉNICAS Y EROSIVAS

Resultantes de procesos naturales



FUENTES FIJAS

- ✓ Gestión de la información.
 - Cédula de operación anual (federal y estatal).
 - Consumos de combustibles.
 - Licencias ambientales de funcionamiento.
- ✓ Métodos: factores de emisión (AP-42), balance de energía y materiales.
- ✓ Industrias clasificadas conforme a su giro a través del SCIAN.
- ✓ Emisiones estimadas de forma puntual generadas por:
 - Combustión.
 - Proceso.
 - Fugitivas.
- ✓ Emisiones reportadas por:
 - Jurisdicción.
 - Sector industrial.
 - Por tipo de combustible, combustión, proceso y fugitivas.

$$E = A \times EF \times (1 - ER / 100)$$

E = Emisiones, (ton/año).

A = Actividad tasa, (kg/h o ton/h).

EF = Factor de la emisión, (kg de contaminante/tasa de actividad) y,

ER = Eficiencia de la reducción de la emisión global (%).

Contaminantes evaluados

PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO_x, COV,
CO, NH₃, CH₄, CN y BTEX.



FUENTES MÓVILES en carretera

Modelo MOVES:

Este modelo es ajustado a la región de estudio a partir de la información recabada en diversos estudios de movilidad y transporte:

Caracterización de la flota vehicular.

Caracterización de la red vial.

Actividad vehicular.

$$E_{total,i} = \sum_j^n E_i$$

$$E_{ijk} = \sum FV_{ij} * DA_{il} * FE_{ijkl}$$

E_{ijk} = Emisión del tipo de vehículo i, año modelo j, del contaminante k

FV_{ij} = Flota vehicular del tipo de vehículo i, año modelo j.

DA_{il} = Dato de actividad de kilómetros recorridos por tipo de vehículo i, a las velocidades l.

FE_{ijkl} = Factor de emisión definido dentro de MOVES-México para cada tipo de vehículo i, año modelo j, contaminante k, velocidad l.

Tipo de información insumo

Padrón vehicular: marca, submarca, año modelo del vehículo, municipio, uso, entre otros.

Padrón de transporte público. Número de unidades por año modelo, tipo de combustible, rutas y número de viajes.

Estudios de transporte: aforos, caracterización de la red vial, velocidades promedio, recorridos, encuestas origen destino, km recorridos, otros.

Meteorología: temperatura, humedad relativa, presión barométrica.

Consumo de combustibles: Cantidad por tipo de combustible vendido y sus características.

Categorías estimadas:

Vehículos particulares, pick up, camioneta particular, taxis, motocicletas, autobuses, vehículos <3ton, vehículos >3ton, tractocamiones

Contaminantes evaluados

PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO_x, COV, CO, NH₃, CH₄, CN y BTEX.

FUENTES MÓVILES **No carretera**



Categorías

- Terminal de autobuses.
- Locomotoras.
- Equipos de construcción y agrícola.
- Aeronaves.

Metodologías

Factores de emisión, modelo NONROAD y Modelo EDMS (Emissions & Dispersion Modeling System).

Tipo de información insumo

Terminal de autobús: Cantidad de autobuses en terminales, distribución vehicular por año modelo, tipo de combustible utilizado por los vehículos, tiempo de reposo de los vehículos en la terminal, características de combustibles (porcentaje de azufre y cenizas), localización geográfica de terminales de autobuses.

Locomotoras. Distancia recorrida por la locomotora dentro del área de interés, número de locomotoras, características de las locomotoras.

Equipos de construcción y agrícola: Cantidad de vehículos por tipo y potencia, horas de operación del equipo, tipo y consumo de combustible.

Aeronaves. Número de aterrizajes y despegues por tipo de avión, datos del motor del avión (número de motores, modelo de motor y fabricante), altura de mezcla, datos de tiempo de aterrizaje y despegue de los aviones en el aeropuerto local



Contaminantes evaluados

PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO_x, COV, CO, NH₃, CH₄, CN y BTEX.

FUENTES DE ÁREA

- ✓ Identificación de fuentes de área en los municipios.
- ✓ Gestión de información.
- ✓ Estimación de emisiones a partir de encuestas, modelos mecanísticos, factores de emisión y balance de energía y materiales.

Tipo de información insumo

Agrícola. Superficie sembrada por tipo de cultivo, cosechada, % de quema de residuo, tipo de fertilizante, plaguicida aplicado, otros.

Combustión. Comercios y servicios: padrón de establecimientos, tipo y cantidad de combustible utilizado, producción, otros; Doméstica: número de viviendas, cantidad y tipo de combustible, densidad población por ageb, otros.

Evaporativas. Cantidad lineal o m² pintados y asfaltados en el mpio., cantidad y tipo de combustible almacenado, otros.

Incendios. Número de incendios por edificación y características, superficie incendiada por tipo de vegetación, otro

Misceláneos. Área de construcción y duración, cantidad y tipo de aguas residuales tratadas, tasa de generación de residuos, composición de residuos, otros.



Fuentes de área		
 	Agrícola <ul style="list-style-type: none">• Aplicación de fertilizantes• Aplicación de plaguicidas• Labranza Combustión <ul style="list-style-type: none">• Asado al carbón• Combustión agrícola• Combustión comercial• Combustión doméstica• Combustión industrial Incendios <ul style="list-style-type: none">• Incendios en construcciones• Incendios forestales• Quemadas agrícolas	Evaporativas <ul style="list-style-type: none">• Artes gráficas• Asfaltado• Esterilización de material hospitalario• Lavado en seco• Limpieza de superficies industriales• Manejo y distribución de gas LP• Manejo y distribución de combustibles• Pintado automotriz• Pintura para señalización vial• Recubrimiento de superficies arquitectónicas• Recubrimiento de superficies industriales• Uso doméstico de solventes
		Misceláneos <ul style="list-style-type: none">• Actividades de la construcción• Aguas residuales• Caminos pavimentados y no pavimentados• Corrales de engorda• Emisiones ganaderas• Emisiones domésticas de amoníaco• Ladrilleras• Bancos de materiales• Panificación• Rellenos sanitarios

Contaminantes evaluados

PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, NO_x, COV, CO, NH₃, CH₄, CN y BTEX.

FUENTES NATURALES

Biogénicas.

Incluyen las emisiones de COV producidas por la vegetación, así como las emisiones de NOx provenientes del suelo por su desnitrificación.

Estimación con el apoyo del modelo GloBeis

Erosivas.

Emisiones de partículas por el paso del viento en suelos desprovistos de vegetación.

$$Es = (FS) I C K L' V'$$

Es = Factor de emisión de partículas suspendidas (ton/acre/año)

FS = Fracción de las pérdidas totales por erosión del viento medidas como partículas suspendidas

I = Factor de pérdida de materia del suelo (ton/acre/año)

C = Factor climático (adimensional)

K = Factor de rugosidad de la superficie (adimensional)

L' = Factor de amplitud del campo sin protección (adimensional)

V' = Factor de cobertura vegetal (adimensional)

Tipo de información insumo

- ✓ Uso de suelo.
- ✓ Tipo de vegetación.
- ✓ Meteorología:
 - Temperatura.
 - Radiación solar.
 - Humedad.
 - Velocidad del viento.

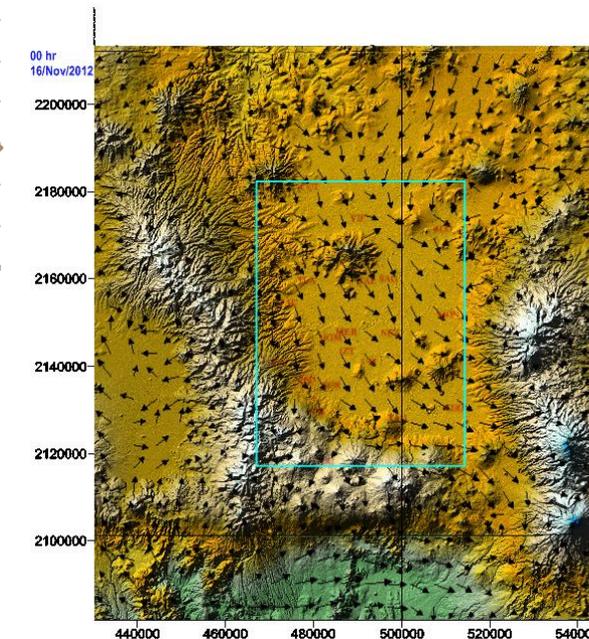
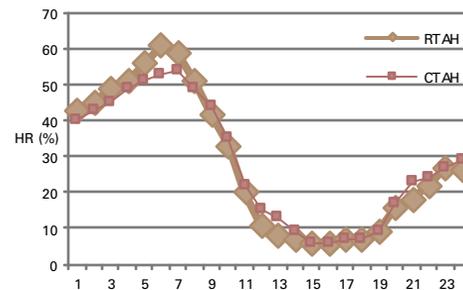
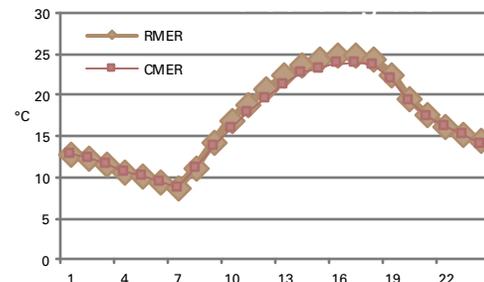
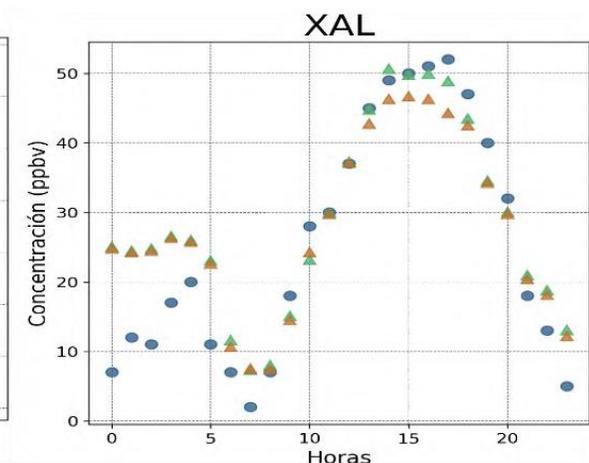
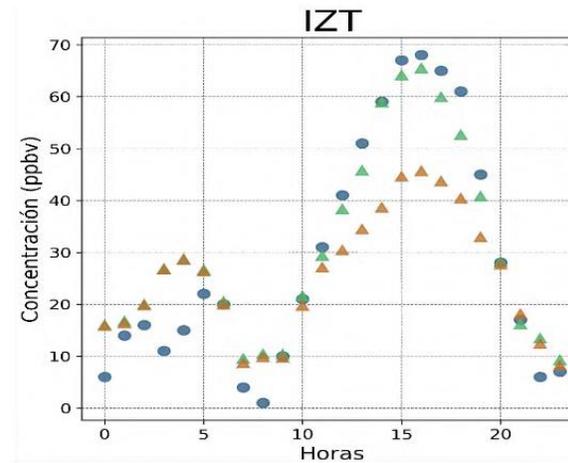
Contaminantes evaluados

- ✓ Biogénicas: COV (monoterpeno, isopreno y otros COV) y NOx.
- ✓ Erosivas: PM₁₀ y PM_{2.5}.

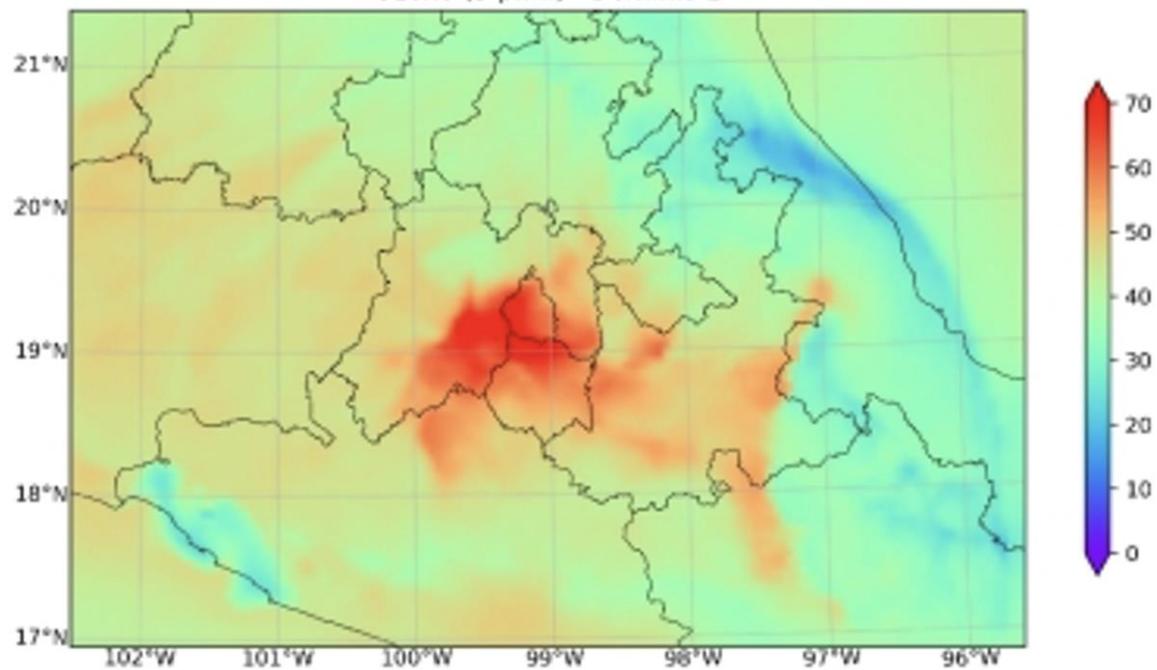


MODELACIÓN ATMOSFÉRICA

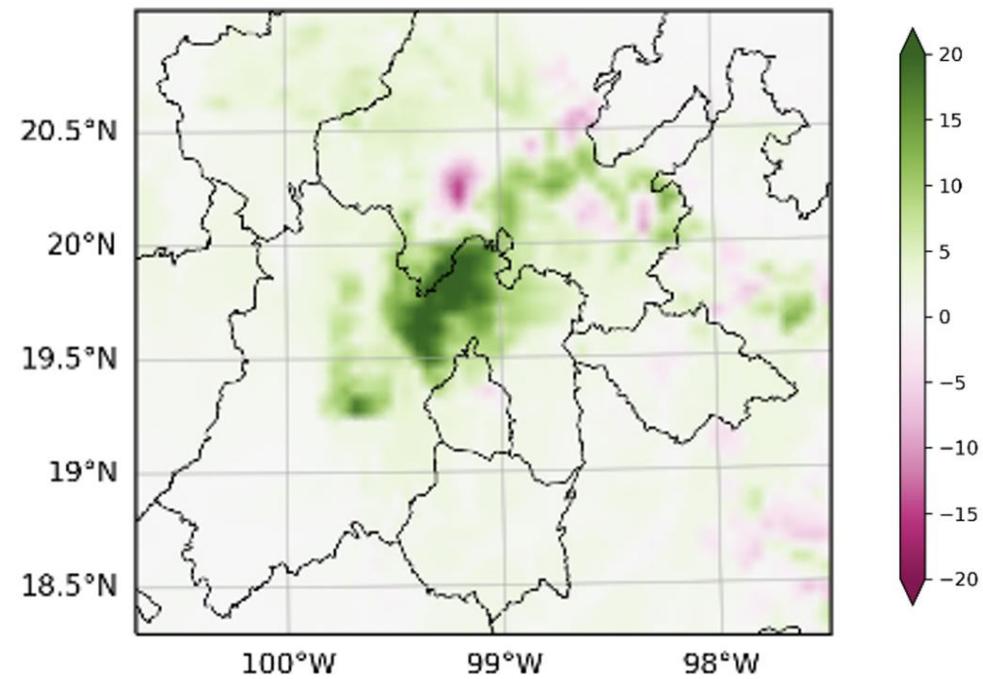
- ✓ Simular medidas de control de emisiones para estimar su beneficio en la calidad del aire.
- ✓ Apoyar la estimación de los impactos de la contaminación atmosférica en la salud humana y sus costos/beneficios asociados.
- ✓ Caracterizar y distribuir las emisiones y apoyar el diseño de medidas de control.
- ✓ Determinar el estatus (cumplimiento) en materia de contaminación atmosférica vs normas de calidad del aire.
- ✓ Pronóstico de calidad del aire.
- ✓ Estudiar impacto de fuentes emisoras específicas en una región de estudio.
- ✓ Estimar y complementar información en zonas sin monitoreo.
- ✓ Modelar el impacto de contaminantes transportados hacia áreas naturales protegidas



O₃ ppb, caso base



O₃ ppb, aplicación de medidas



Fuente: INECC, CAME, LT Consulting, 2023



GRACIAS

Dra. Dzoara Tejeda
dzoara.tejeda@ltmce2.org.mx

LTM Center for Energy and the Environment
LTMCE2
(81) 2269 3221, (81) 2269 1905