

Mejorando la calidad del aire y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero en Guadalajara con una Zona de Bajas Emisiones

Evaluación de Beneficios - Resultados Preliminares

Julio 2024 - Tiempo de lectura: 6 min

Guadalajara tiene como objetivo consolidar la Zona de Bajas Emisiones (ZBE) en su centro, beneficiando con aire más limpio y calles más seguras a las personas residentes y visitantes. La propuesta consiste

en la implementación gradual de polígonos de bajas emisiones en los que se prioriza la movilidad activa y se restringen los vehículos contaminantes en calles estratégicas, además de incorporar intervenciones para mejorar la seguridad de peatones y ciclistas.

El siguiente informe describe los impactos previstos de la ZBE de Guadalajara y sus escenarios de implementación, utilizando datos disponibles a marzo de 2024.

Mejorando la salud de la población residente y visitante del centro de Guadalajara

Guadalajara, la capital y ciudad principal del estado de Jalisco, pertenece a la segunda conurbación urbana más grande de México, con una población de más de 5.2 millones de personas en su región metropolitana¹. El crecimiento poblacional y la movilidad orientada al automóvil han generado altos niveles de contaminación atmosférica dentro de la ciudad. Medidas recientes indican una concentración promedio de material particulado de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para el año 2021², casi cinco veces los niveles de contaminación atmosférica recomendados por la Organización Mundial de la Salud³, y atribuibles a más de 2,400 muertes prematuras al año⁴.

El principal contribuyente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es el transporte, que representa el 56% de las emisiones totales del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG)⁵. Encuestas recientes de la ciudad indican que los autos, motocicletas y taxis representan el 31% del total de viajes⁶. Estas cifras plantean preocupaciones significativas sobre sus posibles impactos en los niveles de contaminación atmosférica.

El Plan de Acción Climática del Área Metropolitana de Guadalajara (PACmetro) plantea la ruta para lograr un AMG neutral de emisiones GEI para 2050 y con ello brindar seguridad y mejorar la calidad de vida de la población⁷. Esto incluye la restricción de vehículos



El 31% de los viajes diarios son en automóviles, motocicletas y taxis.



El 56% de las emisiones de gases de efecto invernadero provienen del sector del transporte en el Área Metropolitana de Guadalajara



La contaminación del aire es responsable de alrededor de 2,400 muertes prematuras en Guadalajara cada año.

contaminantes en áreas estratégicas de la ciudad; en la Estrategia 2 del PACmetro, se busca avanzar hacia el fortalecimiento de un sistema de transporte metropolitano integrado, eficiente y de alta calidad. Además se proponen otras medidas como la infraestructura para la movilidad peatonal y ciclista.

En línea con estos objetivos, con apoyo de C40, Guadalajara ha avanzado en el diseño e implementación de una Zona de Bajas Emisiones (ZBE) en el centro, una zona estratégica por la alta concentración de actividades comerciales y equipamiento, que conlleva una alta afluencia de personas y por ende, de viajes.

Propuesta de Diseño de la Zona de Bajas Emisiones (ZBE)

Desde 2008 Guadalajara dio pasos iniciales con la peatonalización de ciertas calles y la introducción de medidas de seguridad vial en un importante corredor de la ZBE (Paseo Alcalde). El objetivo es expandir esta área a un total de 1.9 km² e introducir nuevas medidas, incluyendo cruces seguros, estrategias de urbanismo táctico, gestión de la demanda de estacionamiento, limitación del tráfico en vías clave e implementación de límites de velocidad. Se proyecta que estos esfuerzos se completen entre 2025 y 2030.

El proceso de implementación de la Zona de Bajas Emisiones se puede englobar en 3 fases principales

- **Fase 1:** implementada entre 2008 y 2022 en Paseo Alcalde (corredor de 2.6 km en el lado este de la ZBE)
- **Fase 2:** la estimación de beneficios examina el impacto de incorporar medidas adicionales en 2025 en el subpolígono Jardín Rivera (0.26 km²)
- **Fase 3:** la estimación analiza el impacto a 2030 de la extensión a 1.9 km² de la ZBE



Evaluación de las reducciones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos durante la implementación gradual de ZBE

Fase 1: Intervenciones pasadas en Paseo Alcalde

El Paseo Alcalde, una importante vía de 2.6 km, comenzó a implementar cambios en 2012. El análisis compara las emisiones del año 2012 con las del año 2022.

Cambios implementados
• Peatonalización • Medidas de pacificación del tránsito • Aumento de arbolado urbano.

Cambio en las emisiones		
CO ₂	-10,984 t/año	-90%
PM _{2.5}	-1.63 t/año	-94%
NO _x	-41 t/año	-94%

Fase 2: Propuesta de acciones a implementar en 2025

El polígono Jardín Rivera, un área de 0.26 km², se espera que reciba transformaciones urbanas para el año 2025. La modelación compara un escenario de BAU en 2025 con los cambios futuros.

Viajes en automóvil evitados:
2.1 millones

Intervenciones propuestas
• Cruces más seguros • Estacionamiento para bicicletas • Gestión de la demanda de estacionamiento dentro y fuera de la vía • Restricción de la circulación vehicular • Límite de velocidad de 30 km/h

Cambio en las emisiones		
CO ₂	-2,586 t/año	-24%
PM _{2.5}	-0.13 t/año	-21%
NO _x	-1.38 t/año	-23%

Fase 3: Propuesta de acciones a implementar en 2030

Se espera que la Zona de Bajas Emisiones propuesta para Guadalupe, con 1.9 km², esté lista para el año 2030. El modelado compara un escenario de BAU en 2030 con los cambios futuros.

Viajes en automóvil evitados:
18 millones

Intervenciones propuestas
• Todas las intervenciones de la Fase 2 • Aumento de la oferta de transporte público con normas de baja emisión • Restricción de vehículos motorizados particulares de más de 5 años • Restricción de circulación a vehículos de carga pesada anteriores a Euro 6

Cambio en las emisiones		
CO ₂	-54,431 t/año	-90%
PM _{2.5}	-2.9 t/año	-83%
NO _x	-31 t/año	-89%

Uno de los principales beneficios esperados de las intervenciones es que se animará a la gente a caminar y a ir más en bicicleta. En 2030, se calcula que la fase 3 de la ZBE puede mejorar la salud y reducir la mortalidad en:

Suma 94,000 peatones en la ZBE

Las medidas de pacificación del tránsito y las restricciones a la circulación de vehículos que se aplicarán de aquí a 2030 en la ZBE podrían atraer a más de 94,600 nuevos peatones a la zona en un año, lo que estima que podría evitar más de 18 millones de desplazamientos en coche.

Ganar 234 años de vida en toda la población

Caminar más puede reportar beneficios para la salud. Esto se traduce en un aumento de 234 años en la esperanza de vida general de la nueva población que camina en la región.

Reducción de la concentración de PM_{2.5} en 0,1%

Las medidas pueden reducir la concentración de PM_{2.5} en 0.02 µg/m³ en toda la ciudad, lo que representa una reducción del 0.1%. Esto también podría asociarse a una reducción de los casos de cáncer de pulmón y asma en la ciudad.



Referencias y metodología

Este informe muestra los impactos preliminares del proyecto basados en los datos disponibles en febrero de 2024

Referencias:

¹ INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) Censo de población y vivienda (2020). Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/>

² Van Donkelaar et al. (2021). George Washington University. Disponible en: <https://sites.wustl.edu/acag/datasets/surface-pm2-5>

³ WHO global air quality guidelines (2021). Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/345329>
Documento en: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁴ C40 Air Quality through Urban Actions (AQUA) tool (2023). Utilizando la concentración de PM2.5 de Van Donkelaar et al en George Washington University (2021)

⁵ C40, Greenhouse gas emissions interactive dashboard (2020). Disponible en: https://www.c40knowledgehub.org/s/article/C40-cities-greenhouse-gas-emissions-interactive-dashboard?language=en_US

⁶ Encuesta Origen Destino de Guadalajara (2023)

⁷ Plan de Acción Climática del Área Metropolitana de Guadalajara (2023). Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1QOrOEMHpMM-pZxJpmApqww_nJKHWwIH1/view?usp=sharing

Modelación de los gases de efecto invernadero (GEI), la contaminación atmosférica y los impactos sobre la salud

En este cálculo intervienen tres pasos principales: 1) Modelización de la actividad para los niveles de actividad del transporte de los escenarios de referencia, BAU y proyecto; 2) aplicación de los factores de emisión a los niveles de actividad totales a cada categoría de vehículos para calcular las emisiones de cada escenario; y 3) utilización de la herramienta de desplazamiento a pie y en bicicleta para calcular los impactos sobre la salud. La empresa consultora propuso la definición y aplicación del método.

1) Estimación del nivel de actividad (Vehículos-Kilómetros Recorridos - VKT)

El método principal para calcular la distancia total recorrida se basó en el software MOVES-MX (2014), que estima la distancia basándose principalmente en los recuentos de vehículos y en información secundaria sobre la red. Los recuentos de vehículos

de los corredores clave en cada área correspondiente, junto con información adicional como la longitud de la carretera y las velocidades medias de los vehículos, fueron recopilados por los consultores y procedían de diferentes fuentes en función del año/escenario:

- **Línea de base 2008:** recuentos de vehículos realizados por la ciudad a lo largo de los corredores;;
- **Línea de base 2022:** recopilados de teléfonos móviles de la empresa de movilidad Dat's Why;
- **BAU 2025:** aplica el crecimiento del parque de vehículos proyectado para Guadalajara para 2025 a los datos de línea de base que se calcularon en 2022. La fuente es el [Instituto Nacional de Estadística e Geografía \(INEGI\)](#);
- **BAU 2030:** amplía el perímetro a toda la ZBE (58 segmentos adicionales) y aplica la proyección de crecimiento de la flota para Guadalajara en 2030 a los datos de referencia calculados en 2022. La fuente es del [Instituto Nacional de Estadística e Geografía \(INEGI\)](#);
- **Proyecto 2025:** aplica una reducción total de vehículos de 26.44% en los segmentos clave de la zona al escenario BAU 2025. Esta reducción está de acuerdo con el estudio de [Tenney, A. & Hagen, O. \(2021\)](#), que evaluó la reducción del tráfico vehicular dada la restricción vehicular en un corredor;
- **Proyecto 2030:** aplica una reducción vehicular total de 79.4% en los segmentos clave de la zona para el escenario BAU 2030. Esta reducción es acorde con el estudio de [Tarriño-Ortiz et al. \(2022\)](#)

2) Emisiones de GEI/Contaminación atmosférica

Una vez modelados los VKT para cada modo, edad, combustible y escenario, se multiplicaron por los factores de emisión para calcular las emisiones totales de cada escenario. Los contaminantes CO₂, PM_{2.5}, NO_x y SO_x se consideraron utilizando las siguientes fuentes de datos

- Los factores de emisión (PM_{2.5}, NO_x, SO_x) y el consumo de energía para los diferentes tipos de vehículos, combustible y Euro proceden de [EMEP/EEA \(2019\)](#). Los vehículos de más de 15 años se consideraron Euro I, los de entre 10 y 15 años, Euro III, y los de más de 10 años, Euro V;
- Los factores de emisión (CO₂) para los diferentes combustibles proceden de [IPCC \(2006\)](#).

3) Modelación de los beneficios para la salud

Este proceso se llevó a cabo utilizando The Healthy Neighborhood Explorer (2024) de C40 (disponible previa solicitud). Esta herramienta evalúa los beneficios para la salud (mortalidad y morbilidad) derivados del proyecto y su potencial para cambiar el comportamiento de desplazamiento de la población hacia modos de transporte activo. Los beneficios de mortalidad incluyen los años de vida ganados, las muertes evitadas y la esperanza de vida al nacer. Los

beneficios de morbilidad incluyen la reducción del riesgo de enfermedades y la reducción de los años vividos con discapacidad. Estos beneficios se calculan a partir de los minutos adicionales que las personas caminan o montan en bicicleta a la semana gracias a las actuaciones.

- **Mortalidad:** nuestro método sigue el enfoque [HEAT](#) basado en un meta-epidemiológico-análisis, que aplica una curva lineal dosis-respuesta a la tasa de mortalidad;
- **Morbilidad:** el conjunto de factores de reducción del riesgo relativo para las 7 enfermedades estudiadas (cardiopatía coronaria, accidente cerebrovascular, demencia, depresión, diabetes tipo II, cáncer de mama, cáncer de colon) se basa en una amplia revisión bibliográfica del [Integrated Transport and Health Model \(ITHIM\)](#). Este porcentaje de reducción del riesgo varía en función de las cantidades de actividad física de la población, utilizando una fórmula logarítmica lineal para indicar la reducción del riesgo de cada enfermedad, y tiene un límite máximo

Para más detalles sobre la metodología de la herramienta, pulse [aquí](#).

Para calcular los beneficios, necesitamos saber cuántas personas caminaban o iban en bicicleta antes y después de los proyectos. Las principales fuentes utilizadas fueron:

- **Población de la zona (total y por género):** Censo de México del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020);
- **Participación modal:** Encuesta de origen y destino de Guadalajara (2020);
- **Número de ciclistas/peatones en la zona:**
 - Línea base (2022): Encuesta de origen y destino de Guadalajara (2020)
 - BAU (2025/2030): línea base más el crecimiento proyectado para los modos de transporte a partir del modelado VKT;
 - Proyecto (2025/2030): BAU más un aumento del 24% en movilidad activa, dadas las experiencias de [Bogota](#) and [Madrid](#).
- **Duración del viaje:** Encuesta sobre origen y destino en Guadalajara (2020)

Limitaciones

- Los cambios previstos en la movilidad en función de las acciones (aumento de los modos de actividad, reducción del tráfico de vehículos) se calcularon sobre la base de experiencias de otras ciudades que pueden no estar totalmente relacionadas con las restricciones que aplicará la ZBE. Éstas no se modelaron teniendo en cuenta las preferencias y características

sociodemográficas de Guadalajara. Estas pautas deben tomarse con reserva y pueden no ser válidas en su totalidad para el caso de Guadalajara; también pueden tardar unos años en cambiar totalmente las pautas;

- Para calcular las emisiones de GEI y de contaminación atmosférica, utilizamos datos internacionales de EMEP/EEA (2019). Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos datos no dan cuenta de las particularidades relacionadas con los vehículos de la ciudad de Guadalajara.

Todos los materiales, estudios de caso, presentaciones, datos, imágenes y documentación proporcionados en este informe son solo para fines informativos y educativos y no constituyen asesoramiento de inversión. C40 no hace ninguna representación o recomendación con respecto a la conveniencia de invertir en cualquier proyecto, estructura, empresa, fondo de inversión u otro vehículo mencionado en esta publicación. C40 no es ni presta servicios como asesor de inversiones, asesor financiero, analista de inversiones, corredor de bolsa, agente de bolsa, creador de mercado, banco de inversiones o suscriptor. La intención es que estas ideas sean un punto de partida para que otras partes interesadas consideren sus propios enfoques dentro de sus propios contextos.