

# MAPAS DE MOVILIDAD PARA LA COCREACIÓN DE CIUDADES SOSTENIBLES

## MOBILITY MAPS FOR THE CO-CREATION OF SUSTAINABLE CITIES

RUBÉN SAHAGÚN ANGULO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA. MÉXICO

---

RECIBIDO: 3 DE ENERO DE 2023 // ACEPTADO: 20 DE MARZO DE 2023 • RECEIVED: JANUARY 3, 2023 // ACCEPTED: MARCH 20, 2023

---

LA MOVILIDAD ES UNO DE LOS TEMAS DE MAYOR RELEVANCIA EN LAS CIUDADES DEBIDO A LA IMPORTANCIA PARA SU FUNCIONAMIENTO Y LOS PROBLEMAS RELACIONADOS. LA CONTAMINACIÓN, LA INSEGURIDAD, EL GASTO DE TIEMPO Y DINERO EN LOS TRASLADOS, SON ALGUNOS DE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES. EL RECAMBIO TECNOLÓGICO Y LA GENERACIÓN DE MÁS INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE TRANSPORTE PÚBLICO NO HAN SIDO SUFICIENTES PARA CONTENER LOS EFECTOS NOCIVOS. LAS ESCUELAS Y EMPRESAS, COMO PRINCIPALES DESTINOS DIARIOS DE LOS DESPLAZAMIENTOS PUEDEN JUGAR UN ROL MUY IMPORTANTE SI CONTRIBUYEN A MEJORAR LA MOVILIDAD DE SUS COMUNIDADES Y, POR LO TANTO, COCREAR CIUDADES SOSTENIBLES. EL ESTUDIO EXPUESTO EN ESTE DOCUMENTO SE DESARROLLA A TRAVÉS DE LA GENERACIÓN DE MAPAS DE LAS COMUNIDADES CON EL OBJETIVO DE BRINDAR INFORMACIÓN ÚTIL PARA ANALIZAR, DIAGNOSTICAR Y GENERAR ESTRATEGIAS QUE MEJOREN LA MOVILIDAD DE CUALQUIER EMPRESA O ESCUELA INTERESADA.

**PALABRAS CLAVE:** MOVILIDAD, COCREACIÓN, CIUDAD Y MAPA

MOBILITY IS ONE OF THE MOST RELEVANT ISSUES IN CITIES DUE TO THE IMPORTANCE OF ITS OPERATION AND RELATED PROBLEMS. POLLUTION, INSECURITY, AND SPENDING TIME AND MONEY ON TRANSFERS ARE SOME OF THE MOST RELEVANT ISSUES. THE TECHNOLOGICAL CHANGE AND THE GENERATION OF MORE ROAD AND PUBLIC TRANSPORT INFRASTRUCTURE HAVE NOT BEEN ENOUGH TO CONTAIN THE HARMFUL EFFECTS. SCHOOLS AND COMPANIES, AS THE LEADING DAILY DESTINATION FOR COMMUTING, CAN PLAY A VITAL ROLE IF THEY CONTRIBUTE TO IMPROVING THE MOBILITY OF THEIR COMMUNITIES AND, THEREFORE, CO-CREATING SUSTAINABLE CITIES. THE STUDY PRESENTED IN THIS DOCUMENT IS DEVELOPED BY GENERATING MAPS OF THE COMMUNITIES TO PROVIDE HELPFUL INFORMATION TO ANALYSE, DIAGNOSE AND CREATE STRATEGIES THAT IMPROVE THE MOBILITY OF ANY INTERESTED COMPANY OR SCHOOL.

**KEYWORDS:** MOBILITY, CO-CREATION, CITY AND MAP

## INTRODUCCIÓN

La movilidad es de vital importancia para cubrir las necesidades de la población en las grandes urbes de todo el mundo. Actualmente, el transporte urbano representa aproximadamente el 20% de las emisiones totales y se espera que este número aumente (Ferrer et al., 2018). La pérdida de tiempo, el alto costo, la inseguridad en los trayectos y los altos niveles de ruido, son algunos ejemplos de los principales problemas relacionados con el tránsito excesivo en las calles de la Ciudad de México (CDMX). Además, la congestión degrada la calidad del aire, socialmente, reduce la productividad, aumenta los costos de transporte, el riesgo de accidentes, y eleva los niveles de estrés (Bharadwaj et al., 2017). Estos inconvenientes de los desplazamientos cotidianos son analizados como un fenómeno complejo e incontrolable debido a sus dimensiones. También se observa como un problema tecnológico y de infraestructura vial, confiando en que los avances en la eficiencia de los vehículos y la construcción de más y más vías resolverán paulatinamente los conflictos. La mayoría de las investigaciones sobre la congestión del tráfico han sido técnicas y apolíticas (Mattioli et al., 2020) y han sido realizadas principalmente por ingenieros y economistas. Es evidente que estas aproximaciones, aunque son valiosas y necesarias, están lejos de resolver las consecuencias que producen los millones de recorridos que se mezclan en el tejido urbano.

La pregunta de investigación del proyecto se basa en cómo el análisis de casos particulares de los actores de la movilidad cotidiana, puede ayudar a disminuir el flujo diario y con ello resolver muchos de los efectos, sin esperar a la construcción de infraestructura vial o a la descarbonización de la flota vehicular. El objetivo principal del proyecto se fundamenta en la construcción de mapas georreferenciados y estadísticas que ayuden a describir de manera más precisa las razones de la complejidad de los desplazamientos, diagnosticar adecuadamente cada caso y generar tratamientos específicos; reconociendo a la movilidad en las ciudades como un fenómeno de cocreación, en el que cada centro laboral y estudiantil (principalmente, basado en los estudios actuales), fungen como detonadores de la necesidad de moverse. Tomando en cuenta que la congestión no se trata solo de los modos y movimientos de transporte, sino también de la política, las instituciones, los discursos, las prácticas culturales y el poder (Schwanen, 2016).

Se han realizado varios casos de estudio como parte de las investigaciones en el Doctorado en Sostenibilidad y Regeneración Urbana en la Universidad Politécnica de Madrid. El más relevante hasta el momento es el de la Universidad Autónoma Metropolitana en la Ciudad de México. Este mapa y las estadísticas asociadas, permiten saber cuál es el impacto ambiental generado, el gasto diario de dinero y tiempo, las distancias que se recorren diariamente, los tipos de transporte que utilizan, la inmigración generada, entre otros aspectos que se expondrán más adelante. Estos datos brindan información para la construcción de estrategias y la toma de decisiones que ayuden a reducir los impactos. La solución a los problemas requiere una apreciación de los contextos sociales, políticos y geográficos dentro de los cuales opera el transporte. Como argumenta Lefebvre (1991), el transporte tiene que ver con el derecho a los espacios públicos en las ciudades y quién puede o no acceder a esos espacios (ver también Koglin y Rye, 2014).

## INTRODUCTION

Mobility is vital to meet the population's needs in large cities worldwide. Urban transport accounts for approximately 20% of total emissions, which is expected to increase (Ferrer et al., 2018). The loss of time, the high cost, the insecurity in the routes and the high noise levels are some examples of the main problems related to excessive traffic on the streets of Mexico City (CDMX). In addition, congestion degrades air quality; socially, reduces productivity, increases transportation costs and the risk of accidents, and raises stress levels (Bharadwaj et al., 2017). Due to their dimensions, these inconveniences of daily commuting are analysed as a complex and uncontrollable phenomenon. It is also seen as a technological and road infrastructure problem, trusting that advances in vehicle efficiency and the construction of more and more roads will gradually resolve the conflicts. Most of the research on traffic congestion has been technical and apolitical (Mattioli et al., 2020) and has been carried out mainly by engineers and economists. It is evident that these approximations, although valuable and necessary, are far from resolving the consequences produced by the millions of routes that are mixed in the urban fabric.

The study's research question is based on how the analysis of particular cases of the actors of daily mobility can help reduce the flow and thus solve many of the effects without waiting to construct road infrastructure or decarbonise the vehicle fleet. The main objective of the project is based on the construction of georeferenced maps and statistics that help to decipher the reasons for the complexity of the displacements precisely, adequately diagnose each case and generate specific treatments, recognising mobility in cities as a phenomenon of co-creation, in which each work and student centre (mainly based on current studies), serve as triggers for the need to move. Congestion is not only about modes and movements of transport but also about politics, institutions, discourses, cultural practices and power (Schwanen, 2016).

Several case studies have been carried out as part of the research in the PhD in Sustainability and Urban Regeneration at Universidad Politécnica de Madrid. The most relevant today is that of Universidad Autónoma Metropolitana in Mexico City. This map and the associated statistics allow us to know the environmental impact generated, the daily expenditure of money and time, the distances travelled daily, the types of transport they use, and the immigration generated, among other aspects that will be explained later.

These data provide information for building strategies and making decisions that help reduce impacts. Solving the problems requires an appreciation of the social, political, and geographic contexts within which transportation operates. Lefebvre (1991) argues that transport is about the right to public spaces in cities and who can or cannot access those spaces (Koglin and Rye, 2014).

## PROBLEMÁTICA

### AGENDA 2030 Y EL ODS 11: CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

Las ciudades son centros del crecimiento económico, ya que contribuyen al 60% aproximadamente del PIB mundial. Sin embargo, también representan alrededor del 70% del CO<sub>2</sub> mundial y más del 60% del uso de recursos. La rápida urbanización da como resultado un número creciente de habitantes en barrios pobres, infraestructuras y servicios inadecuados y sobrecargados, lo cual está empeorando la contaminación del aire.

Las ciudades del mundo ocupan solo el 3% de la Tierra, pero representan entre el 60% y el 80% del consumo de energía. En 2016, el 90% de los habitantes de ciudades respiraba aire que incumplía las normas de seguridad de la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo que provocó 4,2 millones de muertes debido a la contaminación. Más de la mitad de la población urbana mundial estuvo expuesta a niveles de contaminación del aire al menos 2,5 veces más altos que el estándar de seguridad.

La Agenda 2030 de la Organización de Naciones Unidas (ONU) también establece algunos objetivos y metas relacionadas directamente con la contaminación del aire en las ciudades. Existen metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 11 relacionadas con la movilidad de las ciudades<sup>1</sup>. Las metas 11.2, 11.3 y 11.6 hablan específicamente sobre el transporte y la relación con la calidad del aire.

Los niveles de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de otros gases de efecto invernadero en la atmósfera aumentaron hasta niveles récord en 2019. A pesar de que se estima que las emisiones de gases de efecto invernadero cayeron alrededor de un 6% en 2020 debido a las restricciones de movimiento y las recesiones económicas derivadas de la pandemia de la COVID-19, esta mejora es solo temporal. El cambio climático no se va a detener. Una vez que la economía mundial comience a recuperarse de la pandemia, se espera que las emisiones vuelvan a niveles mayores.

Es interesante destacar que los objetivos y metas de la Agenda 2030 abogan por incrementar los medios de transporte en lugar de reducirlos. Es importante sumar a la estrategia tecnológica y de infraestructura una visión de reorganización social para frenar el crecimiento de la flota vehicular y los desplazamientos. Esto, con el objetivo de que el recurso público se oriente más a la habitabilidad de los espacios urbanos menos favorecidos, la atracción de inversión privada y las oportunidades laborales que eso permitirá. En lugar de las grandes cantidades de dinero que se destina al transporte; lo que genera ciudades cada vez más dispersas y complejas, como las llamadas ciudades dormitorio (Salinas, 2008).

## PROBLEM

### 2030 AGENDA AND SDG 11: SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES

Cities are centres of economic growth, contributing to approximately 60% of global GDP. However, they also account for around 70% of global CO<sub>2</sub> and more than 60% of resource use. Rapid urbanisation results in increasing numbers of poor neighbourhoods and inadequate and overburdened infrastructure and services, worsening air pollution.

The world's cities occupy only 3% of the Earth but account for between 60% and 80% of energy consumption. In 2016, 90% of city dwellers breathed air that did not meet World Health Organization (WHO) safety standards, causing 4.2 million deaths due to pollution. Over half of the world's urban population was exposed to air pollution levels at least 2.5 times higher than the safe standard.

The 2030 Agenda of the United Nations (UN) also establishes some objectives and goals for air pollution in cities. There are goals of the Sustainable Development Goal (SDG) 11 related to cities' mobility<sup>1</sup>. Goals 11.2, 11.3 and 11.6 discuss transportation and its relation to air quality.

Climate change is not going to stop. The levels of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and other greenhouse gases in the atmosphere rose to record levels in 2019. Although greenhouse gas emissions are estimated to have fallen by around 6% in 2020 due to movement restrictions and economic downturns stemming from the COVID-19 pandemic, this improvement is only temporary. Once the global economy begins to recover from the pandemic, emissions are expected to return to higher levels.

It is interesting to note that the objectives and goals of the 2030 Agenda advocate increasing the means of transport instead of reducing them. It is essential to add a vision of social reorganisation to the technological and infrastructure strategy to curb the growth of the vehicle fleet and displacements. This, with the objective that the public resource is oriented more to the habitability of the less favoured urban spaces, the attraction of private investment and the job opportunities that this will allow. Instead of the large amounts of money available for transport, which generates increasingly dispersed and complex cities, such as the so-called dormitory cities (Salinas, 2008).

<sup>1</sup> Consultar: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

<sup>1</sup> See: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

**IMPACTO EN LA SALUD POR CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA**

Las enfermedades respiratorias en todo el mundo han crecido junto con las emisiones nocivas al aire, sobre todo en las grandes ciudades. Desafortunadamente, cuando se combinan con la infección por COVID-19, el índice de riesgo aumenta. Es por esto, que analizar y considerar proyectos que mejoren la calidad del aire es pertinente. Ya en 2019 el número de decesos por la calidad del aire era alto (figura 1).

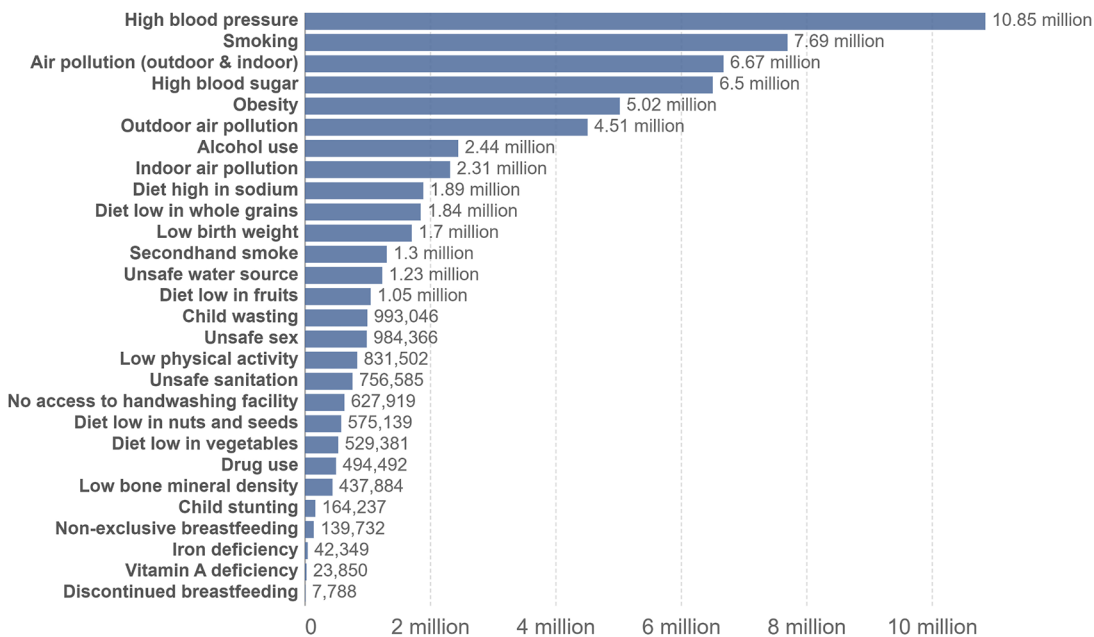
**IMPACT ON HEALTH DUE TO ATMOSPHERIC POLLUTION**

Respiratory diseases worldwide have grown along with harmful air emissions, especially in large cities. Unfortunately, when combined with COVID-19 infection, the risk ratio increases. This is why analysing and considering projects that improve air quality is pertinent. In 2019 the number of deaths due to air quality was high (figure 1).

**Number of deaths by risk factor, World, 2019**



Total annual number of deaths by risk factor, measured across all age groups and both sexes.



Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/causes-of-death • CC BY

**FIGURA 1. Número de muertes por factor de riesgo. El tercer lugar corresponde a la contaminación del aire, por encima de la obesidad. Fuente: Ritchie et al., 2018.**

**FIGURE 1. Number of deaths by risk factor. The third place corresponds to air pollution, above obesity. Source: Ritchie et al., 2018.**

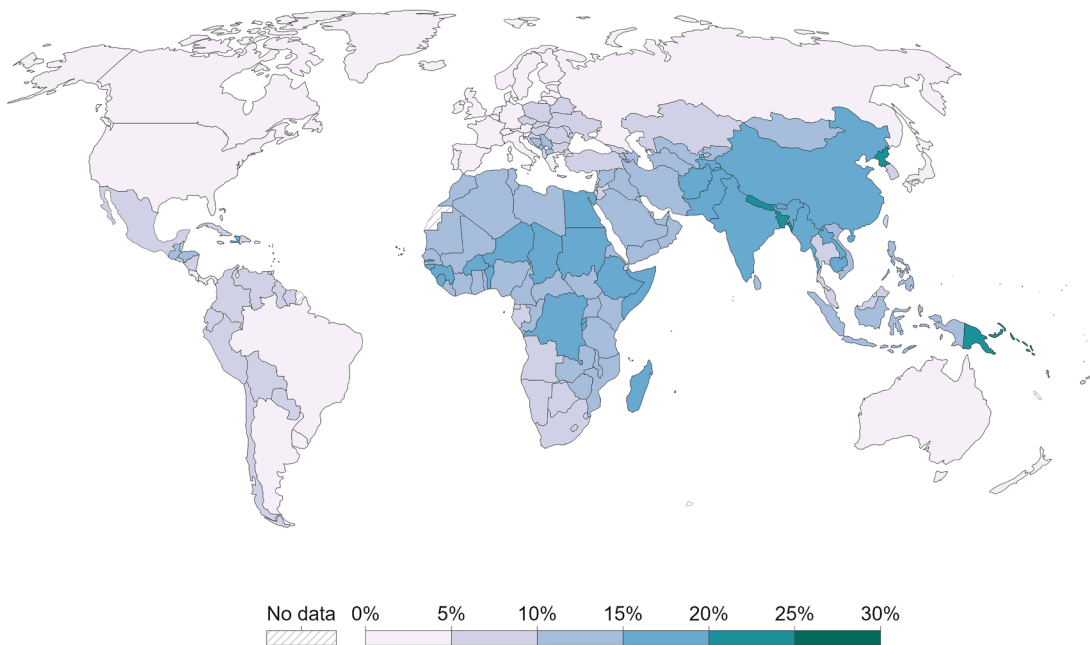
La Organización Mundial de la Salud (2015) establece que la contaminación del aire representa un importante riesgo para la salud, en países desarrollados o en desarrollo. Desde ese año la OMS establece esto como un factor de riesgo mortal (figura 2).

The World Health Organization (2015) establishes that air pollution is a significant health risk in developed or developing countries. Since that year, the WHO has established this as a fatal risk factor (figure 2).

## Share of deaths attributed to air pollution, 2019

Our World in Data

Share of deaths, from any cause, which are attributed to air pollution – from outdoor and indoor sources – as a risk factor.



Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/air-pollution • CC BY



FIGURA 2. Porcentaje de muertes por contaminación del aire. Fuente: Ritchie & Roser, 2017.

FIGURE 2. Percentage of deaths due to air pollution. Source: Ritchie & Roser, 2017.

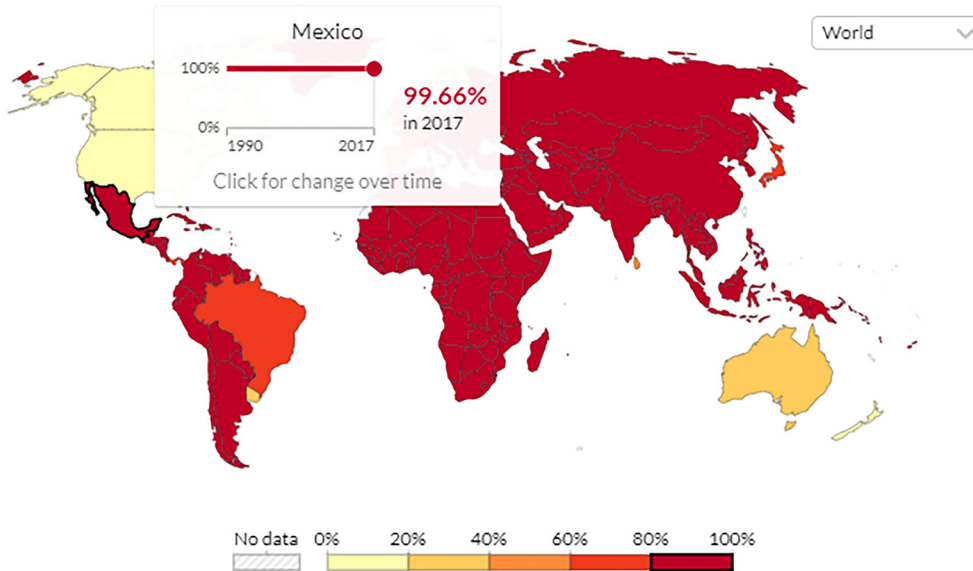
En 2016, el 91% de la población vivía en lugares donde no se respetaban las directrices de la OMS sobre la calidad del aire. En la figura 3 se puede ver el porcentaje de personas que están expuestas en México.

In 2016, 91% of the population lived where the WHO guidelines on air quality were not respected. Figure 3 shows the percentage of people who are exposed in Mexico.

## Share of the population exposed to air pollution levels above WHO guidelines, 2017

Our World in Data

The share of the population exposed to outdoor concentrations of particulate matter (PM2.5) that exceed the WHO guideline value of 10 micrograms per cubic meter per year. 10µg/m<sup>3</sup> represents the lower range of WHO recommendations for air pollution exposure over which adverse health effects are observed.



Source: Brauer et al. (2017) via World Bank

OurWorldInData.org/outdoor-air-pollution • CC BY



FIGURA 3. Porcentaje de personas expuestas a aire contaminado en México. Fuente: Ritchie & Roser, 2019.

FIGURE 3. Percentage of people exposed to polluted air in Mexico. Source: Ritchie & Roser, 2019.

En los países en desarrollo el tema es preocupante, ya que el 91% de esas defunciones se producen en países de bajos y medianos ingresos, entre ellos México, con 35 muertes por 100.000 habitantes en 2019 (figura 4). El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC (2018) sostiene: “La contaminación del aire por partículas se sitúa como el quinto factor de riesgo a la salud por su contribución al número de muertes prematuras mundiales. De acuerdo con el estudio sobre carga global de la enfermedad. Para México, dicho estudio estima que en 2015 cerca de 29.000 muertes y casi 558.000 DALY<sup>2</sup> serían atribuibles a la mala calidad del aire (IHME, 2016).”

In developing countries, the issue is worrisome since 91% of these deaths occur in low- and middle-income countries, including Mexico, with 35 deaths per 100,000 inhabitants in 2019 (Figure 4). The National Institute of Ecology and Climate Change, INECC (2018) maintains: “Air pollution by particles ranks as the fifth risk factor for health due to its contribution to the number of premature deaths worldwide, according to the study on the global burden of disease. For Mexico, said study estimates that in 2015 close to 29,000 deaths and almost 558,000 DALYs<sup>2</sup> would be attributable to poor air quality (IHME, 2016)”.

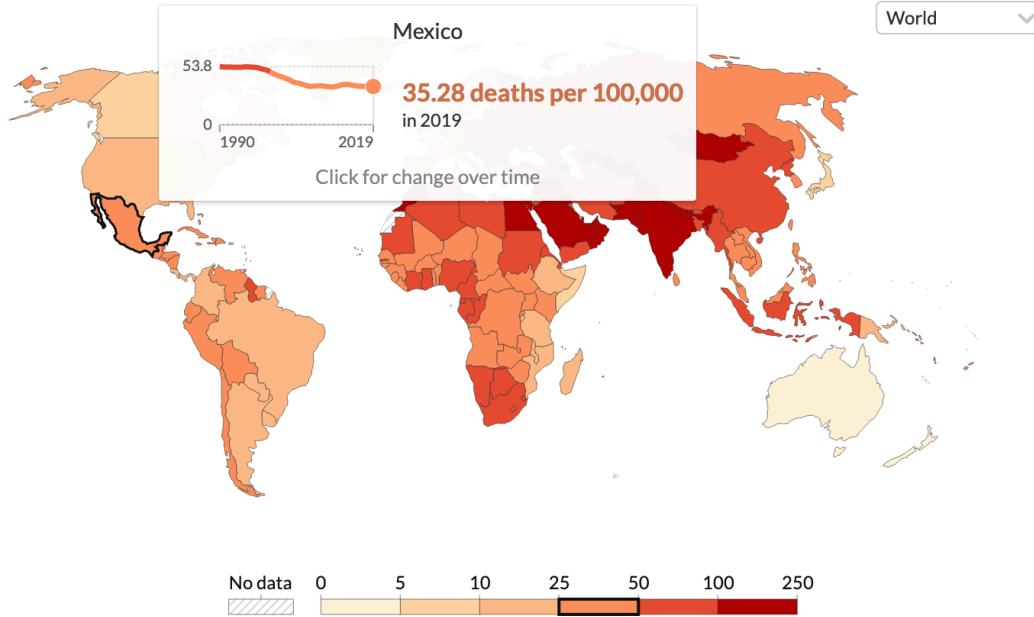
<sup>2</sup> Tres años de vida ajustados por discapacidad (AVAD), en inglés Disability Adjusted Life Years (DALY).

<sup>2</sup> Three Disability Adjusted Life Years (DALY).

## Outdoor air pollution death rate, 2019

The number of deaths attributed to outdoor ozone and particulate matter pollution per 100,000.

Our World  
in Data



Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/outdoor-air-pollution • CC BY



FIGURA 4. Tasas de mortalidad por aire contaminado en México. Fuente: Ritchie & Roser, 2019.

FIGURE 4. Mortality rates from polluted air in Mexico. Source: Ritchie & Roser, 2019.

### MOVILIDAD EN LA ZMVM

En la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) se estima que 15.62 millones de personas se desplazan cada día para sus diversas actividades, escolares y laborales principalmente (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017). Esto no es un fenómeno local; estudios en diversas partes del mundo apuntan a cifras alarmantes. El tiempo promedio de viaje en Río de Janeiro es de 90 min. En Bogotá, de 60 min. La velocidad promedio en Manila es de 7 millas por hora. Los autos en Bangkok pasan detenidos en el tráfico el equivalente a 44 días al año en promedio. La complejidad del fenómeno merece mucha atención debido a los problemas relacionados.

### MOBILITY IN THE ZMVM

In the Metropolitan Zone of the Valley of Mexico (ZMVM), it is estimated that 15.62 million people move daily for various activities, mainly school and work (National Institute of Statistics and Geography, 2017). This is not a local phenomenon; Studies in various parts of the world point to alarming figures. The average travel time in Rio de Janeiro is 90 min. In Bogotá, 60 min. The average speed in Manila is 7 miles per hour. On average, cars in Bangkok spend the equivalent of 44 days per year stopped in traffic. The complexity of the phenomenon deserves much attention due to the related problems.



El impacto ambiental es uno de los temas más importantes para analizar la movilidad urbana. El transporte es el sector de mayor consumo de combustibles fósiles con más del 60% de la energía de la Ciudad. La emisión per cápita es de 2.5 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (figura 5).

Considerando que el transporte es uno de los principales generadores de la contaminación atmosférica, y debido a las actualizaciones del modelo de estimación de este sector, el gobierno realizó un recalcó de las emisiones para los años 2012 y 2014 de los inventarios para poder comparar los diversos estudios (figura 6).

Environmental impact is one of the most critical issues to analyse urban mobility. Transportation is the sector with the highest consumption of fossil fuels, with more than 60% of the City's energy. The per capita emission is 2.5 tons of CO<sub>2</sub> equivalent (figure 5). Considering that transportation is one of the main generators of air pollution, and due to updates to the estimation model for this sector, the government recalculated the emissions for 2012 and 2014 from the inventories to compare the various studies (figure 6).

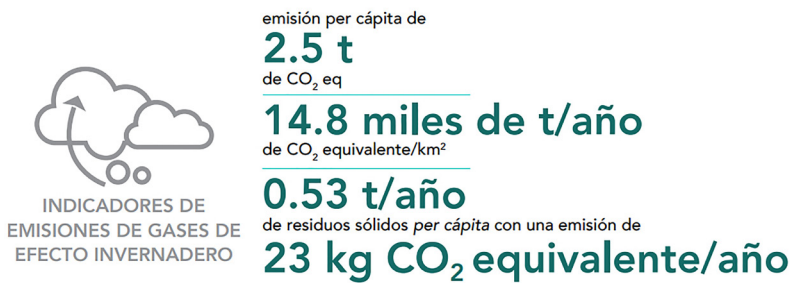


FIGURA 5. Emisiones en México en 2016. Fuente: Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2018, p. 27.

FIGURE 5. Emissions in Mexico in 2016. Source: Secretariat of the Environment of Mexico City, 2018, p. 27.

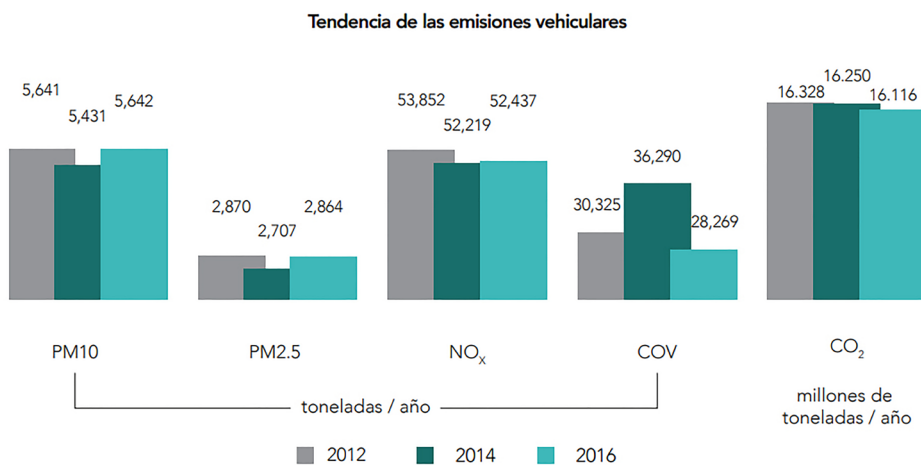


FIGURA 6. Tendencia en las emisiones vehiculares. Fuente: Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2018, p. 28.

FIGURE 6. The trend in vehicle emissions. Source: Secretariat of the Environment of Mexico City, 2018, p. 28.



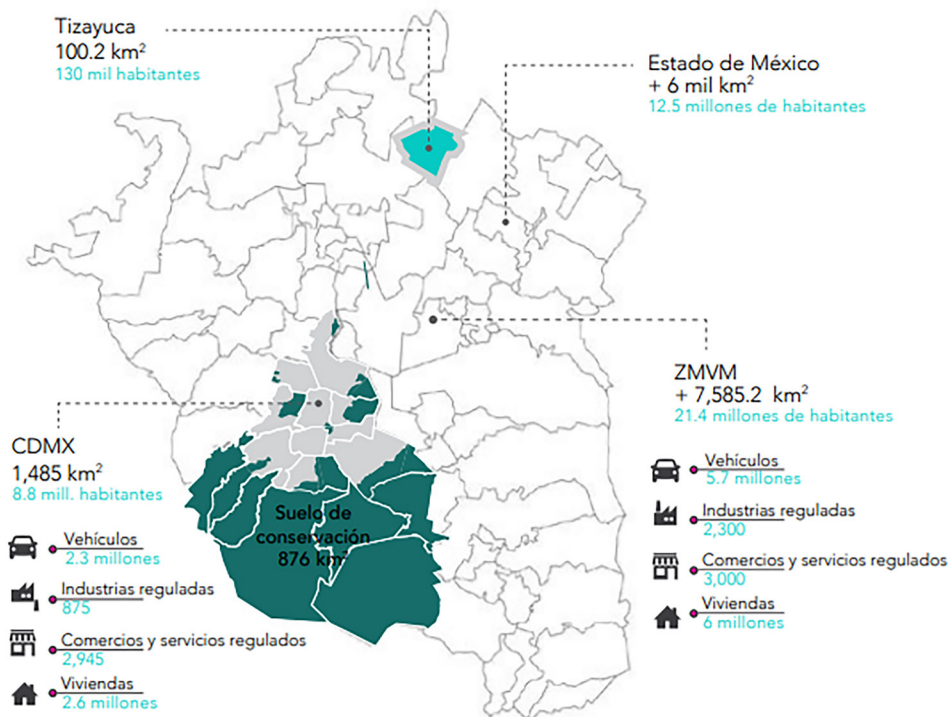


Figura 2. Ciudad de México y su zona metropolitana, 2016



FIGURA 7. Actores (Cocreadores) de la ZMVM.

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2018, p. 35.

FIGURE 7. Actors (Co-Creators) of the ZMVM.

Source: Secretariat of the Environment of Mexico City, 2018, p. 35.

En la ZMVM habitan 21.4 millones de personas y 5.7 millones de vehículos (figura 7), los cuales han posibilitado la expansión territorial y han generado una complejidad en el tejido urbano. Se evidencia que debido a la complejidad de la ciudad y a la gran cantidad de vehículos existen múltiples problemas asociados al desplazamiento. Llegar a centros laborales y estudiantiles representa un logro para algunos actores, en especial aquellos que tardan hasta 4 horas para llegar. En el caso de los alumnos de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), algunos de ellos, durante la pandemia, manifestaron su alegría de no tener que realizar esta tarea que representa un esfuerzo y un gasto importante.

The ZMVM is inhabited by 21.4 million people and 5.7 million vehicles (figure 7), which have enabled territorial expansion and have generated complexity in the urban fabric.

It is evident that due to the complexity of the city and a large number of vehicles, there are multiple problems associated with displacement. Getting to work and the location of student centres represents an achievement for some actors, especially those that take up to 4 hours to arrive. In the case of the students of Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), some of them, during the pandemic, have expressed their joy at not having to carry out this task, which represents a significant effort and expense.

#### SOLUCIONES COMUNES A LA MOVILIDAD EN LAS CIUDADES

El desarrollo de infraestructura para la movilidad es la manera más común de intentar resolver los problemas y proveer de una ilusión de accesibilidad y calidad de vida a las periferias. Las formas de hacerlo son: por un lado, la construcción de caminos y vías de acceso a las zonas centrales de las grandes ciudades; por el otro, la creación de nuevos sistemas de transporte. Sin embargo, no todos han significado una solución a los problemas de los desplazamientos. Más vías han significado la oportunidad para que la flota vehicular crezca y se incremente el problema en ciudades dispersas. El desarrollo de la infraestructura implica cambios masivos en el uso del suelo a lo largo de las rutas y estimula la expansión urbana en los nodos de transferencia, lo que lleva a una degradación de los servicios ecosistémicos, incluida la conservación del suelo (Dai, 2022).

Comúnmente se observan los sistemas de transporte público como una solución. Sin embargo, en ciudades dispersas y con gran población, resultan insuficientes. En la figura 8 se puede observar la saturación. Además, los medios que existen no tienen un óptimo funcionamiento o, en el peor de los casos, colapsan por su mala construcción (figura 9).

#### COMMON SOLUTIONS TO MOBILITY IN CITIES

The development of infrastructure for mobility is the most common way to solve problems and provide an illusion of accessibility and quality of life to the peripheries. The ways to do it are: on the one hand, the construction of roads and access roads to the central areas of large cities; on the other, the creation of new transportation systems. However, not all have meant a solution to displacement problems. More roads have allowed the vehicle fleet to grow, and the problem in dispersed cities has increased. Infrastructure development implies massive changes in land use along routes and stimulates urban sprawl at transfer nodes, leading to a degradation of ecosystem services, including soil conservation (Dai, 2022).

Public transport systems are commonly seen as a solution. However, in dispersed cities with large populations, they are insufficient. In Figure 8, you can see the saturation. In addition, the existing means do not function optimally or, in the worst case, collapse due to poor construction (figure 9).



**FIGURA 8.** Saturación de la línea 9 del metro de Ciudad de México por la apertura de la nueva línea 12 ya colapsada. Fuente: Milenio (2020).

**FIGURE 8.** The saturation of line 9 of the Mexico City subway, due to the opening of the new line 12, has already collapsed. Source: Milenio (2020).



FIGURA 9. Colapso de vías de la línea 12 del metro de Ciudad de México. Fuente: Proceso (2021).

FIGURE 9. The collapse of tracks on line 12 of the Mexico City subway. Source: Proceso (2021).

Por otra parte, el recambio tecnológico en la flota vehicular es visto como una vía para la reducción de los problemas de contaminación y ruido generados por el transporte, en especial los vehículos privados. Aunque en algunos países y sociedades con el capital suficiente para realizar este gasto puede ser una opción, otros problemas como los accidentes y el espacio ocupado por vehículos y vías para que circulen quedan sin resolver. Además, este reemplazo de motores térmicos a eléctricos no se ve como una realidad a corto plazo para Latinoamérica. El CEO de Toyota dice que la región aún no está lista para este cambio por sus particulares condiciones (figura 10).

On the other hand, technological replacement in the vehicle fleet is seen as a way to reduce pollution and noise problems generated by transportation, especially private vehicles. Although in some countries and societies with sufficient capital to carry out this expense, it may be an option, other problems, such as accidents and the space occupied by vehicles and roads for them to circulate, still need to be solved. In addition, replacing thermal engines with electric ones is not seen as a reality in the short term for Latin America. The CEO of Toyota says that the region is not yet ready for this change due to its particular conditions (figure 10).



FIGURA 10. Toyota no ofrecerá vehículos eléctricos en Latam. Fuente: Bloomberg Línea (2022).

FIGURE 10. Toyota will not offer electric vehicles in Latam. Source: Bloomberg Línea (2022).

## METODOLOGÍA

### MAPA DE MOVILIDAD

El estudio es una alternativa a las soluciones tradicionales y se centra en un análisis social del fenómeno, abordado desde la lógica del diseño para un futuro sustentable, el diseño para las transiciones y el diseño de sistemas socio técnicos (Irwin, 2011, 2015). La movilidad de una ciudad se crea a partir de las necesidades de cada individuo en el día a día, es cambiante y se co-crea. Al abordar el tema desde la gente, se puede dividir en sus elementos básicos, estos resultan ser los principales actores de la movilidad diaria, las escuelas y las oficinas (figura 11). Al centrarse en estos puntos de acción se pueden identificar los problemas particulares de las comunidades urbanas ordenadas a partir de su destino común. Además de facilitar el estudio y diagnóstico, este proceso cartesiano permite entender el nivel de impacto e incidencia que cada centro laboral y estudiantil tiene en relación con el fenómeno urbano completo.

## METHODOLOGY

### MOBILITY MAP

The study is an alternative to traditional solutions and focuses on a social analysis of the phenomenon, approached from the logic of design for a sustainable future, design for transitions and the design of socio-technical systems (Irwin, 2011, 2015). A city's mobility is created from the needs of each individual on a day-to-day basis; it evolves and is co-created. When approaching the subject from the people, it can be divided into its basic elements: the main actors of daily mobility, schools and offices (figure 11). By focusing on these action points, the particular problems of urban communities ordered from their common destiny can be identified. In addition to facilitating the study and diagnosis, this Cartesian process allows us to understand the level of impact and incidence that each work and student centre has on the entire urban phenomenon.

### COMPARATIVO EOD 2007–2017 DE LA DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE VIAJES REALIZADOS EN UN DÍA ENTRE SEMANA POR LA POBLACIÓN DE 6 AÑOS Y MÁS, SEGÚN TIPO DE LUGAR DE DESTINO DEL VIAJE

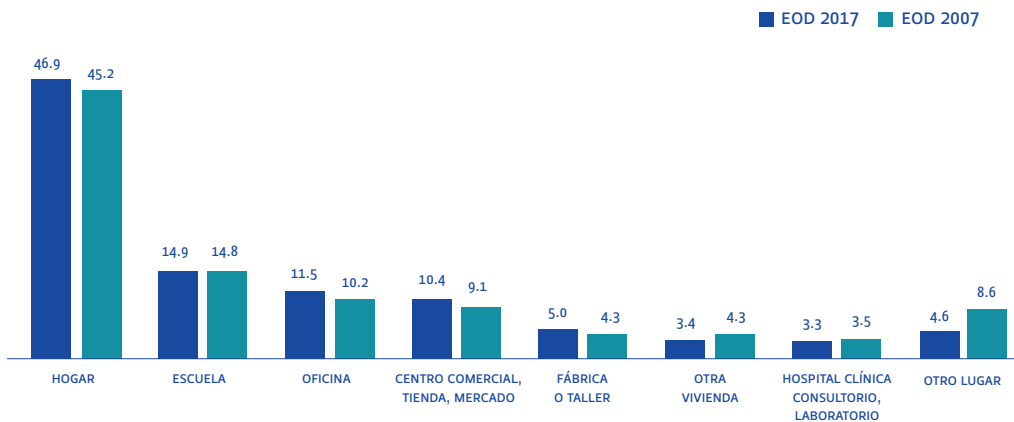


FIGURA 11. Viajes en un día entre semana en la ZMVM. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2017).

FIGURE 11. Trips on a weekday in the ZMVM. Source: National Institute of Statistics and Geography, INEGI (2017).

Inicialmente se describe cómo se realiza el estudio en cualquier escuela o empresa interesada. Al final de esta descripción general se exponen solo algunos de los resultados que se obtuvieron en el Mapa de Movilidad de la UAM Azcapotzalco, únicamente como ejemplos del potencial del estudio. Entonces, el mapa se realiza al interior de escuelas y empresas con el objetivo observar los traslados de los miembros de la comunidad e identificar los problemas y las áreas de oportunidad para la elaboración de estrategias que ayuden a reducir los conflictos en los desplazamientos, en especial los más segregados o vulnerables. Los resultados se pueden obtener en cualquier centro laboral y estudiantil de una zona o de toda una ciudad. Si se realiza de

Initially, it describes how the study is carried out in any interested school or company. At the end of this general description, only some of the results obtained in the Mobility Map of the UAM Azcapotzalco are presented only as examples of the study's potential. Then, the map is made within schools and companies to observe the transfers of community members and identify the problems and areas of opportunity for the elaboration of strategies that help reduce conflicts in displacements, especially the most segregated or vulnerable. Results can be obtained at any job and student centre in an area or city. If done this way, elements that are not visible today can be recognised. Although it is assumed that democratic governments are the majority's voice, co-creation processes can help



esta manera, se pueden reconocer cosas que hoy no son visibles. Aunque se asume que los gobiernos democráticos son la voz de las mayorías, los procesos de cocreación pueden ayudar a resolver los problemas de maneras más eficientes y veloces. Hay un poderoso elemento democratizador en la cocreación que también puede ser usado para involucrar a ciudadanos y grupos influyentes en la creación conjunta de innovación social en áreas tales como gubernamentalidad (Ind et al., 2012), servicios públicos (Ramaswamy y Gouillart, 2010) y salud y educación (Leadbeater, 2008) y también la movilidad. Involucrando a los actores se puede reconocer, desde la responsabilidad que tiene cada centro basado en su contribución al problema, hasta la oportunidad de detectar acciones particulares que ayuden a mitigar los efectos y sumen en la construcción de un futuro posible en las grandes ciudades.

#### OBTENCIÓN DE DATOS

Para la adquisición de datos se utilizan las encuestas como método de trabajo. Son en línea a través de una página oficial de la Universidad debido a la importancia de proteger los datos de la comunidad y para incentivar su participación. El sistema se programa con la ayuda de ingenieros en sistemas de la Coordinación de Servicios de Computo de la UAM Azcapotzalco. En dicha encuesta hay preguntas sobre los datos relacionados con la movilidad diaria de los miembros de la comunidad y se generan mapas (imágenes e interactivos) y estadísticas.

En el sitio: <https://movilidad.azc.uam.mx>, es donde se albergan las distintas encuestas, no solo de la Universidad, sino de cada escuela y empresa de cualquier ciudad que lo requiera.

Las encuestas realizadas dan respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Desde dónde se desplazan las personas de un centro laboral o educativo?
- ¿Cómo se desplazan las personas de un centro laboral o educativo?
- ¿Qué tipo de transportes utilizan?
- ¿Cuál es el impacto ambiental que genera cada centro laboral o educativo?
- ¿Cuánto dinero gasta la comunidad de un centro laboral o educativo en transporte?
- ¿Cuánto tiempo gasta la comunidad de un centro laboral o educativo en los trayectos?
- ¿Qué riesgos enfrenta la comunidad en los trayectos?
- ¿Cuál es el porcentaje de inmigración de la comunidad?
- ¿Es una comunidad compacta o dispersa (de 15 min)?
- Si no es una comunidad de 15 min, ¿Qué porcentaje de esta, cumple con ese criterio?
- ¿Qué estrategias se pueden generar para mejorar la movilidad y calidad de vida de la comunidad universitaria?

solve problems more efficiently and quickly. There is a powerful democratising element in co-creation that can also be used to engage citizens and influential groups in the co-creation of social innovation. This can be applied in areas such as governmentality (Ind et al., 2012), public services (Ramaswamy and Gouillart, 2010), health and education (Leadbeater, 2008) and also mobility. Involving the actors, it is possible to recognise each centre's responsibility based on its contribution to the problem to raise opportunities to detect particular actions that help mitigate the effects and add to the construction of a possible future in large cities.

#### DATA COLLECTION

Surveys are used as a working method for the acquisition of data. They are performed online through an official page of the University to protect the community's data and encourage their participation. The system is programmed with the help of systems engineers from the Computer Services Coordination of the UAM Azcapotzalco. In this survey, there are questions about the data related to the daily mobility of the members of the community and maps (images and interactive) and statistics are generated. The webpage: <https://movilidad.azc.uam.mx> is where the surveys are housed for the University and each school and company in any city that requires it.

The surveys carried out answer the following questions:

- Where do people from a work or educational centre move from?
- How do people move from a work or educational centre?
- What type of transport do they use?
- What environmental impact is generated by each work or educational centre?
- How much money does the community of work or educational centre spend on transportation?
- How much time does the community of work or educational centre spend travelling?
- What risks does the community face on the journeys?
- What is the immigration percentage of the community?
- Is it a compact or dispersed community (15 min)?
- If it is not a 15 min community, what percentage of it meets that criteria?
- What strategies can be generated to improve the university community's mobility and quality of life?

## RESULTADOS

Una vez aplicada la encuesta se obtiene una base de datos que se divide para obtener mapas y estadísticas relacionadas con la movilidad.

Los datos que se obtienen son:

- **Impacto ambiental por movilidad.** Cálculo del impacto en CO<sub>2</sub> por persona y de toda la comunidad universitaria. Datos obtenidos de la comunidad vinculados con las cifras de emisiones de CO<sub>2</sub> por transporte.
- **Estadísticas (tiempo, distancia y dinero).** Se cuantifica el tiempo invertido. También, se establecen distancias y un radar en el mapa para identificar patrones y los casos críticos. Finalmente, se cuantifica el gasto económico en relación a la movilidad.
- **Cuantificación de la inmigración causada por los centros laborales y estudiantiles.** Estadísticas relacionadas con el nivel de inmigración que la Universidad aporta a la ciudad y un mapa relacionado.
- **Cantidad de personas de la comunidad laboral o estudiantil que viven a 15 minutos y que medios utilizan.** Cuantificar a las personas que logran ese tiempo en los diferentes transportes y establecer un porcentaje de C15 (Comunidad de 15 minutos). Posteriormente se diagnosticará a la comunidad y se analizará el potencial de incrementar su nivel.
- **Tamaño de la muestra.** Se determina el tamaño de la muestra y su nivel de confianza y margen de error.

Las estadísticas y mapas que se entregan son los siguientes:

- **Mapa de georreferenciación.** Mapa interactivo con la ubicación e información de los miembros de la comunidad.
- **Densidad de población (círculo de influencia).** Mapa donde se puede visualizar por contraste, la ubicación de la comunidad y evidenciar el círculo de influencia y la concentración por alcaldía y municipio.
- **Distancias recorridas equivalentes (km).** Tabla de distancias que evidencia los recorridos diarios y su equivalente en vueltas a la Tierra.
- **Gasto de tiempo en transporte.** Índice HHT (horas hombre de trabajo). Tabla de gasto de tiempo en viajes y horas hombre desperdiciadas en los traslados.
- **Gasto en transporte.** Tabla con el gasto promedio diario, anual y el equivalente a salarios mínimos.
- **Impacto ambiental en CO<sub>2</sub>.** Tabla con las emisiones de CO<sub>2</sub> en gramos por kilómetro por persona y la aportación a la Ciudad, si existen los datos.
- **Car Free Community Factor (comunidad libre de autos).** Tabla con los porcentajes de utilización del automóvil en la comunidad (los resultados se pueden visualizar en el mapa) (Brown, 2017).
- **Car Sharing Factor (auto compartido en la comunidad).** Mapa interactivo con la ubicación de alumnos que están dispuestos a compartir su auto y los que usan transporte público que viven cerca o están en el camino, con datos de

## RESULTS

Once the survey is applied, a database is divided to obtain maps and statistics related to mobility.

The data obtained is as follows:

- **Environmental impact due to mobility.** Calculation of the impact of CO<sub>2</sub> per person and on the entire university community. Data obtained from the community linked to the figures for CO<sub>2</sub> emissions from transport.
- **Statistics (time, distance and money).** The time invested is quantified. Also, distances and radar are established on the map to identify patterns and critical cases. Finally, the economic expense concerning mobility is quantified.
- **Quantification of immigration caused by work and student centres.** Statistics related to the level of immigration that the University brings to the city and a related map.
- **The number of people from the work or student community who live 15 minutes away and what means they use.** Quantify the people who achieve that time in the different transports and establish a percentage of C15 (Community of 15 minutes). Subsequently, the community will be diagnosed, and the potential to increase its level will be analysed.
- **Sample size.** The sample size, level of confidence and margin of error are determined.

The statistics and maps that are delivered are the following:

- **Georeferencing map.** Interactive map with the location and information of the members of the community.
- **Population density (circle of influence).** Map where it is possible to visualise, by contrast, the community's location and show the circle of influence and the concentration by mayorality and municipality.
- **Equivalent distances travelled (km).** Table of distances that shows the daily routes and their equivalent in turns around the Earth.).
- **Time spent on transportation.** HHT index (person-hours of work). Table of time spent on trips and man-hours wasted on transfers.
- **Transportation spending.** Table with average daily and annual spending and the equivalent of minimum wages.
- **Environmental impact in CO<sub>2</sub>.** Table with CO<sub>2</sub> emissions in grams per kilometre per person and the contribution to the city, if the data exists.
- **Car Free Community Factor (car-free community).** Table with the percentages of car use in the community (the results can be viewed on the map) (Brown, 2017).
- **Car Sharing Factor (community car sharing).** Interactive map with the location of students willing to share their car and those who use public transport who live nearby or are on the way, with information for each one to contact and organise them.
- **Active Mobility Index.** Map and statistics of the community

- cada uno para contactarlos y organizarlos.
- **Active Mobility Index (índice de movilidad activa).** Mapa y estadísticas de la comunidad que va a pie y en bicicleta al centro laboral o estudiantil.
  - **Potencial Active Mobility Factor (pueden ir en bici, pero no tienen una).** Mapa y estadísticas de la comunidad que potencialmente se puede desplazar activamente.
  - **TOC Factor (Transport Oriented Community).** Mapa y estadísticas de la comunidad que va en transporte público. Se determina la dependencia al transporte público.
  - **Migration Index (índice de migración).** Mapa y estadísticas de las personas que migraron para ser parte del centro laboral o estudiantil y su ubicación.
  - **Origen de la migración.** Mapa y estadísticas de la procedencia de los migrantes.
  - **Transporte particular.** Mapa y tabla con las personas que requieren el servicio, donde se puede analizar rutas y factibilidad.
  - **Educación a distancia e híbrida.** Mapa y estadísticas de las personas que prefieren el sistema híbrido o completamente a distancia y su ubicación.
  - **Rent Community Factor (comunidad que desea vivir cerca).** Se identifica la fuerza de atracción del centro laboral o estudiantil. Comunidad que desea vivir cerca pero no ha sabido como lograrlo. Incluye un mapa y estadísticas.
  - **Rent Sharing Community Factor (compartir vivienda).** Relaciona a personas que desean vivir cerca con las que viven cerca y están dispuestas a compartir su vivienda. Incluye tabla y mapa. Lo importante es la información de cada miembro de la comunidad para organizarlos.
  - **Potencial TOC Community Factor (ir en transporte público).** Mapa y tabla de personas que van en auto y están dispuestos a ir en transporte público.
  - **15 minutes community factor (dispersa / compacta).** Mapa y tabla con información de la dispersión de la comunidad (Moreno, 2019).
  - **Mapa de seguridad y agresión sexual.** Mapas donde se muestran las zonas de riesgo de asalto y agresión sexual.
  - **Segregación socio espacial por distancia.** Mapa y tabla con información que pone en evidencia quienes están segregados por distancia y acceso a los medios de transporte (Sabatini, 2006).
  - **Riesgo por COVID (ya se superó, pero se planteó).** Análisis de riesgo a partir del tiempo en transporte público (mapa de más de 40 min en su recorrido).
- that goes on foot and by bicycle to work or the student centre.
- **Potential Active Mobility Factor (they can ride a bike but do not have one).** Potentially active scrollable community map and statistics.
  - **TOC Factor (Transport Oriented Community).** Map and statistics of the community that uses public transport. Dependence on public transport is determined.
  - **Migration Index.** Map and statistics of the people who migrated to be part of the work or student centre and their location.
  - **Origin of migration.** Map and statistics of the origin of migrants.
  - **Private transport.** Map and table with the people who require the service, where routes and feasibility can be analysed.
  - **Distance and hybrid education.** Map and statistics of the people who prefer the hybrid or completely remote system and their location.
  - **Rent Community Factor (community who want to live near). The force of attraction of the work or student centre is identified.** The community that wants to live nearby but has yet to learn how to achieve it. Includes a map and statistics.
  - **Rent Sharing Community Factor (shared housing).** It matches people who want to live nearby with those who live nearby and are willing to share their housing. Includes table and map. The important thing is the information of each community member to organise them.
  - **Potential TOC Community Factor (go by public transport).** Map and table of people who go by car and are willing to go by public transport.
  - **Fifteen minutes community factor (dispersed / compact).** Map and table with information on the dispersion of the community (Moreno, 2019).
  - **Security and sexual assault map.** Maps showing the risk areas for assault and sexual assault.
  - **Socio-spatial segregation by distance.** Map and table with information that shows who is segregated by distance and access to transportation (Sabatini, 2006).
  - **The risk from COVID (already resolved, but was raised).** Risk analysis from the time in public transport (map of more than 40 min in its journey).



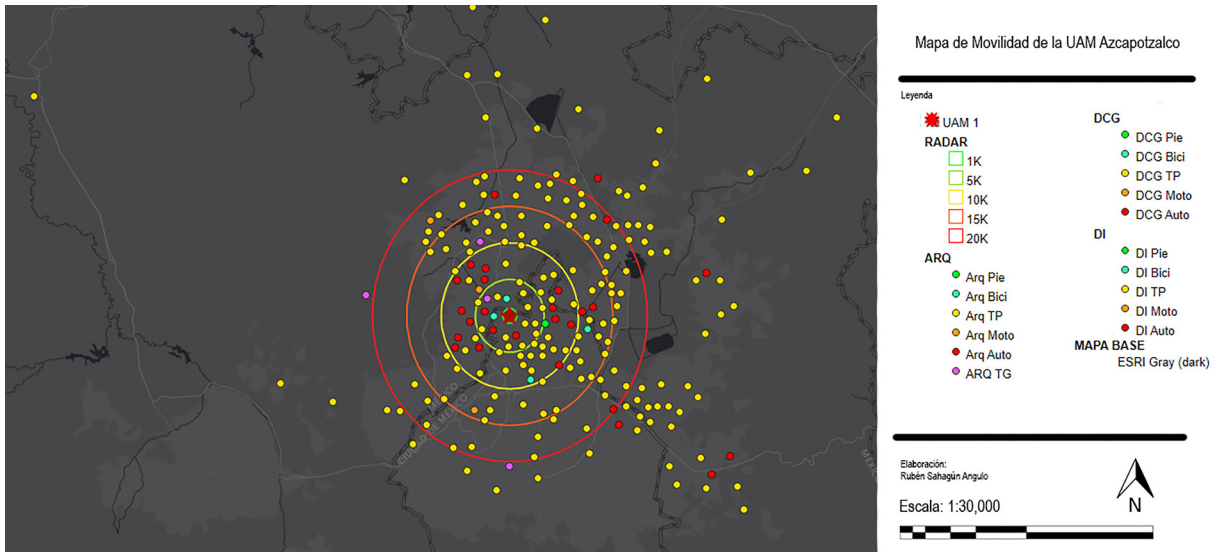


FIGURA 12. Mapa interactivo de movilidad de la UAM Azcapotzalco. Fuente: Elaboración propia.

FIGURE 12. Interactive mobility map of UAM Azcapotzalco. Source: self-made.

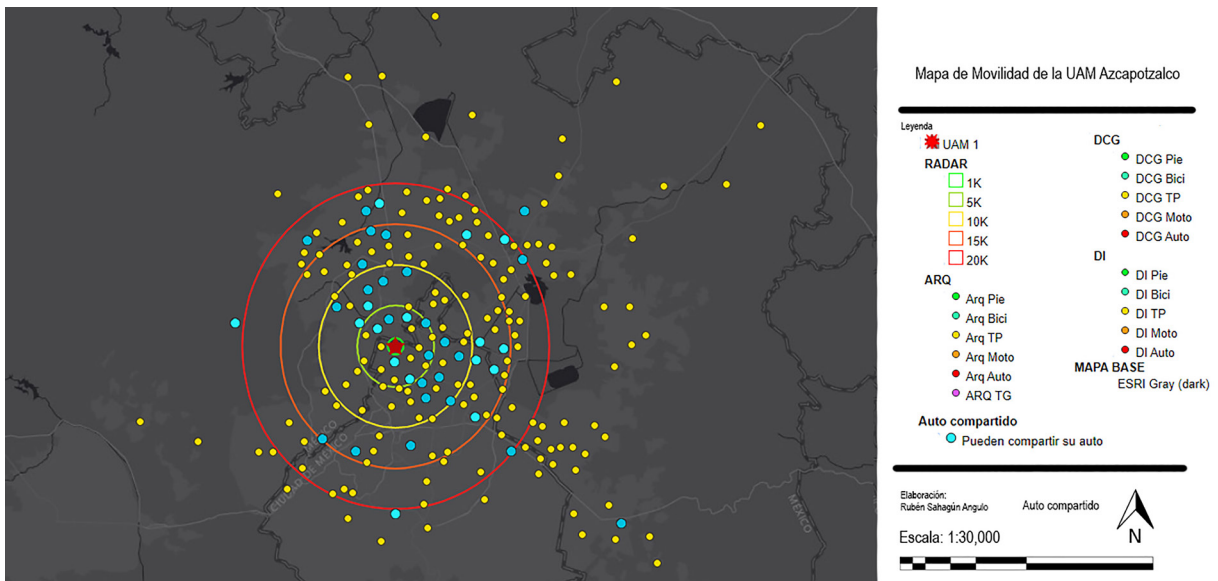


FIGURA 13. Mapa de Car Sharing donde se observan los miembros con auto que pueden compartirlo y los que van en Transporte Público. Fuente: Elaboración propia.

FIGURE 13. Car Sharing map showing members with a car who can share it and those who use Public Transportation. Source: self-made.

## RESULTADOS EN LA UAM

Estos datos pueden ayudar a la empresa o escuela en la generación de acciones específicas o planes de transporte al trabajo (PTT) (Instituto de Diversificación y Ahorro Energético, 2019) de muy diversas maneras, adecuadas a cada caso, que contribuyan en atender los grandes problemas de la movilidad en las ciudades, haciendo de estas más sostenibles, un caso a la vez. En las figuras 12 y 13 se pueden observar dos mapas interactivos como resultado del estudio de la UAM Azcapotzalco. Este se realizó con la aprobación del director de la escuela y con el apoyo de los profesores y estudiantes por medio de un instrumento abierto a la comunidad a través de la página institucional. La muestra fue de 697 encuestados de un universo de 3500 con un nivel de confianza del 99% y un margen de error de  $\pm 4.37$ , lo que resulta en un estudio con un excelente nivel de confiabilidad. Cabe mencionar que se cuidó el manejo de la información ya que se recaba el lugar de residencia. Una vez que se obtienen los datos, se trabajan en hojas de cálculo y se vierten en sistemas de información geográfica para la obtención de mapa y estadísticas. Los resultados expuestos en este documento solo son ejemplos de la descripción de resultados del estudio completo, debido a su amplitud. En la figura 12 se puede observar la dispersión de los estudiantes con respecto al campus y el tipo de transporte. Cada punto del mapa interactivo cuenta con toda la información específica del alumno con el objetivo de ayudar en el proceso de análisis de información y toma de decisiones. Este mapa cruzado con la información de medios y vías de transporte ayuda al análisis de diversos temas como son: la segregación socio espacial por transporte, la dependencia a los transportes o a la construcción del factor de comunidad de 15 minutos descritos anteriormente. En la figura 13 se pueden observar los alumnos con auto dispuestos a compartirlo con otros estudiantes y los alumnos que van en transporte público. En este caso se pueden generar estrategias para compartir auto y reducir los conflictos para llegar a la universidad, además del mejor uso de los recursos. Así como estos dos ejemplos, se obtuvieron 24 salidas distintas que se pueden consultar más a detalle poniéndose en contacto a través del correo: [mapademovilidad@azc.uam.mx](mailto:mapademovilidad@azc.uam.mx). Cualquier institución interesada puede solicitar el estudio de su comunidad.

## RESULTS AT UAM

These data can help the company or school in the generation of specific actions or transportation to work plans (TWP) (Institute of Diversification and Energy Saving, 2019) in many different ways, appropriate to each case, that contribute to addressing the significant mobility problems in cities, making them more sustainable, one case at a time.

In figures 12 and 13, you can see two interactive maps as a result of the study of UAM Azcapotzalco. This was done with the school director's approval and with the support of teachers and students through an open-to-the-community instrument through the institutional page. The sample consisted of 697 respondents from a universe of 3,500 with a confidence level of 99% and a margin of error of  $\pm 4.37$ , which results in a study with an excellent level of reliability. It is worth mentioning that care was taken in handling the information since the place of residence was collected. Once the data is obtained, it is processed in spreadsheets and fed into geographic information systems to obtain maps and statistics. The results presented in this document are only examples of the description of the results of the complete study due to their breadth. Figure 12 shows the dispersion of students concerning the campus and the type of transportation. Each point of the interactive map has all the specific information of the student in order to help in the information analysis and decision-making process. This map, crossed with the information on means and routes of transport, helps analyse various issues such as socio-spatial segregation by transport, dependence on transport or the construction of the 15-minute community factor described above. Figure 13 shows students with a car willing to share it with others and students who use public transport. In this case, strategies can be generated to share a car and reduce conflicts in getting to the university, in addition to the best use of resources. As well as these two examples, 24 different outputs were obtained that can be consulted in more detail by contacting us by email: [mapademovilidad@azc.uam.mx](mailto:mapademovilidad@azc.uam.mx). Any interested institution can request the study of its community.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La cocreación de soluciones existe cuando los actores de un sistema tienen la capacidad de realizar acciones para influir en los procesos y resultados del mismo. Los mapas de movilidad empoderan a las instituciones públicas y privadas en la toma de decisiones con relación a la mejora de la movilidad de sus comunidades sin esperar a que los gobiernos resuelvan lo que, en esencia, es consecuencia de la acción de todos. Así mismo, los resultados nos hacen conscientes de la responsabilidad que tiene cada individuo y organización en la cocreación del problema y el potencial para resolverlo. Es evidente entonces, que los estudios pueden ser útiles para analizar posibles estrategias para reducir los impactos en las ciudades más pobladas, ya que, al resolver las particularidades, poco a poco se resuelve el sistema completo. Además, la complejidad que representa analizar toda la movilidad de una metrópolis hace que los estudios generales no tengan suficiente fuerza y aplicación en las comunidades urbanas. Las escuelas y empresas que realicen este proyecto de bajo costo, pero de grandes beneficios, tendrán la claridad que brinda un diagnóstico adecuado de los problemas relacionados al desplazamiento en las ciudades con medios nocivos, además de la disminución en los costos en la comunidad y la pérdida de tiempo en los recorridos, lo que redundará en una baja eficiencia terminal en las escuelas y una baja productividad en las empresas. El mapa de movilidad atiende un área todavía desatendida en el intento de reducir los impactos asociados a los desplazamientos en las ciudades, un caso a la vez. Finalmente, la reorganización social como resultado de la acción posterior al análisis puede ayudar a acercarnos cada vez más a las ciudades sostenibles.

## DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The co-creation of solutions exists when the actors of a system can carry out actions to influence its processes and results. Mobility maps empower public and private institutions in decision-making to improve the mobility of their communities without waiting for governments to resolve what, in essence, is a consequence of everyone's actions. Likewise, the results make us aware of each individual and organisation's responsibility in co-creating the problem and the potential to solve it. It is evident, then, that the studies can help analyse possible strategies to reduce the impacts in the most populated cities since, by resolving the particularities, little by little, the complete system is resolved. In addition, the complexity of analysing the full mobility of a metropolis means that general studies need more force and application in urban communities.

The mobility map addresses an area that is still underserved in an attempt to reduce the impacts associated with displacement in cities, one case at a time. The schools and companies that carry out this low-cost project, but with great benefits, will have the clarity provided by an adequate diagnosis of the problems related to displacement in cities with harmful environments, in addition to the reduction in costs in the community and the loss of time travelling, which results in low terminal efficiency in schools and low productivity in companies. Finally, social re-organisation resulting from post-analysis action can help move us ever closer to sustainable cities.

### RUBÉN SAHAGÚN ANGULO

sahagun@azc.uam.mx, <https://sahagun.webnode.mx/>

PROFESOR – INVESTIGADOR DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CONOCIMIENTO DEL DISEÑO UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA. MÉXICO  
ORCID 0000-0002-0145-1618

ESTUDIÓ DISEÑO INDUSTRIAL EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA (UAM). POSTERIORMENTE OBTUVO SU GRADO DE MAESTRÍA EN EL POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL DE LA UNAM. ACTUALMENTE ESTÁ CURSANDO EL DOCTORADO EN SOSTENIBILIDAD Y REGENERACIÓN URBANA EN LA UPM DE MADRID Y ES RESPONSABLE DEL CENTRO DE DISEÑO PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA RED SDSN MÉXICO Y DEL LABORATORIO DE ECODISEÑO Y MATERIALOTECA DE LA UAM.

HE STUDIED INDUSTRIAL DESIGN AT UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA (UAM). SUBSEQUENTLY, HE OBTAINED HIS MASTER'S IN POSTGRADUATE DEGREE IN INDUSTRIAL DESIGN FROM UNAM. HE IS STUDYING FOR A DOCTORATE IN SUSTAINABILITY AND URBAN REGENERATION AT THE UPM IN MADRID. HE IS RESPONSIBLE FOR THE CENTRE OF DESIGN FOR SUSTAINABILITY OF THE SDSN MEXICO NETWORK AND THE UAM ECODESIGN LABORATORY AND MATERIAL LIBRARY.

## REFERENCIAS / REFERENCES

- Bharadwaj, S., Ballare, S., & Chandel, M. K. (2017). Impact of congestion on greenhouse gas emissions for road transport in Mumbai metropolitan region. *Transportation Research Procedia*, 25, 3538–3551. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.282>
- Bloomberg Línea (2022, marzo 23). CEO de Toyota en Latam: Región “no está preparada” aún para vehículos eléctricos. <https://www.bloomberglinea.com/2022/03/23/ceo-de-toyota-en-latam-region-no-esta-preparada-aun-para-vehiculos-electricos/>
- Brown, A. (2017). Car-less or car-free? Socioeconomic and mobility differences among zero-car households. *Transport Policy*, 60, 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.09.016>
- Dai, Y., Li, X., Wang, D., & Wang, Y. (2022). Impact of Accessibility to Cities at Multiple Administrative Levels on Soil Conservation: A Case Study of Hunan Province. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11768. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811768>
- Ferrer, A. L. C., Thomé, A. M. T., & Scavarda, A. J. (2018). Sustainable urban infrastructure: a review. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 360–372. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.07.017>
- Ind, N., Fuller, C., & Trevail, C. (2012). *Brand together: How co-creation generates innovation and re-energizes brands*. Kogan Page Publishers.
- Instituto de Diversificación y Ahorro Energético, IDAE. (2019). *Planes de Transporte al Trabajo. Muévete con un plan*. [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/guia-idae-019\\_ptt.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/guia-idae-019_ptt.pdf)
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC. (2018). *Informe Nacional de Calidad del Aire, 2017*, México. Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación de Calidad del Aire y Contaminantes Climáticos. Ciudad de México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2017) *Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017*. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/eod/2017/doc/resultados\\_eod\\_2017.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/eod/2017/doc/resultados_eod_2017.pdf)
- Irwin, T. (2011). Design for a Sustainable Future. In S. G. McNall, J. C. Hershauer, & G. Basile (Eds.), *The Business of Sustainability: Trends, Policies, Practices and Stories of Success*, Vol. II, pp. 41–60. Praeger.
- Irwin, T. (2015). Transition Design: A Proposal for a New Area of Design Practice, Study and Research. *Design and Culture*, 7(2), 229–246. <https://doi.org/10.1080/17547075.2015.1051829>
- Koglin, T., & Rye, T. (2014). The marginalisation of bicycling in Modernist urban transport planning. *Journal of Transport & Health*, 1(4), 214–222. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2014.09.006>
- Leadbeater, C. (2008). *We Think: mass innovation not mass production*. Profile Books.
- Lefebvre, H. (1991). *The production of space*. Blackwell. (Original book published 1974).
- Mattioli, G., Roberts, C., Steinberger, J. K., & Brown, A. (2020). The political economy of car dependence: a systems of provision approach. *Energy Research & Social Science*, 66, 101486. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101486>
- Milenio. (2020, enero 24). Se satura Línea 7 del Metro; reportan retrasos de hasta una hora. <https://www.milenio.com/politica/comunidad/metro-cdmx-caos-linea-7-metro>
- Moreno, C. (2019). The 15 min-city: for a new chrono-urbanism! – Pr Carlos Moreno. Recuperado desde <https://www.moreno-web.net/the-15-minutes-city-for-a-new-chrono-urbanism-pr-carlos-moreno/>
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2015). Resolución WHA68.8. Salud y medio ambiente: impacto sanitario de la contaminación del aire. In 68.<sup>a</sup> *Asamblea Mundial de la Salud, Ginebra, 18–26 de mayo de 2015. Resoluciones y decisiones* (pp. 19–26).
- Proceso. (2021, mayo 3). Colapsa estructura del Metro y cae tren con pasajeros en la Línea 12. <https://www.proceso.com.mx/nacional/2021/5/3/colapsa-estructura-del-metro-cae-tren-con-pasajeros-en-la-linea-12-hay-20-muertos-70-heridos-263206.html>
- Sabatini, F. (2006). *La segregación social del espacio en las ciudades de América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible, División de Programas Sociales.
- Salinas, L. (2008). *Segregación residencial en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México: diez años de cambios en el mundo, en la geografía y en las ciencias sociales, 1999–2008*. Universidad Autónoma de México.
- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2018). *Inventario de Emisiones de la Ciudad de México 2016*. Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire, Dirección de Programas de Calidad del Aire e Inventario de Emisiones. <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-2016/mobile/inventario-emisiones-2016.pdf>
- Schwanen, T. (2016). Geographies of transport I: reinventing a field? *Progress in Human Geography*, 40(1), 126–137. [https://ourworldindata.org/air-pollution](https://doi.org/10.1177/0309132514565725Ramaswamy, V., & Gouillart, F. J. (2010). The Power of Co-Creation: build it with them to boost growth, productivity, and profits. Simon and Schuster.</a></p><p>Ritchie, H. & Roser, M. (2017) <i>Air Pollution</i>. OurWorldInData.org. Retrieved from: <a href=)
- Ritchie, H., Spooner, F., & Roser, M. (2018). *Causes of death*. OurWorldInData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/causes-of-death>
- Ritchie, H. & Roser, M. (2019) *Outdoor Air Pollution*. OurWorldInData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/outdoor-air-pollution>
- World Bank & Institute for Health Metrics and Evaluation, IHME. (2016). *The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action*. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/cf3cfda2-6232-5f57-9979-dacb8aa5a302>