



#### Integrantes del Equipo

1. César Miranda Cantero
2. David Tamayo Ramírez
3. Madrid Gutiérrez Hernández
4. Luis Enrique Moreno Mendieta
5. Julio César Álvarez Charqueño

# Primer Entregable SDC 4.0

---

## Descripción del problema y entendimiento del contexto

Actualmente no se cuenta con un modelo predictivo altamente confiable que permita anticipar la declaración de contingencias ambientales debido a la mala calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara. La declaración de estas contingencias ambientales impacta en movilidad de personas y productos, que a su vez tiene una afectación directa en la economía de las mismas personas e industrias de diversa índole. En este proyecto se pretende desarrollar una herramienta que permita predecir con horas o días de antelación la declaración de contingencias ambientales por parte del gobierno del estado de Jalisco para ayudar en la toma de decisiones.

### Antecedentes

- Consultar información previa sobre la contaminación del aire.
- Los efectos secundarios de cada uno de ellos.
- Además de los instrumentos de medición de la calidad de aire.
- Estadísticas de la calidad del aire antes y durante la emergencia sanitaria.
- Hacer un estudio del Estado del Arte del Machine Learning, aplicado a la predicción de la contaminación del aire, y toda la documentación que nos permita tener un mayor entendimiento del problema y de las vías y métodos a utilizar para llegar a una solución y conclusiones finales.

### Bases Teóricas

Se establece entonces a partir de la información consultada que:

- Que hay alternativas a las SAO como los hidrofluorocarbonos (HFC) y los hidrocarburos (ciclopentano, isobutano, propano, entre otros); sin embargo, algunos presentan alto potencial de calentamiento global y algunos de ellos son inflamables por lo que su utilización está sujeta a medidas de seguridad y minimización de riesgos.
- Los principales contaminantes en el aire son el ozono (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO).
- También se consideran las medidas de otros contaminantes en cantidades de partículas sólidas o líquidas como de polvo, cenizas, hollín, metales, cemento o polen dispersas en el aire, las cuales se escriben como PM<sub>10</sub> Y PM<sub>2.5</sub>
- Se cuenta con las medidas estandarizadas de la calidad del aire y las reglas que se deben de implementar para calcular los índices de calidad del aire en la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019.
- El IMECA es el que se encarga de revisar los niveles de contaminación existentes en el aire.

### Bases Legales

[NOM-172-SEMARNAT-2019](#)

### Conceptos Claves

SAO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, estratosfera, contaminación, efectos secundarios, instrumentos de medición de los contaminantes del aire , atmosfera, entre otros.

## Marco Teórico

[National Geographic](#) (5 Septiembre 2010), Se considera contaminación del aire a cualquier sustancia, introducida en la atmósfera por las personas que tenga un efecto perjudicial sobre los seres vivos y el medio ambiente siendo la más común y evidente la niebla tóxica que flota por encima de las ciudades.

El dióxido de carbono se considera contaminante cuando se asocia con coches, aviones, centrales eléctricas y otras actividades humanas que requieren el uso de combustibles fósiles como la gasolina y el gas natural, el metano (que proviene de fuentes como ciénagas y gases emitidos por el Ganado) y los clorofluorocarbonos (CFCs), que se utilizaban para refrigerantes y propelentes de los aerosoles hasta que se prohibieron por su efecto perjudicial sobre la capa de ozono de la Tierra, el dióxido de azufre (uno de los componentes de la niebla tóxica) es uno de los causantes de la lluvia ácida, sin embargo, también refleja la luz cuando son liberados en la atmósfera, lo que en ocasiones provoca un enfriamiento que dura varios años lo que es bueno pero también se han registrado que en los niveles más bajos de dióxido de azufre empeora el calentamiento global.

[SEMARNAT](#) (Informe 18 Recuadro 5\_2), Existen algunos contaminantes climáticos de vida corta (CCVC), entre los que se encuentran el carbono negro (CN), el metano (CH<sub>4</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC).

Aunque el mayor interés sobre el CN se ha concentrado en su efecto en el calentamiento global sus consecuencias negativas sobre la salud también causan preocupación. La asociación del CN con ciertos padecimientos se centra principalmente en las partículas suspendidas con diámetros iguales o menores a 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>). Estas partículas, además de producirse por la combustión de combustibles fósiles, también se generan en los hogares por la quema de biocombustibles (por ejemplo, leña) empleados para cocinar o para calefacción. A diferencia de las partículas PM<sub>10</sub>, el reducido tamaño de las PM<sub>2.5</sub> les permite alcanzar zonas más profundas del sistema respiratorio, como la región bronquial, aumentando la incidencia de diversas afecciones, entre las que son más frecuentes los accidentes cerebrovasculares, diversas enfermedades del corazón y cáncer de pulmón (Janssen *et al.*, 2012; WHO, 2015). Según las estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016) alrededor de 4.2 millones de muertes prematuras ocurren cada año por la exposición a partículas PM<sub>2.5</sub> (OMS, 2018, Figura a).

[Worldometer](#) (2020), Originario de China a fines de 2019 propagado por un virus corona 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2), esta enfermedad de síntomas complejos se extendió exponencialmente a casi en todas partes del mundo.

(Shi & Brasseur, 2020; Y. Wang et al., 2020), Para ralentizar la interacción social, el modo principal de infección, se ha implementado una serie de medidas regulatorias en todos los países. Las actividades fueron limitadas o incluso prohibidas, lo que a su vez, afectó positivamente la calidad ambiental, especialmente, debido a la reducción de emisiones por transporte e industrias.

(Limb, 2016; ONU., 2015; OMS., 2016) Este fue un experimento global único, ya que las condiciones de calidad del aire urbano, regional y global han ido empeorando persistentemente debido a un rápido aumento de las fuentes contaminantes por parte de la población humana.

Estas estadísticas de mejoras en la calidad del aire se informan comúnmente comparando los períodos de actividad humana restringidos con las "condiciones normales", meses o años antes de la emergencia sanitaria.

# Hipótesis

Se esperaría contar con un modelo predictivo de la calidad del aire en la ZMG que permitirá anticipar pérdidas económicas para personas e industrias que se ven afectadas por contingencias ambientales declaradas, y de esta manera mejorar la toma de decisiones respecto a la movilidad de personas y productos.

## Objetivos

### General

Predecir la calidad del aire por horas, días y/o semanas y sus afectaciones sobre la salud pública y la movilidad en la zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara (ZMG).

### Específicos

- Comparación de los modelos predictivos de machine learning sobre la calidad de aire en el área metropolitana de Guadalajara.
- Comparación del modelo elegido de machine learning para predicción de la calidad del aire con el modelo actualmente utilizado Sistema Predictivo y de Modelación de Calidad de Aire a Autoridades Ambientales de Guadalajara.
- Comparación del modelo elegido de machine learning para predicción de la calidad del aire con el modelo actualmente utilizado.
- Cuantificar el impacto de contingencias ambientales sobre la movilidad de personas y productos en la ZMG.
- Determinar los porcentajes de afectación sobre la salud.
- Buscar las generalidades de las afectaciones sobre la salud con etiología de contaminación atmosférica y posteriormente enfocarnos a enfermedades específicas y afectaciones en órganos en particular
- Recomendaciones para la población.
- Poder predecir en un lapso de tiempo cuándo habrá una contingencia ambiental en la ZMG.

## Bases de Datos

[Air Quality Historical Data Platform](#)

[Datos Abiertos - SEMARNAT](#)

[Datos actuales de la estación meteorológica del Instituto de Astronomía y Meteorología del Departamento de Física CUCEI Universidad de Guadalajara](#)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (México)

[SEMARNAT](#)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía

[INEGI](#)

National Aeronautics and Space Administration

[NASA](#)

Datos abiertos del Gobierno de México

[Datos Abiertos](#)

CEPALSTAT | Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas. (ONU)

[CEPALSTAT](#)

Sistema de Información y Seguimiento de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono

[SISSAO](#)

## Sitios consultados

[SEMARNAT](#)

[ResearchGate](#)

[WORLDOMETERS](#)

[SISTEMA PREDICTIVO Y DE MODELACIÓN DE CALIDAD DEL AIRE A AUTORIDADES AMBIENTALES](#)

# Segundo Entregable SDC 4.0

---

## Estudios relativos a la temática del proyecto

### International Initiative for Impact Evaluation

- [Indoor Air Pollution: There is no smoke without fire](#)

### Social Impact

- [Evaluación de Impacto Ambiental y Energético de MCC Mongolia](#)

### Inter-american Development Bank

- [RG-T2761 : Análisis Empírico de Mitigación del Cambio Climático y la Polución del Aire](#)
- [CO-T1560 : Uso de Tecnologías de Información y Comunicación para Reducir la Exposición a la Contaminación del Aire en Bogotá](#)

## Análisis y propuesta para el enfoque del proyecto.

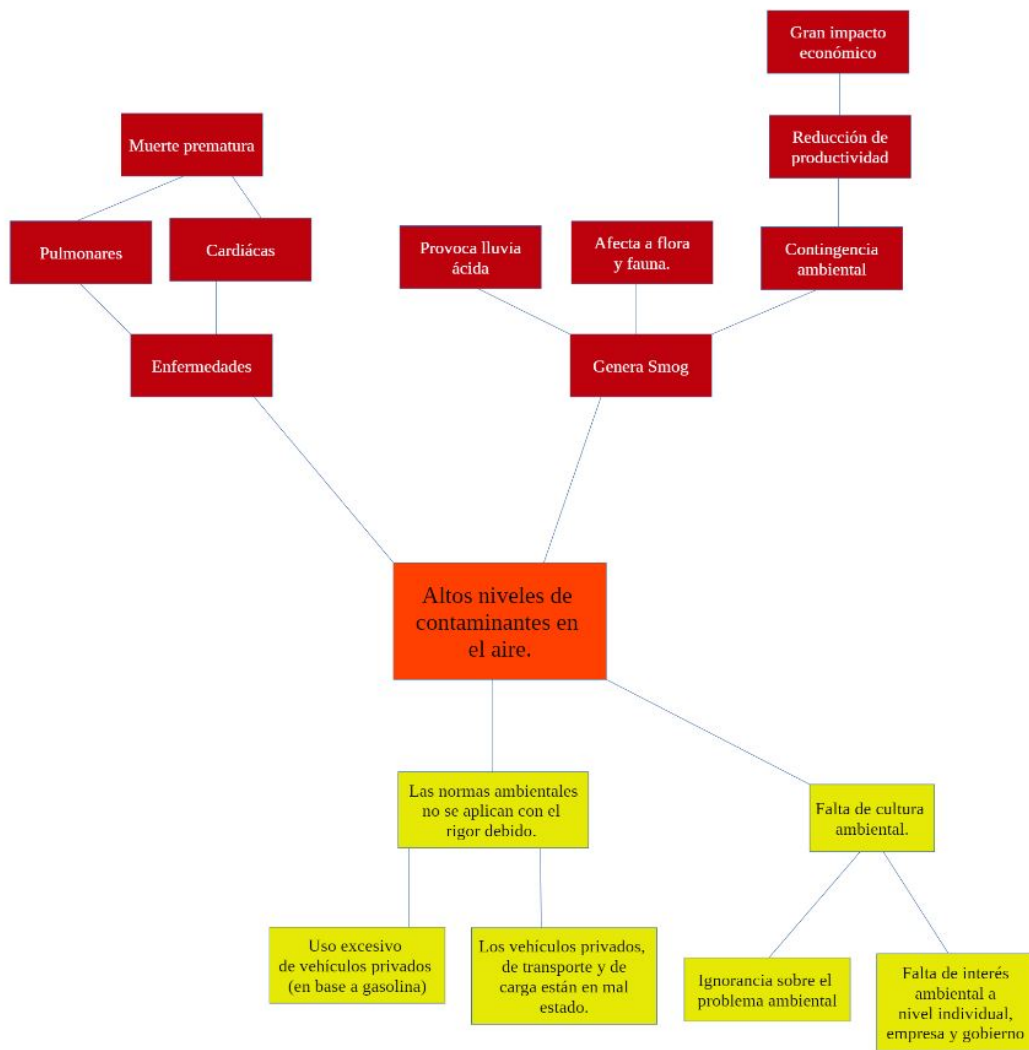
El problema que se presenta es el aire que se respira en la zona (ZMG) y se torna no saludable e inadecuada para una permanencia prolongada siendo la población afectada pues se encuentra en el área con niveles altos de contaminación. En los humanos se manifiesta en enfermedades cardíacas, respiratorias o lesiones en la piel además de las afectaciones en la flora, fauna y entornos acuáticos.

Inciden o agravan la situación el transporte el sector agrícola, industrias, quema de residuos y quién contribuye a la solución serían la ONU, la OMS, Greenpeace, algunas fundaciones privadas y una parte de la población.

## A quién va dirigido

A la población en general, siendo beneficiado todo ser vivo y las áreas naturales dentro de la zona contaminada.

# Árbol de problemas



# Características de los datos con los que se están trabajando

## Características

Anteriormente se comenzaron revisando bases de datos (BD) obtenidas de páginas como [Air Quality Historical Data Platform](#)

Al obtener las BD (Bases de Datos) nos percatamos que faltaban registros de algunos contaminantes considerados (O3, CO, PM10, NO2, SO2) por día, lo cual nos llevó buscar otros lados. Se obtuvo la BD del Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco (SIMAJ) la cual tiene como periodo de datos de enero del 2014 a enero del 2020, en esta BD contamos con datos como: fecha de registro, contaminante medido, ubicación donde se realizó la medición (incluyendo latitud y longitud) y la concentración por elemento. Estas BD se han construido con periodos diarios y por periodos semanales ya que el tratado de los datos por hora puede resultar menos eficiente.

## Variables

Se han considerado los 5 contaminantes más reconocidos (mencionados anteriormente) y de los cuales se han encontrado más registros. Datos a considerar son las temperaturas de los días y estaciones del año, también se tomó la importancia del efecto de inversión térmica en el transcurso del día.

## Información faltante

La falta de datos recientes (2020 y 2021) en la BD del SIMAJ puede representar una incoherencia si completamos con otra BD externa.

Otra falta de información que no se ha recopilado es la de temperaturas y condiciones climatológicas que pudieran afectar el lugar y comportamiento de los contaminantes.



# Revisión de evidencia en mi proyecto



## Equipo 6

### Integrantes del Equipo

1. César Miranda Cantero
2. David Tamayo Ramírez
3. Madrid Gutiérrez Hernández
4. Luis Enrique Moreno Mendieta
5. Julio César Álvarez Charqueño



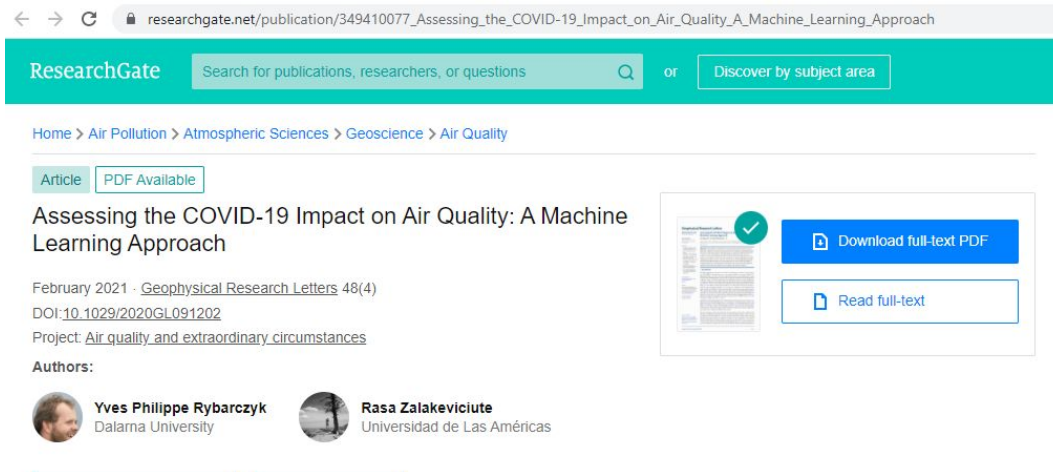
## Preámbulos

De acuerdo a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) existen algunos contaminantes climáticos entre los que se encuentran el carbono negro(CN), el metano(CH<sub>4</sub>), entre otros.

A partir del CN nos centramos principalmente en las partículas suspendidas con diámetros iguales o menores a 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>) que por su reducido tamaño le permite alcanzar zonas más profundas del sistema respiratorio causando afecciones cerebrovasculares, diversas enfermedades del corazón, cáncer de pulmón y algunas lesiones en la piel (cáncer de piel) así como su efecto en el calentamiento global.

De acuerdo a los sitios consultados con anterioridad se determina que existen iniciativas de investigación mundial que coinciden con la reducción de la contaminación basados en las siguientes partículas NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO y PM<sub>2.5</sub> durante la contingencia del COVID-19

## ResearchGate



The screenshot shows the ResearchGate website interface. At the top, there is a navigation bar with the ResearchGate logo, a search bar, and a link to 'Discover by subject area'. Below the navigation bar, the breadcrumb trail reads: Home > Air Pollution > Atmospheric Sciences > Geoscience > Air Quality. The main content area displays the title 'Assessing the COVID-19 Impact on Air Quality: A Machine Learning Approach' with a 'PDF Available' badge. The publication details include the date 'February 2021', the journal 'Geophysical Research Letters 48(4)', the DOI '10.1029/2020GL091202', and the project 'Air quality and extraordinary circumstances'. The authors listed are Yves Philippe Rybarczyk from Dalarna University and Rasa Zalakeviciute from Universidad de Las Américas. On the right side, there is a preview of the document and two buttons: 'Download full-text PDF' and 'Read full-text'.

← → ↺ 🔒 researchgate.net/publication/349410077\_Assessing\_the\_COVID-19\_Impact\_on\_Air\_Quality\_A\_Machine\_Learning\_Approach

ResearchGate Search for publications, researchers, or questions Q or Discover by subject area


Home > Air Pollution > Atmospheric Sciences > Geoscience > Air Quality


Article PDF Available


Assessing the COVID-19 Impact on Air Quality: A Machine Learning Approach

February 2021 · Geophysical Research Letters 48(4)  
DOI:10.1029/2020GL091202  
Project: [Air quality and extraordinary circumstances](#)

Authors:

 **Yves Philippe Rybarczyk**  
Dalarna University

 **Rasa Zalakeviciute**  
Universidad de Las Américas

 [Download full-text PDF](#)

[Read full-text](#)

En otro proyecto se han centrado en el riesgo climático y ambiental. La contaminación del aire es una seria preocupación en América Latina y el Caribe (ALC). Más del 50% de la población de la región vive en áreas donde la calidad del aire no cumple con los estándares recomendados por la Organización Mundial de la Salud. La contaminación del aire en ALC se ha relacionado causalmente con la mortalidad infantil, la pérdida de ingresos de los hogares pobres y los malos resultados educativos.

## Banco Interamericano de Desarrollo

The screenshot shows the BID website interface for project CO-T1560. The browser address bar displays 'iadb.org/es/project/CO-T1560'. The header includes the BID logo and navigation links: 'ACERCA DEL BID', 'PROYECTOS', 'PAÍSES', 'SECTORES', 'CONOCIMIENTO', 'NOTICIAS', 'SUSCRÍBASE', and 'ESPAÑOL'. Below the header is a search bar with filters for 'TODOS LOS PAÍSES', 'TODOS LOS SECTORES', and 'TODAS LAS ETAPAS', followed by a search input field labeled 'BUSCAR INFORMACIÓN DEL PROYECTO'. A secondary navigation bar contains tabs: 'PLANES DE ADQUISICIONES', 'AVISOS DE ADQUISICIÓN', 'CONTRATOS ADJUDICADOS', 'DOCUMENTOS DEL PROYECTO', and 'DETALLES DEL PROYECTO'. The main content area features a 'PROYECTOS' tab and a project card for 'CO-T1560 : Uso de Tecnologías de Información y Comunicación para Reducir la Exposición a la Contaminación del Aire en Bogotá', with the stage 'Etapa del Proyecto: Implementación'. To the right, a sidebar lists 'PERSPECTIVA GENERAL', 'ADQUISICIONES PARA PROYECTOS', 'CÓMO SE REALIZAN LOS PROYECTOS', and a 'LINKS RELACIONADOS' section.

iadb.org/es/project/CO-T1560

**BID** Banco Interamericano de Desarrollo

ACERCA DEL BID PROYECTOS PAÍSES SECTORES CONOCIMIENTO NOTICIAS SUSCRÍBASE ESPAÑOL

TODOS LOS PAÍSES TODOS LOS SECTORES TODAS LAS ETAPAS BUSCAR INFORMACIÓN DEL PROYECTO

PLANES DE ADQUISICIONES AVISOS DE ADQUISICIÓN CONTRATOS ADJUDICADOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO DETALLES DEL PROYECTO

PROYECTOS DOCUMENTOS

**CO-T1560 : Uso de Tecnologías de Información y Comunicación para Reducir la Exposición a la Contaminación del Aire en Bogotá**

Etapa del Proyecto: Implementación

PERSPECTIVA GENERAL  
ADQUISICIONES PARA PROYECTOS  
CÓMO SE REALIZAN LOS PROYECTOS

LINKS RELACIONADOS

Cada año, la contaminación del aire en lugares cerrados genera alrededor de un millón y medio de muertes (Rehfuess, 2006). La gran variedad de intervenciones disponibles para reducir los niveles de contaminación del aire en lugares cerrados, la exposición a dicho aire contaminado y los efectos asociados a la salud se pueden agrupar en tres categorías: (i) aquellas que cambian la fuente de contaminación, las que sustituyen el tipo de combustible utilizado o introducen dispositivos para cocinar; (ii) las que mejoran el medio ambiente habitable, con dispositivos como ventanas o extractores de humo; y (iii) aquellas que modifican el comportamiento del usuario y hacen que las personas cambien sus formas habituales de cocinar y eviten la exposición al humo.

## International Initiative for Impact Evaluation





## Conclusiones

Se determina que existen antecedentes del estudio que se pretende realizar en el que coincide la obtención de datos, algún otro dentro de la emergencia sanitaria del COVID-19.

No hemos encontrado uno que se centre en la predicción por horas, días y/o semanas y sus afectaciones sobre la salud pública y la movilidad en la zona metropolitana de la ciudad de Guadalajara (ZMG) que es el objetivo al que se quiere llegar.