

SIMULACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN INTERIORES DEBIDO A ACTIVIDADES COTIDIANAS NECESARIAS Y NO NECESARIAS, MEDIANTE UNA APLICACIÓN MÓVIL.



Presentador:

Rubí Espinoza Sánchez

Autores:

Rubí Espinoza Sánchez, MISA. Elizabeth Magaña Villegas, MIA. Jesús Manuel Carrera Velueta



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

Introducción



7 millones de muertes provocadas por mala calidad del aire, cerca de 4 millones por interiores (OMS, 2018).



Concentraciones en interiores pueden ser de 2 a 5 veces más altas que en el exterior (EPA, 2021).



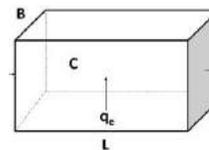
Personas pasamos alrededor del 87% del tiempo en espacios interiores (Hasager *et al*, 2021).



Deterioro de la CAI se debe a actividades realizadas en este espacio (hábitos).

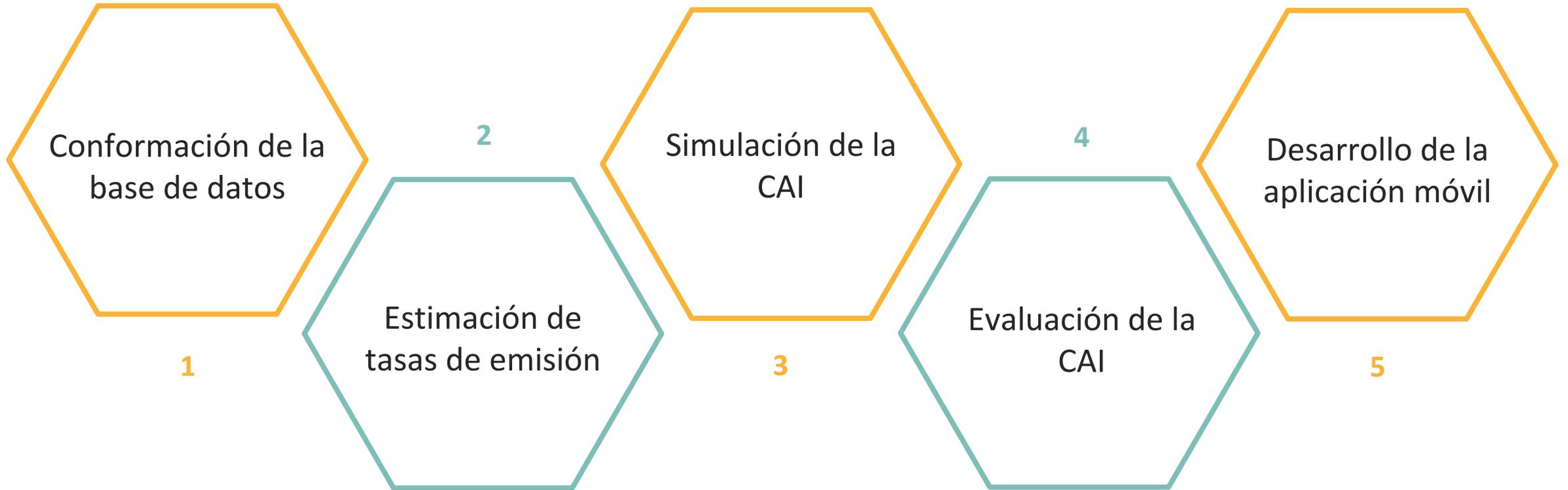


Concientización efectiva mediante aplicaciones móviles (Navarro, 2019).

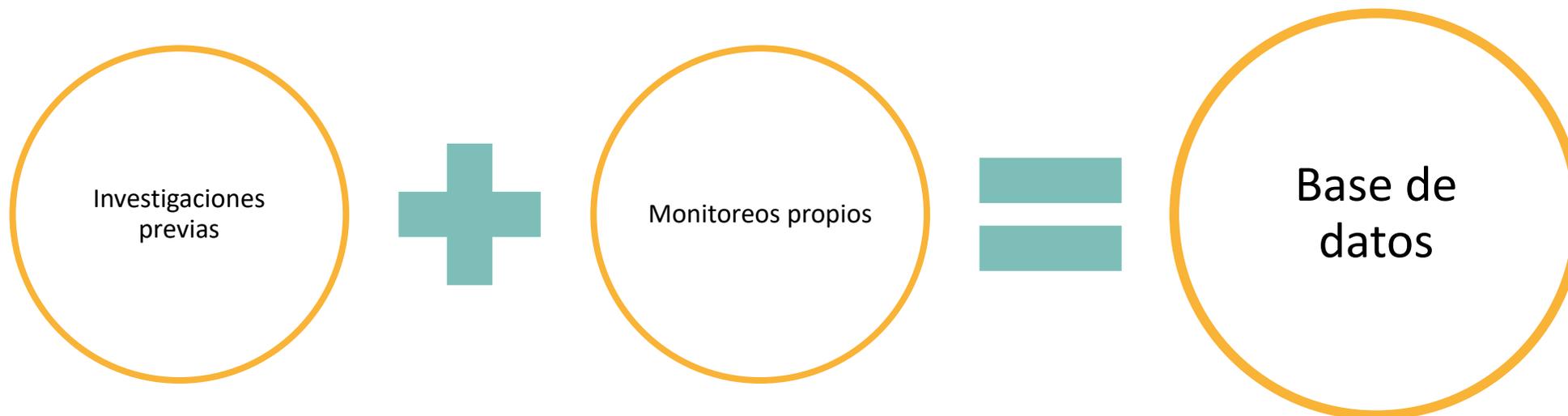


Modelo de caja simple para el análisis del comportamiento del PM de distintas fuentes (Ramos *et al*, 2015).



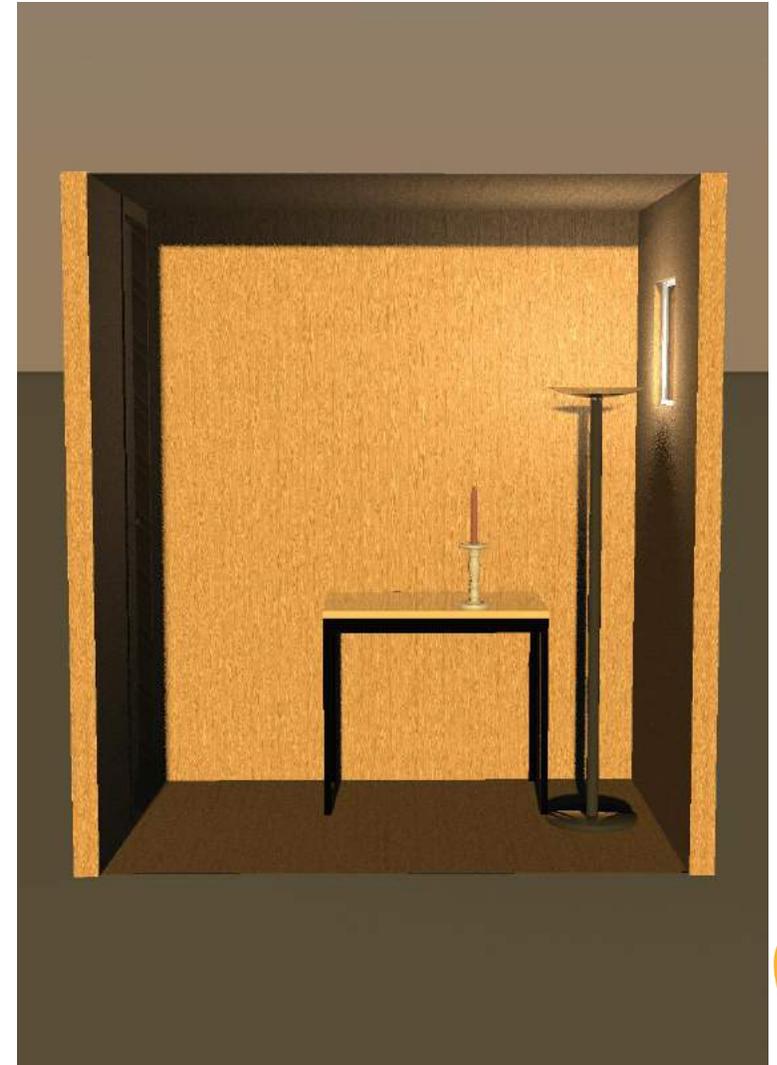


Conformación de la base de datos



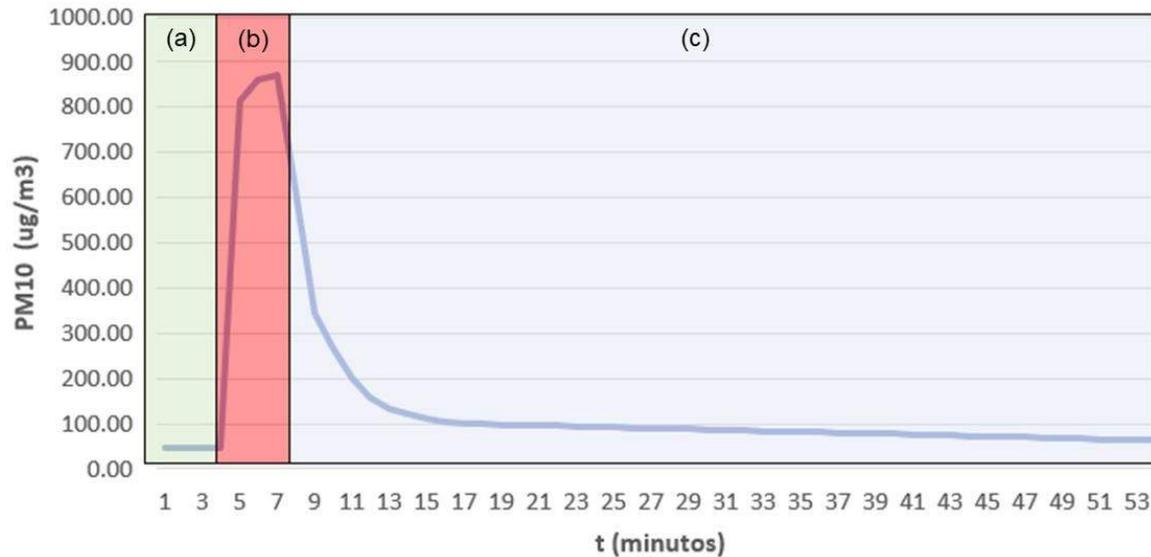
Monitoreo de PM₁₀ y PM_{2,5}

- **Construcción de unidad de muestreo:**
 - $V = 4,68 \text{ m}^3$
- **Realización de muestreos:**
 - Combustión de velas (PM_{2,5})
 - Barrer (PM₁₀)
- Fotómetro de dispersión de 90°.



Unidad de muestreo.

Estimación de tasas de emisión



Comportamiento típico del material particulado cuando se activa una fuente momentáneamente.

- Modelo de caja simple sin entradas ni salidas en la zona (b):

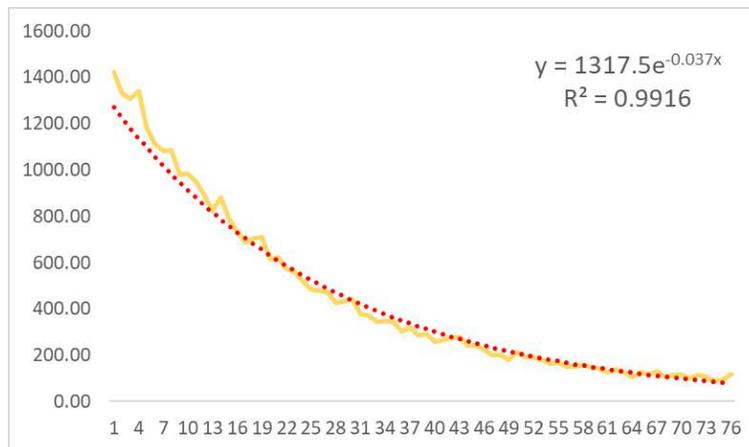
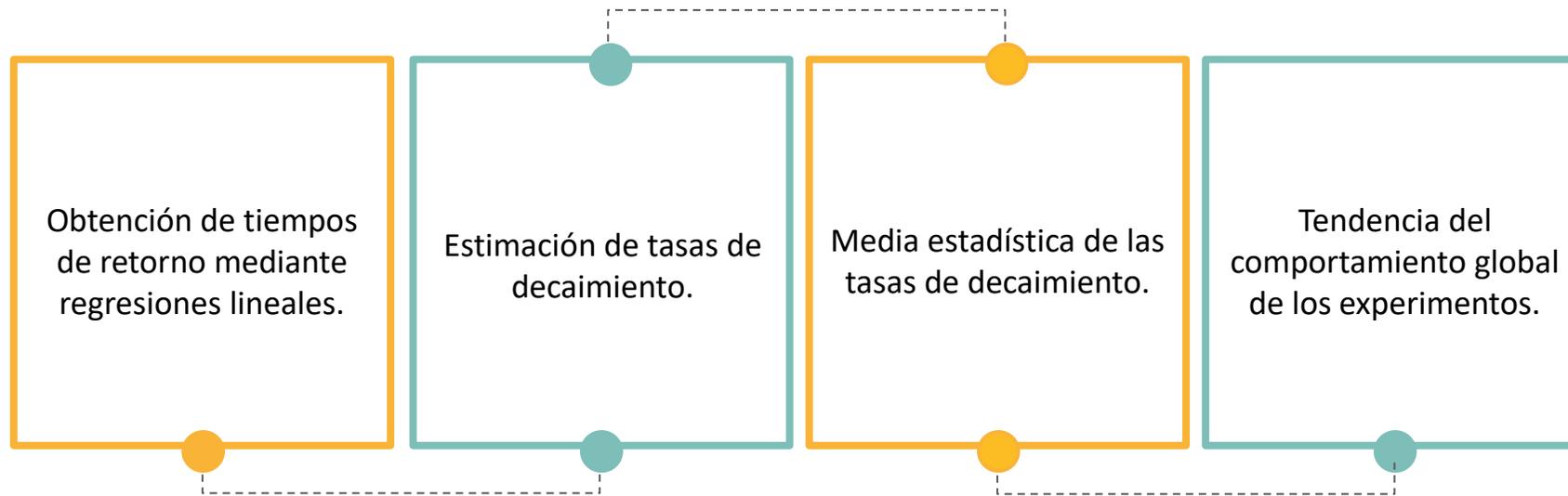
$$V \frac{dC}{dt} = q_e \quad (1)$$

- Se integró la ec. 1 en las condiciones $C(0)=C_0$ y $C(t)=C_p$, donde $t=0$ corresponde al inicio de la zona (b) y t el final, y se despejó q_e :

$$q_e = \frac{C_p - C_0}{t} V \quad (2)$$



Estimación de tasas de decaimiento



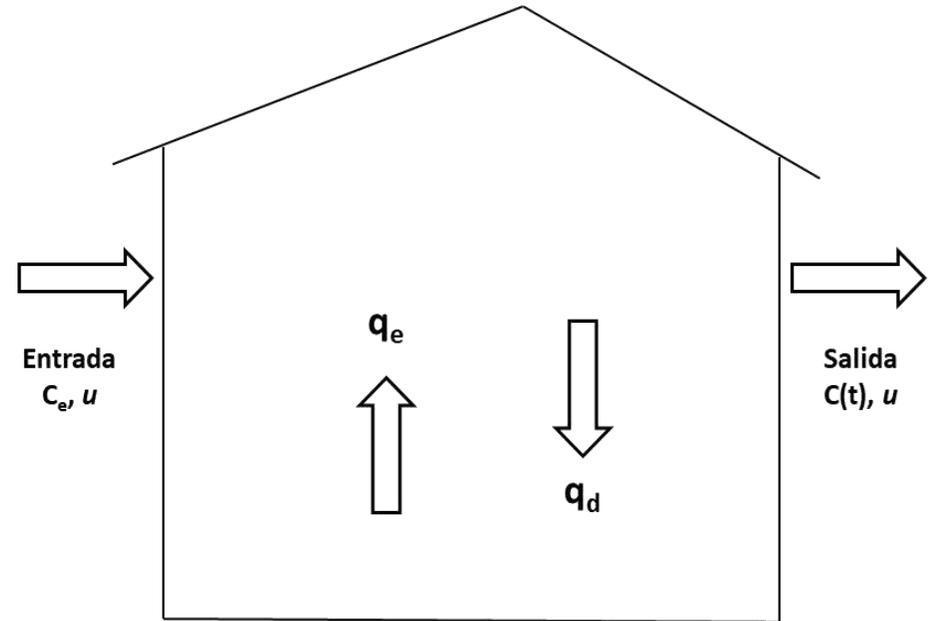
$$q_d = \frac{C_{max} - C_0}{t_{retorno}} V$$

* C_{max} = último valor considerado en el pico



- **Modelo de caja simple en dos etapas:**
 - **Emisión:** fuente activa
 - **Decaimiento:** fuente desactiva

$$\delta(t) \begin{cases} 1 & t \leq t_a \text{ (fuente activa)} \\ 0 & t > t_a \text{ (fuente desactiva)} \end{cases}$$



Modelo de caja simple.

$$C(t) = \delta(t) \left[C_0 e^{-\frac{ut}{L}} + \left(C_e + \frac{q_e L}{uH} \right) \left(1 - e^{-\frac{ut}{L}} \right) \right] + (1 - \delta(t)) \left[C(t_a) e^{-\frac{ut}{L}} + \left(C_e + \frac{q_d L}{uH} \right) \left(1 - e^{-\frac{ut}{L}} \right) \right]$$



Evaluación de la calidad del aire interior

- Valores límite permisibles establecidos en la **NOM-172-SEMARNAT-2019**.
- Categorías: Buena, Aceptable, Mala, Muy Mala y Extremadamente Mala.

Tabla 4. Obtención del Índice AIRE Y SALUD para PM10

Calidad del aire	Nivel de riesgo asociado	Intervalo de PM10 promedio móvil ponderado de 12 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Buena	Bajo	50
Aceptable	Moderado	>50 y 75
Mala	Alto	>75 y 155
Muy Mala	Muy Alto	>155 y 235
Extremadamente Mala	Extremadamente Alto	>235

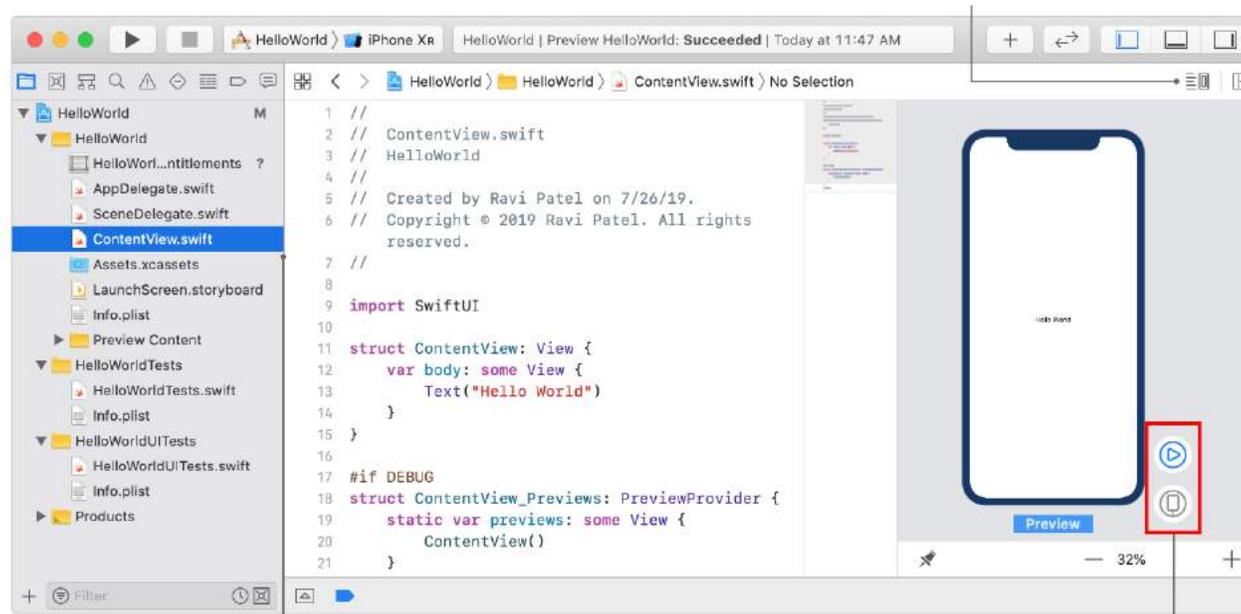
Tabla 5. Obtención del Índice AIRE Y SALUD para PM2.5

Calidad del aire	Nivel de riesgo asociado	Intervalo de PM2.5 promedio móvil ponderado de 12 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Buena	Bajo	25
Aceptable	Moderado	>25 y 45
Mala	Alto	>45 y 79
Muy Mala	Muy Alto	>79 y 147
Extremadamente Mala	Extremadamente Alto	>147



Desarrollo de la aplicación móvil

- Entorno de desarrollo integrado *Xcode*.
- Aplicación móvil para simulación personalizada de la CAI.

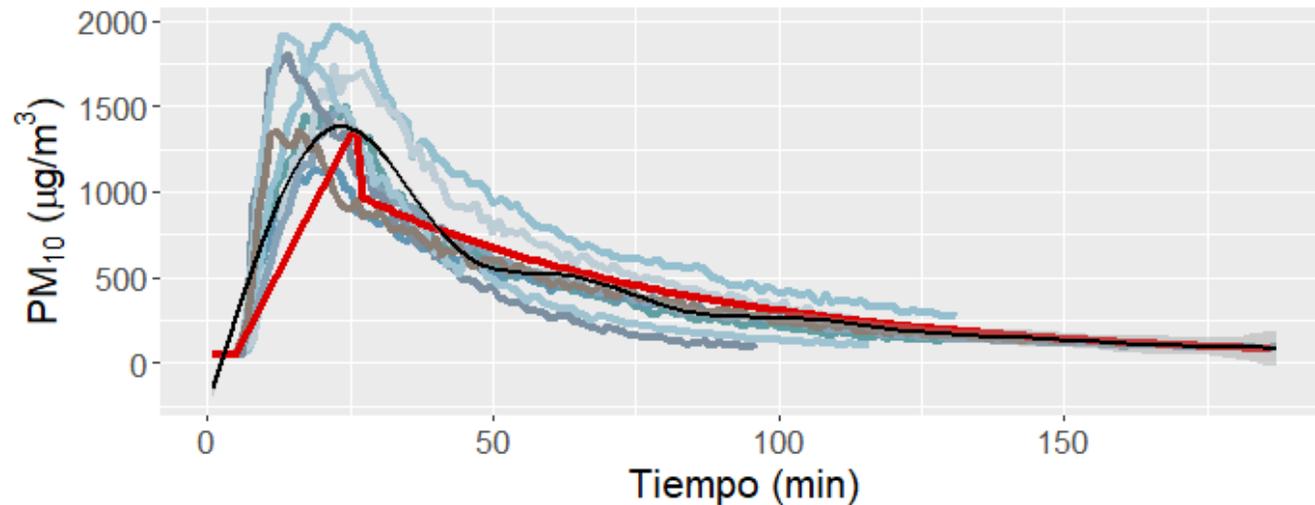


Resultados y discusión

Tasas de emisión

- Barrer: 306,38 $\mu\text{g}/\text{min}$

Simulación



Experimento

10M_1	15M_1	15M_3	5M_2	Simulacion
10M_2	15M_2	5M_1	5M_3	

- $t_a = 10$ min
- $u = 0,35$ m/s
- $V = 1,4 \times 1,23 \times 2,07$ m
- $q_d = 90$ $\mu\text{g}/\text{min}$
- $C_0 = 45$ $\mu\text{g}/\text{min}$

95% de confiabilidad

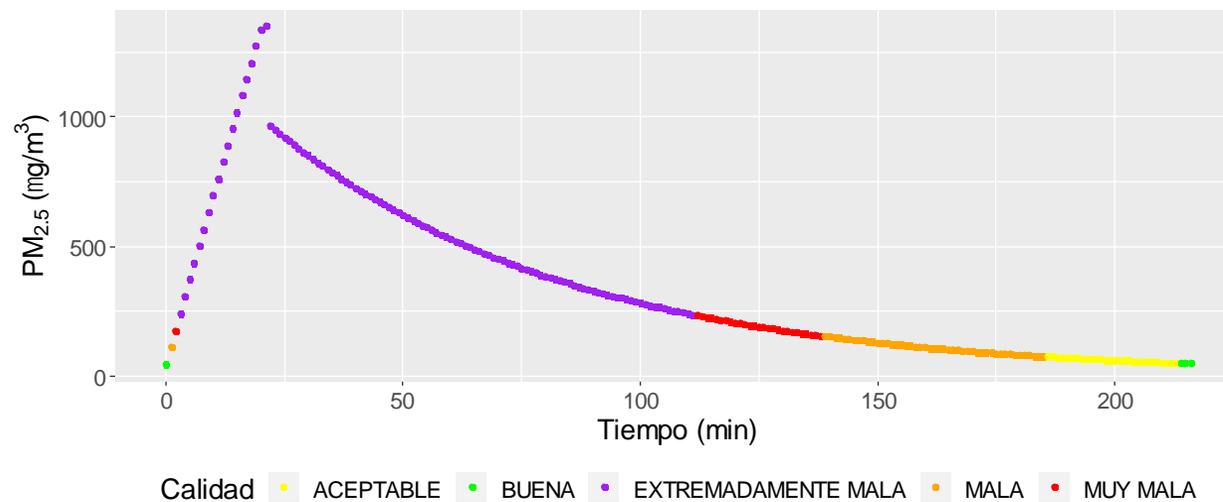


Evaluación de la calidad del aire interior

Cualificación de la calidad del aire interior: Barrer

Extremadamente mala	1h 40 min
Muy mala	25 min
Mala	45 min
Aceptable	30 min
Buena	Después de 3h 30 min

Duración del riesgo: ~3h
30 min



Aplicación móvil

- Predicciones personalizadas de la CAI:
 - Actividad
 - Duración
 - Situación de la CAI
- Alternativas y recomendaciones.



Prototipo de la aplicación móvil.

Referencias Bibliográficas

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (7 de septiembre de 2021). *Indoor Air Quality*. <https://www.epa.gov/report-environment/indoor-air-quality>
- Hasager, F.; Bjerregaard, J.; Bonomaully, J.; Knap, H.; Afshari, A. & Johnson, M. (2021). Indoor Air Quality: Status and Standars. En Goodsite M.E., Johnson M.S., Hertel O. (eds) *Air Pollution Sources, Statistics and Health Effects. Encyclopedia of Sustainability Science and Technology Series*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0596-7_1097
- Mannan, M. & Al-Ghamdi, S. (2021). Indoor Air Quality in Buildings: A Comprehensive Review on the Factors Influencing Air Pollution in Residential and Commercial Structure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063276>
- Naciones Unidas (s.f.). *Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>
- Naciones Unidad (s.f.). *Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Navarro, J. (2019). *Simulación de la calidad del aire en interiores para diferentes eventos mediante una herramienta digital* [Tesis de licenciatura]. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019, *Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud*. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de noviembre de 2019.
- Organización Mundial de la Salud (2 de mayo de 2018). *Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado*. <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>
- Ramos, S.; Magaña, E. & Carrera, J. (2015). *Introducción a la modelación de la calidad del aire, del agua y del transporte de contaminantes en el suelo*. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.





Gracias por su atención



Rubí Espinoza Sánchez
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
rubiespsan@gmail.com

Más información



<https://casap.science/>



casap@casap.science