



PREDICCIÓN Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD DE QUITO

Avance Proyecto Primer Bimestre



ASIGNATURA: MÉTODOS NUMÉRICOS

INTEGRANTES:

Alejandro López

Joel Velastegui

Melissa Guerra

FECHA DE ENTREGA: 14 DE DICIEMBRE DE 2025

Contenido

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
2. OBJETIVOS	2
3. LINK DE GITHUB	2
4. ESTADÍSTICAS DEL REPOSITORIO CREADO	2
5. AVANCE SIGNIFICATIVO	2
6. ESTADO DE FASES PROPUESTAS.....	4
7. PRINCIPALES RETOS PRESENTADOS AL MOMENTO.....	4
8. REFERENCIAS.....	5

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto consiste en analizar y predecir la calidad del aire en la ciudad de Quito, tomando como base registros históricos recopilados entre octubre de 2023 y octubre de 2025. La ciudad, al estar ubicada en un valle estrecho y presentar una alta concentración vehicular en zonas céntricas, tiende a experimentar acumulación de contaminantes atmosféricos, especialmente durante horas pico. Por ello, resulta fundamental comprender cómo evolucionan estos contaminantes en el tiempo y qué factores influyen en su comportamiento. A partir de estos registros reales, la meta no solo es describir la evolución de los principales contaminantes, sino también anticipar su comportamiento futuro, de modo que sea posible contar con estimaciones que contribuyan a emitir alertas tempranas y apoyar la toma de decisiones orientadas a la salud pública y la gestión ambiental.

Con este objetivo, el proyecto se enfoca exclusivamente en variables cuya influencia en la calidad del aire urbano ha sido evidenciada en estudios aplicados a el centro de Quito. Se consideran tanto contaminantes dominantes asociados al tráfico (CO , NO_2 y $\text{PM}_{2.5}$) como variables meteorológicas clave (velocidad y dirección del viento, temperatura y radiación solar) responsables de la dispersión y formación fotoquímica de contaminantes. El análisis conjunto de estas variables permite capturar la dinámica atmosférica local y proporciona una base adecuada para el planteamiento de modelos predictivos.

Para lograr predicciones confiables, se plantea aplicar métodos numéricos clásicos: primero, técnicas de interpolación para llenar posibles vacíos o datos faltantes en las series históricas, asegurando la continuidad temporal de los datos y evitando sesgos en el análisis; y luego, métodos de mínimos cuadrados para ajustar modelos de regresión que relacionen las variables seleccionadas con la evolución de la calidad del aire. Con ello, se busca construir un modelo capaz de reproducir las tendencias observadas y proyectar valores futuros de forma fundamentada. Esta aproximación numérica permite desarrollar un primer modelo predictivo accesible y coherente, basado en regresiones lineales o polinómicas ajustadas mediante mínimos cuadrados, complementadas con interpolaciones que reconstruyan discretizaciones temporales confiables dentro del periodo de estudio.

2. OBJETIVOS

- Analizar y predecir el comportamiento de los contaminantes del aire en la ciudad de Quito, utilizando técnicas de métodos numéricos, con el fin de evaluar tendencias temporales y apoyar a la toma de decisiones relacionadas con la gestión de la calidad del aire.
- Procesar el dataset histórico de la calidad del aire en Quito (octubre de 2023 y octubre de 2025) para obtener un conjunto de variables y datos consistentes y completos para el análisis numérico.
- Aplicar métodos numéricos para estimar valores faltantes o reconstruir el comportamiento de los contaminantes en intervalos no muestreados.
- Evaluar los resultados obtenidos mediante métricas numéricas para validar la precisión del modelo.

3. LINK DE GITHUB

<https://github.com/Meli-u/Grupo3-MetodosNumericos>

4. ESTADÍSTICAS DEL REPOSITORIO CREADO

- El repositorio fue creado el 19 de octubre de 2025.
- Cuenta con una rama principal (main), 50 commits, y 7 archivos, incluyendo el dataset con todos los datos necesarios, y el pdf del avance.

5. AVANCE SIGNIFICATIVO

- Selección del problema (Análisis de la calidad del aire en Quito, zona Centro en las fechas de octubre entre los años 2023 y 2025).
- Selección de la fuente de datos (REMMAQ).
- Descarga y organización de los dataset.
- Unión de los datos necesarios en un solo archivo de Excel.
- Análisis de los valores faltantes y método para poder completarlos.

Interpolación

En el único dataset que creamos existen valores faltantes ya que, al tratarse de datos por hora en varios días, se pueden encontrar huecos por fallas de sensores, horas sin medición válida, registros descartados por control, etc. Por esta razón usar interpolación permite estimar valores desconocidos a partir de valores conocidos. [1]

Se realizará de la siguiente manera en las horas del día en las que no se cuenten con datos:

	A	B
1	Fecha	CO
2	2023-10-01 00:00:00 UTC	0,611
3	2023-10-01 01:00:00 UTC	0,549
4	2023-10-01 02:00:00 UTC	0,368
5	2023-10-01 03:00:00 UTC	0,286
6	2023-10-01 04:00:00 UTC	0,315
7	2023-10-01 05:00:00 UTC	0,638
8	2023-10-01 06:00:00 UTC	0,647
9	2023-10-01 07:00:00 UTC	0,516
10	2023-10-01 08:00:00 UTC	0,363
11	2023-10-01 09:00:00 UTC	0,349
12	2023-10-01 10:00:00 UTC	0,267
13	2023-10-01 11:00:00 UTC	0,252
14	2023-10-01 12:00:00 UTC	0,247
15	2023-10-01 13:00:00 UTC	0,209
16	2023-10-01 14:00:00 UTC	0,247
17	2023-10-01 15:00:00 UTC	0,385
18	2023-10-01 16:00:00 UTC	0,417
19	2023-10-01 17:00:00 UTC	0,323
20	2023-10-01 18:00:00 UTC	0,476
21	2023-10-01 19:00:00 UTC	0,65
22	2023-10-01 20:00:00 UTC	0,664
23	2023-10-01 21:00:00 UTC	0,561
24	2023-10-01 22:00:00 UTC	0,525
25	2023-10-01 23:00:00 UTC	0,425
26	2023-10-02 00:00:00 UTC	0,423
27	2023-10-02 01:00:00 UTC	NA
28	2023-10-02 02:00:00 UTC	0,365
29	2023-10-02 03:00:00 UTC	0,305

Imagen 1. Ejemplo de vacío en un dato (celda B27).

Modelado Numérico

Para la aproximación inicial, se ideó un modelo numérico que sea capaz de describir el comportamiento del índice de calidad de aire en función de los principales contaminantes y variables meteorológicas que sean relevantes.

Este primer modelo consideró la dirección del viento como una variable debido a que esta puede influir en los procesos de dispersión de los contaminantes en Quito.

$$ICA(t) = \beta_0 + \beta_1 CO(t) + \beta_2 NO_2(t) + \beta_3 PM_{2.5}(t) + \beta_4 TMP(t) + \beta_5 VEL(t) + \beta_6 DIR(t) + \beta_7 RS(t) + \varepsilon(t)$$

Sin embargo, debido a la forma en la que se presenta esta variable, por su representación en grados y su complejidad para tratarla numéricamente, se optó por un modelo simplificado que conserve las variables más influyentes.

$$ICA(t) = \beta_0 + \beta_1 CO(t) + \beta_2 NO_2(t) + \beta_3 PM_{2.5}(t) + \beta_4 TMP(t) + \beta_5 VEL(t) + \beta_6 RS(t) + \varepsilon(t)$$

6. ESTADO DE FASES PROPUESTAS

Fase	Estado
Selección del problema	Completado
Recolección del dataset	Completado
Exploración y análisis inicial de los datos	Completado
Limpieza e interpolación de los datos	En proceso
Modelado numérico	En proceso
Validación y análisis	Pendiente

7. PRINCIPALES RETOS PRESENTADOS AL MOMENTO

- Uno de los principales retos fue el manejo del gran volumen de datos disponibles en la plataforma REMMAQ, así como la organización de la información por estación y el período de análisis.

- La interpolación se debe realizar a variables atmosféricas continuas, ya que variables como la radiación solar dependen de muchas condiciones como la hora o el ciclo del día y noche e interpolar estos datos podría generar valores inconsistentes. Para tener un mejor dataset se decidió interpolar la radiación solar únicamente cuando sea de día ya que en esta etapa se preserva un mejor comportamiento del ciclo solar.
- Debido a la naturaleza de la dirección del viento, la cual se expresa en grados, ya no se incluirá en el modelo propuesto. La velocidad del viento es suficiente para representar los efectos de dispersión relacionados a la calidad de aire, e incluir la dirección de viento en el modelo provocaría que exista más ruido en la predicción.

8. REFERENCIAS

- [1] Sheposh, Richard. (2023). Interpolación (Matemáticas). [Interpolación]. Disponible en: https://www-ebSCO-com.translate.goog/research-starters/mathematics/interpolation-mathematics?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc&_x_tr_hist=true
- [2] M. Zghaid, A. Benchrif, M. Tahri, A. Arfaoui, M. Elouardi, M. Derdaki, A. Quyou y M. Ouahidi, “Assessment of Air Pollution and Lagged Meteorological Effects in an Urban Residential Area of Kenitra City, Morocco,” *Atmosphere*, vol. 16, art. no. 96, 2025, doi: 10.3390/atmos16010096.