

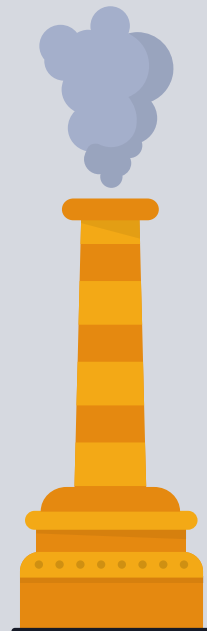
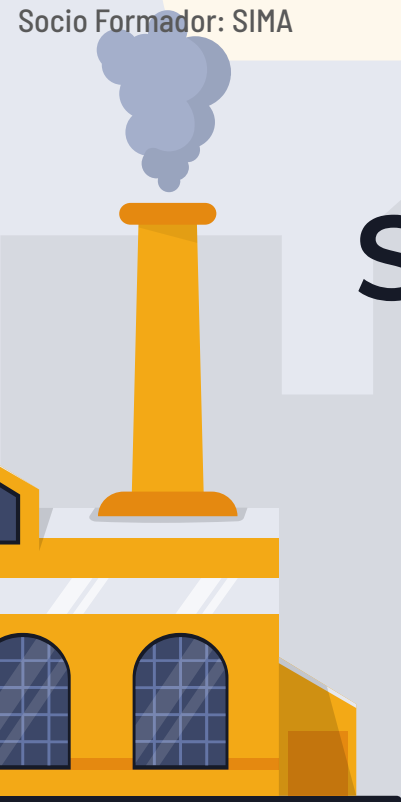
Escuela de Ingeniería y Ciencias

ELEMENTOS SIGNIFICATIVOS DE CONTAMINACIÓN

Ángel Azahel Ramírez Cabello
Annette Pamela Ruiz Abreu
Luis Angel López Chávez
Jorge Raúl Rocha López
Franco Mendoza Muraira

A01383328
A01423595
A01571000
A01740816
A01383399

Monterrey, Nuevo León
01 de diciembre de 2023



RESUMEN

¿Cómo se diferencian los impactos de las variables en la concentración de PM2.5 según la zona?



Objetivo

EN INVIERNO

Clasificar el nivel de contaminación entre aceptable y malo.

Predecir el nivel de contaminación y explicar la variabilidad de los niveles de PM2.5 que no se alcanza a describir en las demás variables.

Justificación

Se quiere conocer el comportamiento de PM2.5 debido a peligro que presenta a cualquiera de nosotros tomando un perfil bajo. Sin embargo, los diferentes perfiles ambientales en una zona tan diversa como Nuevo León hace que sea difícil conocer cuáles contaminantes y condiciones ambientales son realmente significativas.

Estaciones

Centro

MONTERREY

SURESTE 3

CADEREYTA

NORTE 2

SAN NICOLÁS

Variables

PM2.5
PM10
NO2

WDR
PRS
RH

CONTEXTO



CENTRO

Monterrey

Ubicada en las instalaciones de Agua y Drenaje de Monterrey, se ubica **viento a favor de numerosas fuentes de emisión** de sectores económicos diversos lo que la hacen susceptible de caracterizar niveles de exposición de la población, asociados de una mezcla de emisiones provenientes de una diversidad de fuentes sin estar dominados por una fuente en particular.



SURESTE 3

Cadereyta

Estación ubicada en el Centro de Rehabilitación Integral del municipio de Cadereyta. Se ubica viento a favor de numerosas fuentes de emisión pertenecientes a diversos sectores de actividad, destacando las que pertenecen a los **sectores de la refinería** el cual contribuye a la presencia abundante de **azufre**.



NORTE 2

San Nicolás

Esta estación está instalada en el área de estacionamiento del edificio de Graduados en Contaduría Pública y Administración de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Se encuentran **cerca de las avenidas y vialidades** de Fidel Velázquez y Gustavo Adolfo Bécquer, que por su cercanía y aforo pueden estar impactando las mediciones de calidad del aire.

EXPLORACIÓN

CENTRO

De 31,791 datos

PM2.5: 12.37% Valores Nulos
PM10: 3.02% Valores Nulos
RH: 1.94% Valores Nulos
NO2: 7.81% Valores Nulos

Sureste3

De 31,970 datos

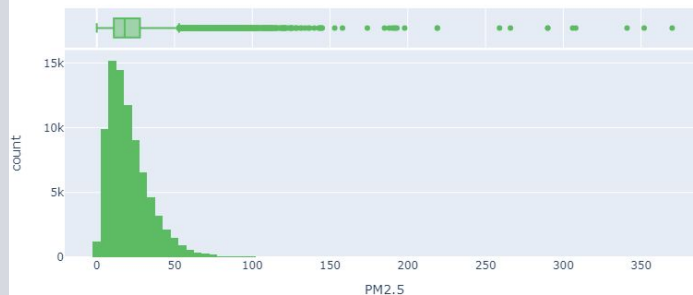
PM2.5: 11.61% Valores Nulos
SO2: 9.08% Valores Nulos
RH: 3.77% Valores Nulos
WDR: 2.97% Valores Nulos

Norte2

De 31,790 datos

PM2.5: 12.37% Valores Nulos
PM10: 3.02% Valores Nulos
RH: 1.31% Valores Nulos
WDR: 1.20% Valores Nulos

Histograma de PM2.5 Todas las Zonas



LIMPIEZA Y PROCESAMIENTO

1. **Se imputaron** las **fechas** faltantes que se omitieron en los datasets originales con valores nulos.
2. **Se excluyeron** valores **atípicos** a 3 desviaciones estándar alejados de la media
3. **Se imputaron** los valores **nulos** con el método de la media de entre el siguiente y el anterior valor válido.
4. **Por cada observación** se calculó el promedio móvil a periodo de 12 horas y luego (para regresión logística) se agruparon los datos en días
5. **Se creó** una nueva **columna**, en el que había un valor de 0 si la concentración de **PM2.5** era menor a 30, 1 en caso contrario. (para regresión logística)

METODOLOGÍA

Se implementó un modelo de **regresión logística** para poder clasificar el nivel de PM2.5 para los meses de diciembre como:

| | |
|---|---------------|
| 0 | (PM2.5 < 30) |
| 1 | (PM2.5 >= 30) |

Se comparan en un principio las mismas variables:

[PM10 WSR RH SO2 WDR NO2]

Luego se obtuvieron cuáles fueron las variables significativas para el modelo y usando solo las más significativas, basado en la zona. Verificar si este modelo puede sostenerse con las mismas variables en todas las estaciones.

Se creó un modelo de **serie de tiempo** donde se usan los datos de la semana pasada para predecir los datos de las siguientes 12 horas sobre el nivel de PM2.5 para explicar la variabilidad que no pudo explicar la regresión logística

VARIABLES SIGNIFICATIVAS

(individualmente)

| | CENTRO | SURESTE 3 | NORTE 2 |
|------|--------|-----------|---------|
| PM10 | SÍ | SÍ | SÍ |
| NO | SÍ | SÍ | SÍ |
| WDR | SÍ | NO | NO |
| WSR | SÍ | NO | SÍ |
| RH | SÍ | SÍ | SÍ |
| NOX | SÍ | SÍ | SÍ |
| NO2 | SÍ | SÍ | SÍ |

| | CENTRO | SURESTE 3 | NORTE 2 |
|-------|--------|-----------|---------|
| TOUT | SÍ | SÍ | NO |
| PRS | SÍ | SÍ | NO |
| CO | NO | NO | NO |
| SR | NO | NO | NO |
| SO2 | NO | NO | SÍ |
| O3 | NO | NO | NO |
| RAINF | NO | NO | NO |

Modelación y validación

UMBRAL

CENTRO

$$P(\text{día malo}) = \frac{e^{-20.385 + 0.11040 \cdot PM10 + 0.03957 \cdot WDR + 0.09844 \cdot RH}}{1 + e^{-20.385 + 0.11040 \cdot PM10 + 0.03957 \cdot WDR + 0.09844 \cdot RH}}$$

0.595

SURESTE 3

$$P(\text{día malo}) = \frac{e^{-22.54618 + 0.54912 \cdot SO2 + 0.04366 \cdot WDR + 0.14514 \cdot RH}}{1 + e^{-22.54618 + 0.54912 \cdot SO2 + 0.04366 \cdot WDR + 0.14514 \cdot RH}}$$

0.049

NORTE 2

$$P(\text{día malo}) = \frac{e^{-27.584 + 0.12053 \cdot PM10 + 0.19784 \cdot NO2 + 0.14236 \cdot RH}}{1 + e^{-27.584 + 0.12053 \cdot PM10 + 0.19784 \cdot NO2 + 0.14236 \cdot RH}}$$

0.91

COLINEALIDAD



LINEALIDAD



INDEPENDENCIA



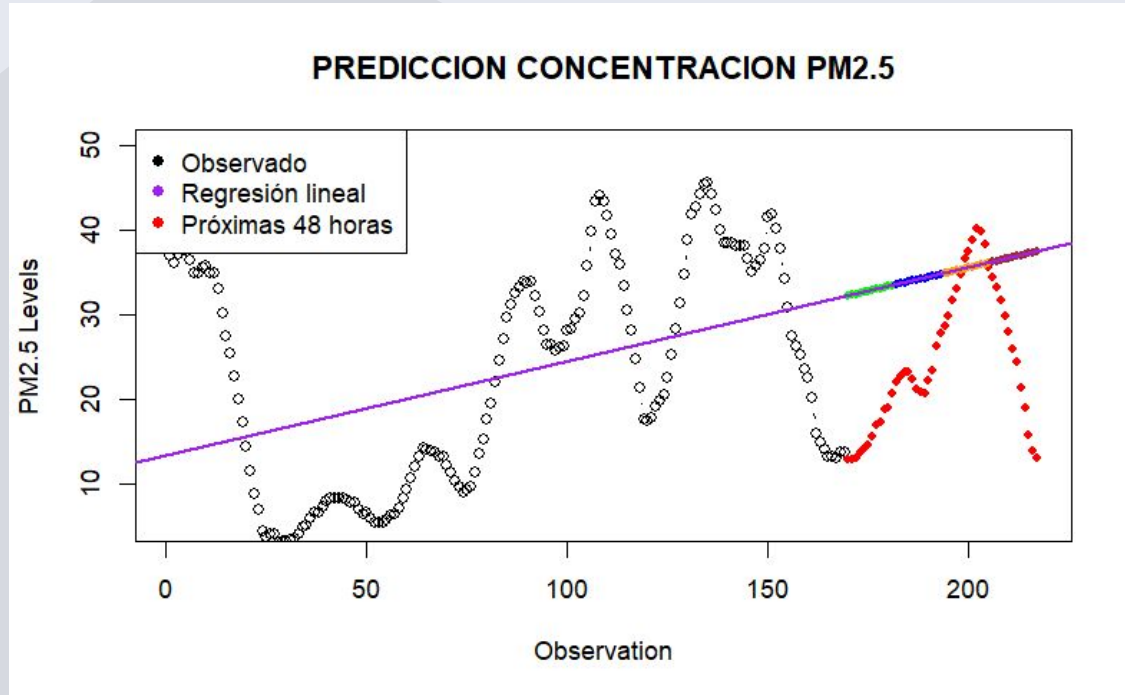
Resultados

(regresión logística)

| Estación | Variables | Matriz de confusión | EXACTITUD predicciones correctas | SENSIBILIDAD verdaderos positivos | | | | | | | | | |
|--------------|---------------|---|-------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------|----|---|--------------|----|----|--------|--------|
| Centro | PM10, WDR, RH | <table><tr><td></td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>Predicción 0</td><td>22</td><td>2</td></tr><tr><td>Predicción 1</td><td>2</td><td>11</td></tr></table> | | 0 | 1 | Predicción 0 | 22 | 2 | Predicción 1 | 2 | 11 | 89.19% | 84.62% |
| | 0 | 1 | | | | | | | | | | | |
| Predicción 0 | 22 | 2 | | | | | | | | | | | |
| Predicción 1 | 2 | 11 | | | | | | | | | | | |
| Sureste3 | SO2, WDR, RH | <table><tr><td></td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>Predicción 0</td><td>8</td><td>2</td></tr><tr><td>Predicción 1</td><td>18</td><td>9</td></tr></table> | | 0 | 1 | Predicción 0 | 8 | 2 | Predicción 1 | 18 | 9 | 45.95% | 81.82% |
| | 0 | 1 | | | | | | | | | | | |
| Predicción 0 | 8 | 2 | | | | | | | | | | | |
| Predicción 1 | 18 | 9 | | | | | | | | | | | |
| Norte2 | PM10, NO2, RH | <table><tr><td></td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>Predicción 0</td><td>25</td><td>4</td></tr><tr><td>Predicción 1</td><td>0</td><td>8</td></tr></table> | | 0 | 1 | Predicción 0 | 25 | 4 | Predicción 1 | 0 | 8 | 89.19% | 66.67% |
| | 0 | 1 | | | | | | | | | | | |
| Predicción 0 | 25 | 4 | | | | | | | | | | | |
| Predicción 1 | 0 | 8 | | | | | | | | | | | |



Modelación y validación



Resultados

(serie de tiempo)

| Estación | MSE | Diferencia a promedios | EXACTITUD | CME EPAM |
|----------|---|---|-----------|-------------------------------|
| Norte2 | 1.- 95.1274188 2.- 97.9874612 3.-134.3101401 4.- 126.0354372 | 1.- 7.0185932 2.-7.2055849 3.-8.3729329 4.-8.0025325 | 85.41% | CME = 46.612 EPAM = 35.45% |
| Centro | 1.-105.6310445 2.-129.8408769 3.-187.8348894 4.-187.9649670 | 1.- 7.2603721 2.-8.0921424 3.-10.5335306 4.-10.3456178 | 73.33% | CME =63.132 EPAM = 29.08% |
| Sureste3 | 1.-77.5226904 2.-113.8190157 3.-126.2333619 4.-150.8117056 | 1.- 6.4235773 2.-7.6963905 3.-8.4102716 4.- 9.5209900 | 87.07% | CME = 40.184 EPAM = 35.45% |

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Pudimos concluir que en la zona sureste 3 donde está **Cadereyta**, una variable significativa fue el **azufre** (SO₂) un día de contaminación malo, mientras que en las demás zonas se centraba más en PM₁₀ o NO₂.

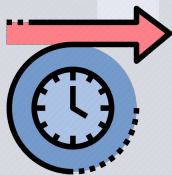
En la zona **Norte 2**, debido a su alto tránsito, se vio como **la combustión de los autos** (NO₂) impactó significativamente a la predicción de malos días de PM_{2.5}, lo cual tiene sentido debido a la cercanía que tiene la zona de avenidas y vialidades.

También se pudo observar que la **humedad** fue una variable siempre presente a través de las zonas, indicando su importancia para predecir los niveles de contaminación **independientemente de la zona**, esto se debe principalmente a que en ambientes húmedos las partículas de aire y otros contaminantes se agrupan y se depositan más rápido.

Finalmente, se encontró que la variabilidad de registros del contaminante PM_{2.5} depende de **distintos factores** al medirse en distintas estaciones y que el tiempo es un elemento muy relevante para pronosticar su comportamiento.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD

**ANALIZAR MÁS
PERIODOS DE TIEMPO**



**ANALIZAR OTRAS
ESTACIONES**



**CHECAR MÁS
RELACIONES ENTRE
VARIABLES**



**MÉTODO MÁS SOFISTICADO
DE IMPUTACIÓN**



Referencias:

UNEP. (2017). La importancia del aire. Recuperado de <https://www.unep.org/es/explore-topics/air/la-importancia-del-aire>

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Efectos a la salud por la contaminación del aire ambiente. (s.f.). Recuperado de <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/3-efectos-a-la-salud-por-la-contaminacion-del-aire-ambiente>

Envira. (s.f.). Estaciones de medición de la calidad del aire. Recuperado de <https://enviraio.es/estaciones-medicion-calidad/>

Ayuntamiento de Monterrey. (2019). Reglamento de Protección Ambiental e Imagen Urbana de Monterrey. Recuperado de https://portal.monterrey.gob.mx/pdf/reglamentos/Reg_proteccion_ambiental.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Recuperado de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>

Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). Calidad del Aire Ambiente. Recuperado de <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire/calidad-aire-ambiente>

González Manrique, E. (2023, febrero 22). Contaminación en Nuevo León: versiones encontradas. Recuperado de <https://verificado.com.mx/contaminacion-nuevo-leon-versiones-encontradas/>

Belousova, N., Kuznetsova, T., & Kuznetsov, V. (2009). El concepto metodológico del sistema de monitoreo ambiental. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 25(3), 135-144. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-72102009000300513&script=sci_arttext

Lutgens, F., & Tarbuck, E. (1979). The atmosphere. An introduction to meteorology (12th ed.). Pearson.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2023). El ozono como contaminante del aire y riesgo para la salud. Recuperado de <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/el-ozono-como-contaminante-del-aire-y-riesgo-para-la-salud>

Badillo, D. (2020, agosto). Cadereyta, su refinera y cuatro décadas de pasivos ambientales. Recuperado de <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Cadereyta-su-refineria-y-cuatro-decadas-de-pasivos-ambientales-20200809-0001.html>

Conacyt, Martín, D., Barrera, H., & García, J. (2019). Análisis de la contaminación por PM2.5 en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, enfocado a la identificación de medidas estratégicas de control. Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente A.C.

Carrillo, L. (2023, febrero). Las Pedreras en Nuevo León. Recuperado de <https://uvleones.com/las-pedreras-en-nuevo-leon/>