1. **Problemática Ambiental**

En un mundo donde la urbanización avanza a pasos agigantados, las grandes ciudades se enfrentan a desafíos significativos, siendo uno de los más críticos la contaminación del aire. Este problema ambiental no solo deteriora el medio ambiente urbano, sino que también plantea serias amenazas para la salud pública y la calidad de vida de millones de personas. La contaminación del aire es responsable de aproximadamente siete millones de muertes prematuras cada año a nivel mundial, según la Organización Mundial de la Salud, y se asocia con enfermedades cardiovasculares, respiratorias y numerosos problemas de salud.

1. **Problemática Ambiental**

En 2023, de un total de 134 países analizados, Colombia se ubicó en el puesto 75, con una concentración promedio de PM2.5 de 14 microgramos por metro cúbico. En el mismo año, Bogotá esta en el puesto 67ª capital con el mayor nivel promedio de PM2.5, registrando 13 microgramos por metro cúbico. Aunque estos números muestran una mejora respecto a años anteriores, es importante destacar que ambos valores aún exceden el límite recomendado por la OMS. Esta situación subraya la necesidad continua de políticas efectivas y acciones concretas para mejorar la calidad del aire en nuestra capital y en el país.

1. **Antecedentes:**

La calidad del aire en áreas urbanas es un tema de creciente preocupación a nivel académico, de salud pública y ambiental, especialmente en Bogotá, una de las ciudades más grandes y densamente pobladas de América Latina.

1. **Datos:**

Se utilizaron datos provenientes de la (**Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá, 2024**).

1. **Variables:**

Se tomó la decisión de descartar algunas variables debido a que la cantidad de datos disponibles era insuficiente para realizar un estudio estadísticamente significativo.

1. **Proceso de estequiometria:**

La conversión de unidades de los contaminantes gaseosos de partes por billón (ppb) a microgramos por metro cúbico (µg/m³) se fundamenta en la ley de los gases ideales

**Microgramos por metro cubico**

1. **Graficas**

Series de tiempo que muestran las concentraciones diarias de cada contaminante con su respectivo Nivel establecido por la OMS. Donde se puede observar que el PM25 y el PM sobrepasan el umbral en reiteradas ocasiones. De igual manera el PM 10 sobre pasa el Nivel.

1. **PROBIT**

Para la modelación de estos eventos de excedencia, se ha empleado un modelo Probit, donde La variable dependiente se define como 1 si la concentración diaria del contaminante supera el nivel de la OMS, y 0 en caso contrario.

El modelo Probit se ajusta utilizando como variables independientes una serie de factores ambientales y temporales que se presume influyen en los niveles de contaminación.

Estas variables permiten controlar por efectos estacionales y otros patrones temporales que podrían afectar las mediciones de los contaminantes.

1. **GRAFICAS PROBIT**

Se muestra una clara relación negativa entre la velocidad del viento y la probabilidad de exceder los niveles de PM2.5 recomendados por la OMS.

1. **VAR**

Se implementó un Modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) para explorar las dinámicas temporales y las interdependencias entre diversas variables ambientales y meteorológicas.

* Una disminución en el nivel de PM2.5 un día podría llevar a un aumento en el nivel del día siguiente.
* Un aumento en la radiación solar se asocia con un incremento en los niveles de PM2.5.
* Velocidades más altas de viento están asociadas con menores concentraciones de PM2.5.

1. **IMPULSO RESPUESTA**

Donde se puede observar al lado izquierdo que la variable de impulso, no tiene un impacto significativo en las variables de respuesta en el modelo.

En para la variable Radiación solar el impulso en la variable, genera un aumento pero al cabo de 10 días llegara a su función de media.

1. **VECM**

Se empleó un Modelo de VECM para examinar la dinámica de ajuste a largo plazo entre las variables ambientales y meteorológicas.

Con el PM2.5 y sus propios rezagos: Se observó un ajuste hacia el equilibrio en los rezagos de consigo mismo en el largo plazo.

Con el PM2.5 y la temperatura (tmp): Las interacciones a largo plazo entre PM2.5 y temperatura mostraron ajustes significativos en los rezagos, lo que implica que cambios en la temperatura pueden influir en los niveles de PM2.5.

De igual manera para las otras variables…

Debido al comportamiento de los residuales, se prefirió emplear el VAR para lograr mayor estabilidad con el resto de las variables.

1. **ARDL**

La estimación del modelo ARDL permitió evaluar tanto las dinámicas de corto plazo como las interacciones a largo plazo entre las variables.

Residuales en el Tiempo: No presentan tendencias ni patrones periódicos, indicando ausencia de heteroscedasticidad o cambios estructurales no detectados.

Función de Autocorrelación (ACF): Algunos picos sugieren leve autocorrelación residual, pero la mayoría de los retrasos no muestran autocorrelación significativa.

Histograma y Curva de Densidad Normal: Los residuos tienen una distribución simétrica y alineada con la normal, indicando que son aproximadamente normales y no están sesgados.

1. **RF**

Se emplea el modelo de Random Forest para evaluar las relaciones entre diversas variables

Al observar la gráfica, se puede notar que las predicciones del modelo logran seguir en cierta medida la tendencia general de los valores reales, especialmente en la captura de los picos y las caídas. Sin embargo, hay áreas, especialmente hacia el final del período de prueba, donde las predicciones no coinciden exactamente con los valores reales, indicando posibles limitaciones en el modelo para adaptarse a cambios abruptos o a la volatilidad alta en los niveles de PM2.5.