
IDENTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL MUNICIPIO DE SOACHA MEDIANTE INTERPOLACIÓN "IDW" CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Luisa Fernanda Parada Pérez, Cód.: 1024541837, lfparadap@unadvirtual.edu.co

Docente Asesor: John Carlos Ruiz Caicedo, john.ruiz@unad.edu.co

RESUMEN

El componente atmosférico presenta suma importancia a nivel ambiental principalmente por el calentamiento global y alteraciones de procesos bioquímicos y a nivel de salud por el impacto directo en pulmones y ojos en cualquier tipo de población; a pesar de que los resultados del ICA – Indicador de Calidad Ambiental en el municipio de Soacha tienen tendencia a “Buena” y “Aceptable” se identifican en algunas estaciones de monitoreo altas concentraciones de PM2.5 y que han venido en aumento durante los últimos años; generadas principalmente por las fuentes móviles seguidas de procesos industriales razón por la cual es necesario identificar las zonas de mayor concentración de contaminación así como los contaminantes que tienen mayor participación en la baja calidad del aire en el municipio con el fin de determinar en primer lugar donde es necesario aumentar las medidas de control y aplicar planes de mejoramiento, en segundo lugar determinar bajo la información de las coberturas de suelo que tipo de población y ecosistemas son los más afectados, los

resultados de las estaciones de monitoreo desde el 01 de noviembre del 2023 al 30 de abril del 2024 es consultada y descargada del Sistema de monitoreo de Calidad del Aire a cargo del SISAIRE administrado por la CAR y el IDEAM para su consolidación y ubicación geográfica en QGIS sobre capas de “Municipio” y “Coberturas” agregando categorizaciones que facilitan la identificación de las zonas con menor calidad del aire, arrojando como resultado que la estación con valor más alto para el rango ICA es UDPG con 52, es decir con categoría “Aceptable”, ubicada en una cobertura de tierra que corresponde a suelo “Agrícola”, seguida de las estaciones “Hospital” y “Coliseo” las cuales se categorizan como “Buena” ubicadas en zonas urbanas aumentando los riesgos a la salud de la población, para mejorar el análisis y toma de decisiones es necesario aumentar las zonas de muestreo así como la calibración de las ya existentes.

PALABRAS CLAVE: ICA, QGIS, Geoprocesos, IDEAM, POT

INTRODUCCIÓN

El municipio de Soacha se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca; Soacha cuenta con una extensión de 187,44 km² de los 23.991,86 km² con los que cuenta el departamento. Soacha limita al norte con los municipios de Bojacá y Mosquera, al sur con los municipios de Sibaté, Pasca, al oriente con Bogotá Distrito Capital y al Occidente con los municipios de Granada y San Antonio del Tequendama (Alcaldía Soacha).

En Soacha el 89,7% (168,13 km²) del territorio corresponde al área rural dividida en dos corregimientos conformados por 14 veredas; el 10,3% (19,31 km²) del territorio corresponde al área urbana que comprende 400 barrios divididos en 6 comunas: 1. Compartir, 2. Centro, 3. La despensa, 4. Cazuca, 5. San Mateo y 6. San Humberto.

Por su cercanía con la capital del país y por temas económicos, durante los últimos años ha presentado aumento de su población trayendo consigo problemáticas de todo tipo incluyendo las ambientales por planes de ordenamiento ineficientes para la gestión de los recursos.

En el presente documento se lleva cabo la caracterización de la contaminación atmosférica emitida por la estaciones de monitoreo; la cual es medida con el Indicador de Calidad del Aire, que permite categorizar y correlacionar los niveles de inmisión de los contaminantes (Ozono – O₃, Material Particulado menor a 10µm – PM₁₀,

Material Particulado menor a 2.5µm – PM_{2,5}, Monóxido de Carbono – CO, Dióxido de Azufre – SO₂ y Dióxido de Nitrógeno –NO₂) criterios obtenidos mediante las estaciones de monitoreo con posibles efectos adversos a la salud de la población expuesta (IDEAM, 2010).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL: Determinar puntos de mayor concentración con contaminación atmosférica en el municipio de Soacha en el departamento de Cundinamarca sobre coberturas de tipo de suelo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Ubicar geográficamente las estaciones de monitoreo de calidad del aire en Soacha sobre las coberturas de suelo en el municipio de Soacha.
- Categorizar las estaciones de monitoreo de calidad del aire de acuerdo con el ICA – Indicador de Calidad del Aire.
- Identificar el contaminante de mayor concentración en el municipio de acuerdo con la categorización del ICA.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La atmósfera es una capa gaseosa de aproximadamente 10.000 km de espesor compuesta de gases y partículas sólidas y líquidas

en suspensión atraídas por la gravedad terrestre (Cuevas, 2019); la importancia ambiental de la atmosfera radica en que:

- Actúa como reservorio de algunos elementos químicos vitales para los seres vivos, como carbono, nitrógeno (Comisión Ambiental de la Megalópolis, 2018) y oxígeno permitiendo la respiración en seres humanos y animales, así como la fotosíntesis en plantas (Cuevas, 2019).
- Es el componente principal en la regulación del clima (Comisión Ambiental de la Megalópolis, 2018) generando los fenómenos climáticos y meteorológicos que afectan al planeta (Cuevas, 2019).
- Su función reguladora entre la radiación solar entrante y la radiación terrestre saliente (Universidad de Murcia), además contiene la capa de ozono que filtra la dañina radiación ultravioleta (UV) proveniente del sol (Comisión Ambiental de la Megalópolis, 2018).

El IDEAM define la contaminación atmosférica como: “presencia que existe en el aire de pequeñas partículas o productos secundarios gaseosos que pueden implicar riesgo, daño o molestia para las personas, plantas y animales que se encuentran expuestas a dicho ambiente”.

El dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono son contaminantes en forma gaseosa, otro tipo de contaminante es el material particulado o partículas minúsculas. La concentración de contaminantes en la

atmósfera es muy variable; depende de la distribución y ubicación de las fuentes de contaminación, las condiciones topográficas y, en particular, las cambiantes condiciones climáticas (Mora et al. 2021); teniendo en cuenta los contaminantes que son monitoreados en el país, las características de los combustibles que se distribuyen y los equipos que actualmente se encuentran en las SVCA, los contaminantes a tener en cuenta para este caso son los siguientes: PM10, PM2.5, SO₂, NO₂, O₃ y CO (IDEAM, 2010).

Soacha es el municipio más poblado del departamento de Cundinamarca sin tener en cuenta Bogotá Distrito Capital. En “Soacha: el karma de crecer a la sombra de un gigante”, Florez (2017) afirma: “Un municipio que en 1973 tenía 40.000 pobladores; en 2005 fueron censados 393.000 y para este año, el DANE proyectó 533.000, que en realidad podrían ser el doble.”; en el aspecto socioeconómico es de los municipios con mayor índice de pobreza; la principal problemática de Soacha corresponde a ser uno de los municipios colombianos que presenta un mayor desorden físico, espacial y ambiental.

Debido al incontrolable crecimiento demográfico que trae consigo cambios y aumento en algunas actividades económicas afectando los recursos del municipio de manera directa e indirecta, así como falta de control gubernamental, temas de corrupción, entre otros y teniendo en cuenta que en el municipio se ubican zonas de reserva, como lo es el Páramo del Sumapaz, sector de canoas,

nacimiento del río Soacha; los requieren protección y recuperación ya que se encuentran allí numerosos nacederos y quebradas, siendo esta zona hídrica de vital importancia, también se posiciona una diversidad de ecosistemas. En cuanto a la caracterización de las actividades económicas, en Soacha, en el cumplimiento de los ODS, Cubillos & Sánchez (2022) determinan que: “La principal actividad económica de Soacha cambió en las últimas décadas, moviéndose de la agricultura al área de servicios y actividades industriales. Es un municipio con vocación residencial, para sectores populares y recientemente para sectores medios de población de Bogotá, además prestador de servicios y comercio de municipios vecinos. Tiene además una vocación minera, esta es una de las principales industrias de Soacha contando con más de cien minas de explotación a cielo abierto. Esta actividad apoya la economía local sin embargo se vuelve una causa principal de efectos adversos al medio ambiente en el área”.

Haciendo énfasis en el recurso aire y lo que concierne con la contaminación atmosférica del municipio de Soacha: La cantidad de estaciones de monitoreo de calidad del aire en Soacha no son suficientes para dar cubrimiento al municipio, adicional no todas las estaciones cuentan con resultados de los contaminantes referentes para determinar la calidad del aire también se identifican fallas de calibración en las estaciones y/o un mal procedimiento de muestreo (Corporación Ambiental, 2019) y en febrero del 2020 la CAR declara nivel de prevención en Soacha por calidad del aire: “La estación Uniminuto – Soacha y la Estación Colegio

Mayor de Soacha – Soacha, muestran niveles elevados de concentración de PM2.5, que de acuerdo con las normas nacionales y disposiciones internacionales, es considerado un contaminante de alto impacto en la salud. Se evidencian procesos de transporte regional de contaminantes que han contribuido al incremento en los niveles de concentración de pm2.5 en el municipio”.

Las condiciones ambientales del municipio de Soacha no han sido objeto de estudio a pesar de las grandes implicaciones socioeconómicas, políticas y de salud pública que soporta el descuidar estos tópicos (Rodríguez, 2018); actualmente, la mayor parte del transporte de carga y de pasajeros entre Bogotá D.C. y el occidente y sur de Colombia transita por el municipio de Soacha y, específicamente, a través de su área urbana central, produciendo un impacto significativo en la calidad del aire y un deterioro del mobiliario urbano existente (Zafra et al., 2018); por sus actividades industriales presenta desmejoramiento de la calidad del ambiente y la salud pública (Zafra et al., 2018) a causa de residuos gaseosos que constituyen en la mayoría de las empresas la principal fuente de riesgo para la salud de los trabajadores; por ejemplo: humos de soldadura. En cuanto al sector minero, la extracción de materiales de construcción en Soacha ha convertido parte del municipio en una mina a cielo abierto; el 15% de su territorio se encuentra legalmente dedicado a la minería, actividad económica con alta generación de material particulado (Rodríguez, 2018).

METODOLOGÍA

DIAGRAMA DE PROCESO

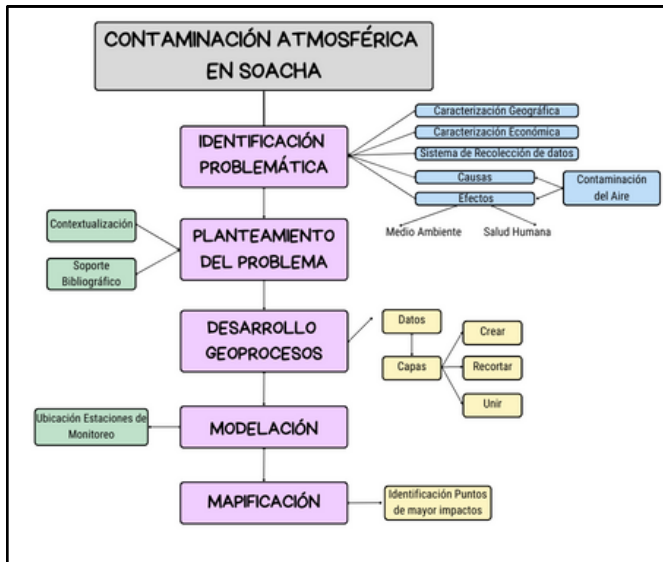


Figura 1. Diagrama Proceso Conceptual, Elaboración Propia, 2024.

:<http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/consultas.xhtml>, Se hace descarga en formato “Archivo de valores separados por comas Microsoft Excel (CSV)” de los resultados de estas estaciones desde el mes de noviembre del 2023 al mes de abril del 2024, donde es necesario aplicar “Datos – Texto en Columnas” para separar la información de una sola columna a las que corresponda; posterior a la descarga y consolidación de datos que corresponde a resultados de concentraciones de contaminantes por día en las estaciones, se procede hacer el cálculo del ICA, aplicando la siguiente ecuación:

$$ICA_p = \frac{I_{alto} - I_{bajo}}{PC_{alto} - PC_{bajo}} \times (C_p - PC_{bajo}) + I_{bajo}$$

Ecuación 1. Calculo ICA, IDEAM, 2010

MODELO ENTIDAD RELACIÓN

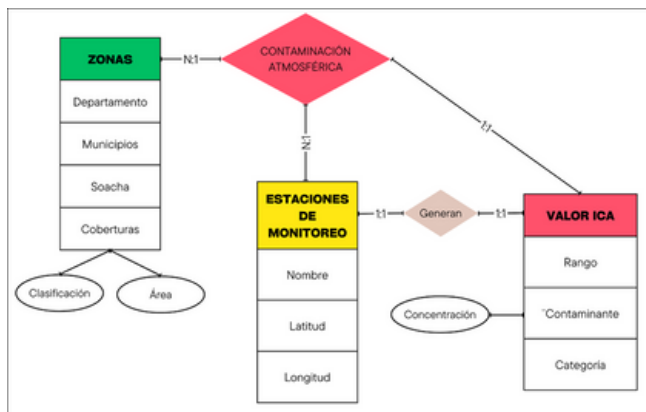


Figura 2. Modelo Lógico ER, Elaboración Propia, 2024.

CONSULTA DE DATOS

La información de ubicación, así como la descarga de resultados por contaminante de las estaciones monitoreo mencionadas se toman desde la página del SISARE:

IDENTIFICACIÓN Y DESARROLLO DE GEOPROCESOS Y MODELAMIENTOS

MAPA 1: Se realiza la creación de la capa de Departamentos de Colombia, por medio de la selección y función “Exportar – Guardar Objetos Seleccionados como...” genera una nueva capa “Cundinamarca”. Se crea la capa Municipios de Colombia, haciendo uso de la herramienta “Cortar”, se genera la capa “Municipios de Cundinamarca”, ubicando y exportando el municipio de Soacha; en la tabla de atributos se ejecuta con la calculadora el área de los municipios.

MAPA 2: Corresponde a las Coberturas del Suelo del municipio de Soacha, se agrega la capa “Coberturas” del departamento y nuevamente

usando “Cortar”, extraemos las correspondientes al municipio. También se incluyen las capas de protección ambiental: Humedales, Drenaje Doble, Parques Nacionales Naturales y Paramos, al igual que con la capa “Coberturas”, cortamos y exportamos las áreas correspondientes a protección ambiental. Se aplica el Geoproceso “Disolver” y “Unión de capas” para crear una sola capa de “Zonas de Protección Ambiental”

En cuanto a las coberturas también se lleva a cabo “Disolver” y “Unir” pero no a una sola capa sino por tipo de suelo: Zonas Urbanas, Industriales, Agrícolas, Cuerpos de Agua, Zonas Mineras y Vegetación.

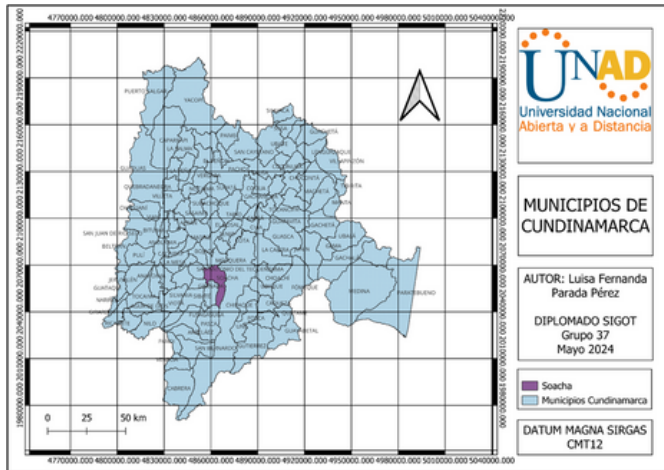
MAPA 3: Se lleva a cabo la ubicación de las Estaciones de Monitoreo ICA; se genera capa de puntos tomando como referente para campo X: Longitud y para campo Y: Latitud y después de ejecuta el Geoproceso: “Crear capa de puntos a partir de tabla”; en la tabla de atributos de esta capa se relaciona el nombre de la estación, el rango ICA, Longitud y Latitud. Desde el ítem de propiedades se lleva a cabo categorización asignando el color correspondiente del Rango ICA.

MAPA 4: Después de ubicar geográficamente las estaciones de monitoreo se activan las capas de coberturas y de protección ambiental para identificación de las zonas de ubicación de las estaciones de monitoreo, se seleccionan las zonas de ubicación de las estaciones, aplicamos de nuevo el Geoproceso “Cortar” las zonas seleccionadas, creando la capa “Zonificación Estaciones Monitoreo”.

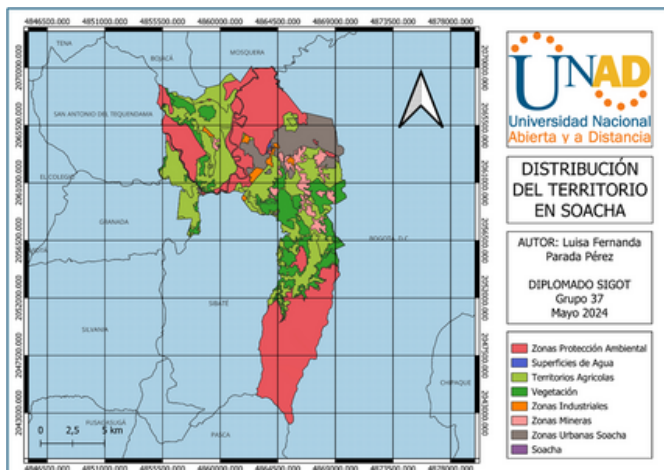
MAPA 5: Teniendo en cuenta que se encuentran creadas las capas de “Estaciones de Calidad del Aire”, que corresponde a una capa de Puntos con la ubicación geográfica (Latitud y Longitud) así como el rango ICA de acuerdo a los resultados emitidos por contaminante de los meses noviembre del 2023 al mes de abril del 2024; así como la capa de Coberturas de suelo, distribuidas en Zonas Urbanas, Industriales, Agrícolas, Cuerpos de Agua, Zonas Mineras y Vegetación, se procede a ejecutar la herramienta de Geoproceso “Buffer” con distancia de 1 kilómetro, lo que permite identificar el tipo de suelo donde se encuentran ubicadas las estaciones de calidad del aire. En la tabla de atributos se hace uso de la calculadora para la determinación de las áreas de cada zona.

MAPA 6: Se aplica el Geoproceso “Interpolación IDW” a la capa de puntos “Estaciones de Monitoreo” generando una capa Ráster la cual se convierte a capa vectorial para “Cortar” la capa de “Soacha” que corresponde a zona de estudio, esta última capa se convierte de capa vectorial a Ráster; en propiedades se ejecutan cambios en los colores asignado las tonalidades respectivas por rango de acuerdo con la Tabla 1.

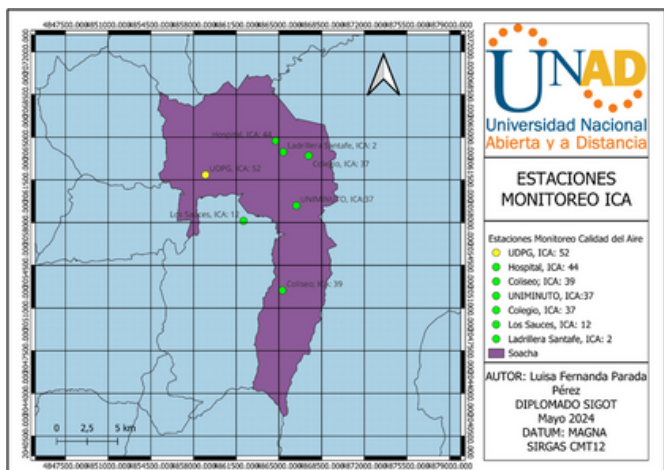
RESULTADOS MAPAS



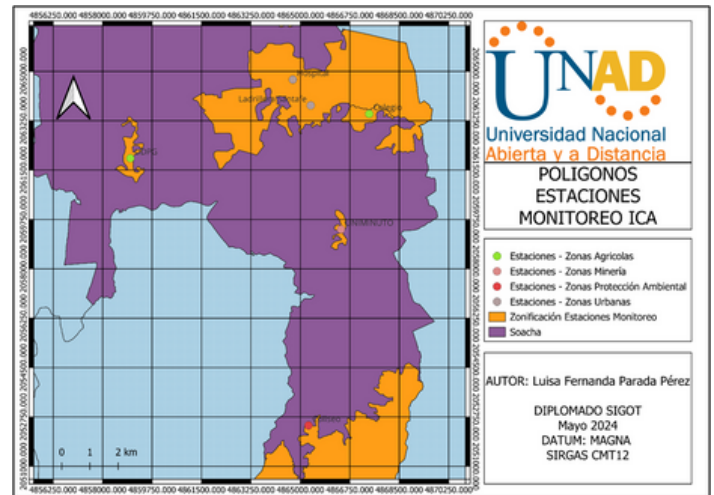
Mapa 1. Municipios de Cundinamarca, Elaboración Propia, 2024



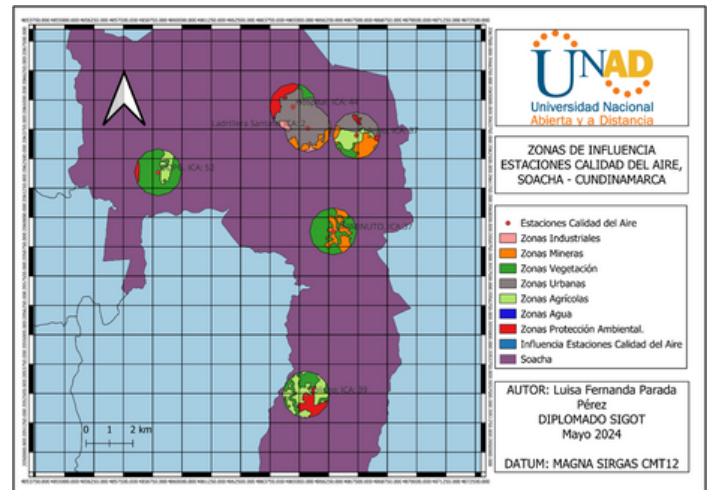
Mapa 2. Coberturas del Suelo en Soacha, Elaboración Propia, 2024.



Mapa 3. Estaciones Monitoreo Calidad del Aire en Soacha, Elaboración Propia, 2024



Mapa 4. Zonificación Estaciones Monitoreo, Elaboración Propia, 2024



Mapa 5. Zonas de Influencia sobre coberturas de suelo de las Estaciones de Calidad del Aire en Soacha, Cundinamarca, Elaboración Propia, 2024

Se identifica que las coberturas de suelo con mayor medición de calidad del aire de acuerdo con la ubicación de las estaciones corresponden a Zonas de Vegetación con 5,81 km², seguido de zonas Urbanas con 4,55 km²; zonas que corresponde a riesgo en la salud humana.

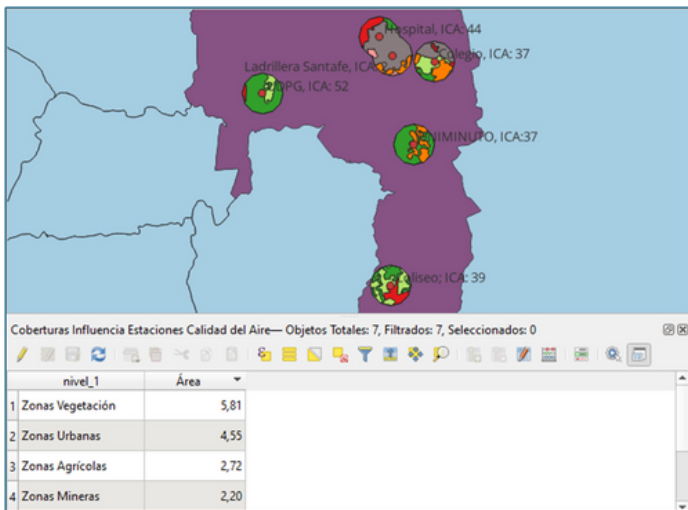


Figura 3. Área Zonas de Influencia sobre coberturas de suelo de las Estaciones de Calidad del Aire en Soacha, Cundinamarca, Elaboración Propia, 2024

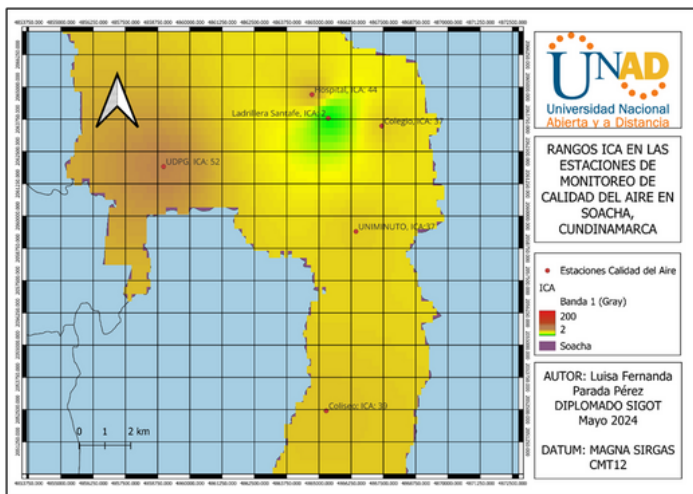
El municipio de Soacha cuenta con 5 estaciones de monitoreo de calidad del aire, para el desarrollo del presente documento se incluye una estación del municipio de Sibaté por su cercanía.

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD
SIBATE - Los Sauces	4,525166	-74,243534
SOACHA - Colegio	4,573623	-74,19548
SOACHA - UNIMINUTO	4,536597	-74,204407
SOACHA - Coliseo	4,473685	-74,214706
SOACHA - Hospital	4,584585	-74,219877
SOACHA - UDPG	4,559249	-74,271698

Tabla 2. Estaciones de Monitoreo, Elaboración Propia, 2024.

Al tabular los resultados se identifica:

·La estación con valor más alto para el rango ICA es UDPG con 52, es decir con categoría “Aceptable”, seguida de las estaciones “Hospital” y “Coliseo” las cuales se categorizan como “Buena”, es posible identificar la brecha de resultados entre la estación “Ladrillera Santafé” y las demás, adicional solo registra resultados para Dióxido de Nitrógeno - NO₂, lo que demuestra oportunidades de mejora en el sistema de vigilancia que incluyen calibración de equipos.



Mapa 6. Rangos ICA de las Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire en Soacha, Cundinamarca, Elaboración Propia, 2024

A continuación, se presentan los rangos del Índice de Calidad del Aire de acuerdo con concentraciones específicas por contaminante y tiempo de exposición, así como su categorización:

Índice de Calidad del Aire		Puntos de corte ICA						
Rango ICA	Categoría	PM ₁₀ µg/m ³ 24 horas	PM _{2.5} µg/m ³ 24 horas	CO µg/m ³ 8 horas	SO ₂ µg/m ³ 1 hora	NO ₂ µg/m ³ 1 hora	O ₃ µg/m ³ 8 horas	O ₃ µg/m ³ 1 hora (i)
0 - 50	Buena	0-54	0-12	0-5094	0-93	0-100	0-106	---
51 - 100	Aceptable	55-154	13-37	5095-10819	94-197	101-189	107-138	---
101 - 150	Dañina a la salud de grupos sensibles	155-254	38-55	10820-14254	198-486	190-677	139-167	245-323
151 - 200	Dañina a la salud	255-354	16-150	14255-17688	487-797	678-1221	168-207	324-401
01 - 300	Muy dañina a la salud	355-424	151-250	17689-34862	798-1583	1222-2349	208-393	402-794
301 - 500	Peligrosa	425-604	251-500	34863-57703	1584-2629	2350-3853	394 ⁽ⁱⁱ⁾	795-1185

Tabla 1. Puntos de corte del Índice de Calidad del Aire, IDEAM, 2010

ESTACIÓN	1. Noviembre 2023	2. Diciembre 2023	3. Enero 2024	4. Febrero 2024	5. Marzo 2024	6. Abril 2024	Total general
SOACHA - UDPG	50	57	60	44	58	42	52
SOACHA - HOSPITAL	37	44	46	40	45	71	44
SOACHA - COLISEO	32	36	41	36	46	40	39
SOACHA - UNIMINUTO	45	42	48	27	14	18	37
SOACHA - COLEGIO	30	36	39	34	39	38	37
SIBATE - LOS SAUCES	12	15	6	6	14	19	12
SOACHA - LADRILLERA SANTAFÉ	2	2	2	2	2	2	2
Total general	33	36	39	31	35	36	35

Tabla 3. Estaciones vs ICA por meses, Elaboración propia. 2024

Como es posible apreciar en el mapa 6, las tonalidades más oscuras se ubican para las estaciones UDPG y HOSPITAL, las cuales tienen mayor rango ICA; la estación UDPG se encuentra ubicada cerca a la Carrera: Variante Soacha – La Mesa, con alto flujo de vehículos pesados.

- La estación “UDPG”, solo cuenta con resultados para PM2.5 y PM10.

CONTAMINANTE	Promedio de ICA	Promedio de NIVEL
Material Particulado menor a 10µm - PM10	44	51,30
Material Particulado menor a 2.5µm - PM2.5	60	18,37
Total general	52	34,83

Tabla 4. Estación UDPG, Elaboración propia. 2024

- El contaminante con mayor rango ICA es el Material Particulado menor a 2.5µm - PM2.5 con un promedio de 74 durante los 6 meses de recolección de datos, los meses más afectados son marzo del 2024 y enero del 2024; a pesar de que este contaminante tiene los rangos más altos se mantiene en la categoría de “Aceptable”

CONTAMINANTE	1. Noviembre 2023	2. Diciembre 2023	3. Enero 2024	4. Febrero 2024	5. Marzo 2024	6. Abril 2024	Total general
PM2.5	64	73	81	67	83	75	74
PM10	50	54	64	49	51	46	53
NO2	14	15	14	13	15	21	15
CO	9	9	10	10	10	7	9
SO2	10	10	8	7	8	11	9
Total general	33	36	30	31	35	36	35

Tabla 5. Contaminantes vs Meses, Elaboración propia. 2024

- A continuación, se relacionan los niveles de concentración más altos de PM2.5 y PM10 por estación de monitoreo, así como su categorización de acuerdo con el rango ICA

Contaminante / Estación	Dañina a la salud de grupos sensibles	Dañina a la salud	Muy Dañina a la Salud
PM10	191,58		363,43
SIBATE - LOS SAUCES	317,64		363,43
SOACHA - COLEGIO	195,51		
SOACHA - COLISEO	170,18		
SOACHA - UNIMINUTO	188,17		
PM2.5	43,41	62,62	
SOACHA - COLEGIO	44,64	62,36	
SOACHA - COLISEO	42,72	59,05	
SOACHA - UDPG	41,96		
SOACHA - UNIMINUTO	43,05	68,57	
SOACHA - HOSPITAL	42,44		
Total general	83,52	62,62	363,43

Tabla 6. Contaminantes altas concentraciones, Elaboración propia. 2024

- Para las categorías Dañina a la salud de grupos sensibles, Dañina a la salud y Muy Dañina a la Salud, se obtienen registros solo para los contaminantes PM2.5 y PM10.

Categoría ICA / Contaminante	1. Noviembre 2023	2. Diciembre 2023	3. Enero 2024	4. Febrero 2024	5. Marzo 2024	6. Abril 2024
Dañina a la salud de grupos sensibles	19	20	38	8	24	24
PM10	13	7	15	1		
PM2.5	6	13	23	7	24	24
Dañina a la salud	1	1	5		2	2
PM2.5	1	1	5		2	2
Muy Dañina a la Salud		1				
PM10		1				
Total general	20	22	43	8	26	26

Tabla 7. Rango ICA por contaminantes, Elaboración propia. 2024

CONSECUENCIAS LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE: Precisando los efectos de la contaminación atmosférica, en 2020, Suarez determina que: “La contaminación atmosférica urbana modifica el proceso de transferencia de sustancia nutritivas a través de las especies en un hábitat, es decir, la cadena alimenticia, donde se evidencia alteraciones y daños genéticos en las plantas y degradación del suelo. Adicional a ello, afecta la viabilidad vegetal donde no sólo tiene un efecto directo negativo sobre la vegetación por deposición de los contaminantes sobre la parte aérea de las plantas y pérdida de nutrientes por lavado e intercambio iónico, sino indirectos, los cuales incluyen la acidificación del suelo con la consiguiente liberación de aluminio y otros metales pesados; también afecta sus relaciones con microorganismos, hongos y ecología de los insectos, disminuye la biodiversidad de la fauna. Las edificaciones también son afectadas sufriendo deterioro que implica un mayor gasto para su mantenimiento. En los seres humanos la contaminación produce enfermedades agudas o crónicas de tipo cardiovasculares, respiratorias y cerebrovasculares, específicamente en poblaciones de alto riesgo como adultos mayores e infantes; así como afectaciones en salud llegan hasta las células, afectando el ADN, todas las afectaciones en salud presentan un costo económico para la persona y el sistema de salud”

CONCLUSIONES

- La principal fuentes de contaminación del aire en el municipio de Soacha corresponde a fuentes móviles que transitan por la Autopista Sur y avenidas principales; seguido de actividades industriales y mineras.
- Es necesario calibración de las Estaciones de Monitoreo, así como adecuaciones para medir todos los contaminantes indicados por el IDEAM para calcular el ICA.
- Los contaminantes de mayor impacto corresponden a Material Particulado, únicos que han estado fuera de la categoría de “Buena” y “Aceptable” dentro de los rangos del ICA.
- Dos de las estaciones están ubicadas en coberturas de zonas agrícolas, dos en zonas urbanas, una en la zona de protección y otra en zona minera.
- La estación con mayor rango ICA: 52 es UDPG, ubicada en una zona agrícola, con un promedio de 6 meses de “Aceptable”, las demás tiene rangos para la categoría de “Buena”

LINK VIDEO: https://youtu.be/VsI5kIiH_Vo

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Soacha. Geografía Soacha. GOV.CO. Recuperado desde: <https://www.alcaldiasoacha.gov.co/NuestroMunicipio/Paginas/Geografia.aspx>
- Aránguez, E., Ordóñez, J. M., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. Revista española de salud pública, 73, 123-132. Recuperado desde: <https://www.scielosp.org/pdf/resp/1999.v73n2/123-132/es>
- Comisión Ambiental de la Megalópolis. (2018). La atmósfera, esencial para el mantenimiento de la vida. Comisión Ambiental. Gobierno de México. Recuperado desde: <https://www.gob.mx/comisionambiental/articulos/la-atmosfera-esencial-para-el-mantenimiento-de-la-vida-181281#:~:text=Participa%20en%20la%20regulaci%C3%B3n%20del,de%20precipitaci%C3%B3n%20en%20los%20continentes.>
- Corporación Ambiental. (2019). Investigación sobre la calidad del aire en el municipio de Soacha. Caminando por el territorio Blog Wordpress. Recuperado desde: <https://caminandoelterritorioblog.wordpress.com/2019/02/19/investigacion-sobre-la-calidad-del-aire-en-el-municipio-de-suacha/>

Cubillos, D., Sánchez, A. (2022) Soacha, en el cumplimiento de los ODS. Secretaría de Planeación. Observatorio de Dinámicas Urbano Regionales – ODUR. Recuperado desde: https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/boletin_soacha_cumplimiento_ods_0.pdf

Cuevas, A. (2019). La atmósfera, sus capas y propiedades. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. División Académica. Recuperado desde:

https://www.uaeh.edu.mx/division_academica/educacion-media/repositorio/2019/3- semestre/diversidad-espacio-terrestre/docs/la-atmosfera-capas-propiedades.pdf

Floréz, J. (2017). Soacha: el karma de crecer a la sombra de un gigante. Revista Semana. ISSN 2745-2794. Recuperado desde: <https://www.semana.com/nacion/articulo/soacha-historia-censo-y-crecimiento-poblacional/541529/>

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Contaminación Atmosférica. Contaminación y Calidad Ambiental. Recuperado desde: <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/contaminacion-atmosferica>

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). Manual de operación de sistemas de Vigilancia de la calidad del aire Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (Resolución 650 de 2010 - Resolución 2154 De 2010). República de Colombia. Recuperado desde: http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527540/Manual_de_operacin_de_Sistemas_de_Vigilancia_de_la_Calidad_del_Aire.pdf/87dca262-f049-4ef3-a071-73a84067a952

IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). Proporción de datos del Índice de Calidad del Aire (ICA). Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (Resolución 650 de 2010 - Resolución 2154 De 2010). Republica de Colombia. Recuperado desde: <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/641368/2.01+HM+Indice+calidad+aire.pdf/5130ffb3-a1bf-4d23-a663-b4c51327cc05#:~:text=El%20ICA%20es%20adimensional%20y,contaminantes%20por%20parte%20de%20la>

Mora-Barrantes, J. C., Sibaja-Brenes, J. P., & Borbón-Alpizar, H. (2021). Fuentes antropogénicas y naturales de contaminación atmosférica: estado del arte de su impacto en la calidad fisicoquímica del agua de lluvia y de niebla. Revista Tecnología En Marcha, 34(1), 92-103. Recuperado desde: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822021000100092&script=sci_arttext

Morera, A. (2017). Soacha Rural. Soysoachuno.com. Equipo de Aprendizaje Interactivo Ltda. Recuperado desde: https://aprendizajeinteractivo.com.co/sitio/img/proyecto4/rural_.pdf

Rodríguez-Navarrete, J. M. (2018). Los factores ambientales como determinantes del estado de Salud de la población en el municipio de Soacha 2006-2016. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Maestría en Gestión Ambiental. Recuperado desde: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46829/LOS%20FACTORES%20AMBIENTALES%20COMO%20DETERMINANTE%20DEL%20ESTADO%20DE%20SALUD%20DE%20LA%20POBLACION%20EN%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20SOACHA%202006-2016..pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Organización Mundial de la Salud – OMS. Contaminación atmosférica. Temas de Salud. Recuperado desde: https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

Suarez, D. (2020). Efectos de la contaminación atmosférica desde una perspectiva ampliada en salud ambiental. Universidad de Antioquia. Ciencias médicas y de la salud. Salud y ambiente. Recuperado desde: https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/generales/interna!/ut/p/z0/fY7NjsIwDIRfpRx6RA1lxc-xqtBKqKddaQW5rExiipfWbklA8PYk7AkJcbK_mZHHyqiNMgwXaiCQMLSRt2b2u1hWxaT80PXn17rS5awqV_Pvn7pYFGqtzPtAvEB_w2BKZaxwwGtQm15OAdqzQ8g1-Gc6Sif_O_EFfYi_WBrZ6Wg35Vw3p3MvPnOYvXIItIVsCn3VJggUjG-GW4i1kPpXk-jGiCN0uxgOm0sdnTE58opZ8ACe5xj3aIH6cbOiiY5ew6o9mewf5bc6C/

Universidad de Murcia. La Atmósfera. Recuperado desde: https://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materias-pau-bachillerato/tema_3_.pdf

Zafra, C., Rodríguez, L., & Torres, Y. (2012). Metales pesados asociados con las partículas atmosféricas y sedimentadas de superficies viales: Soacha (Colombia). Facultad de Medio Ambiente, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá - Colombia. Recuperado desde: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/download/4571/9419?inline=1>