

**Diseño De Un Prototipo Electrónico Para La Medición Y Recopilación De Datos De
Calidad Del Aire En El Bloque 1 De La UCC Sede Bogotá**

Juan Diego Peña Padilla Y Santiago Vergara Castro

Modalidad de Grado: Auxiliar de investigación

Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Bogotá

Facultad de Ingeniería

Ingeniería electrónica

Asesor: Ing. Mario Fernando Castro



Bogotá D.C, Colombia

Octubre de 2022

Tabla de Contenido

Planteamiento del problema.....	4
Justificación.	6
Relevancia Social:	6
Implicaciones prácticas	6
Valor teórico.....	6
Utilidad Metodológica:	7
Objetivo General.....	8
Objetivos específicos.....	8
Hipótesis	9
Delimitación Temática.....	10
Espacio Temporal	10
Marco teórico.....	11
La Contaminación del aire a escala mundial.....	11
En Colombia la calidad del aire no mejora	12
Que efectos negativos aún se siguen comprobando	14
Para que nos sirva determinar la calidad del aire en cierto lugar	15
Marco conceptual.....	18
Contaminación	18
Contaminación atmosférica.....	18
Material Particulado:	18
Prototipo	18
Arduino:	18
Inmisión.....	18
Dispositivo:	18
Monitorear:.....	18
Sensores.....	19
Transductores	19
Heterogeneidad:	19
IoT	19
CO	19
Estado del arte.....	20

Investigación 1. Título: “Alternativa <i>Open Source</i> en la implementación de un sistema IoT para la medición de la calidad del aire.”	20
Investigación 2. Título: “Diseño e implementación de un dispositivo de Internet de las cosas para la medición y monitoreo de la calidad de aire en zonas urbanas”.....	21
Investigación 3. Título: “Desarrollo de un prototipo para la medición de calidad del aire en la universidad de Sucre empleando tecnología de vehículos aéreos no tripulados.”	22
Investigación 4. Título: “Sistema de medición de calidad de aire e intensidad UV con sistema embebidos bolt IOT y Arduino”.....	23
Marco Legal	24
Decreto 02 DE 1982:.....	24
Decreto 2206 de 1983	24
Decreto 948 de 1995	24
Decreto 005 de 1996	24
Decreto 601 de 2006	24
Decreto 760 de 2010	25
Marco Normativo.....	25
Tipo de investigación.....	26
Metodología	26
Presupuesto	28
Cronograma.....	29
Desarrollo.....	31
Referencias bibliográficas.....	36

Lista de Tablas

Tabla 1. Metodología.....	27
Tabla 2. Presupuesto.....	28
Tabla 3. Cronograma	29

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Circuito	34
Ilustración 2. Prototipo.....	35

Planteamiento del problema.

¿En la Universidad Cooperativa de Colombia de la sede Bogotá exactamente en el bloque 1, está constantemente expuesta a contaminación en el aire?

A nivel mundial, desde la industrialización, el movimiento diario, existe un problema con el hecho de que nadie está liberado, es la contaminación atmosférica cuando existe exposición, perjuicio o incomodidad para la población que se encuentra expuesta, también reduce la visibilidad, se desarrollan malos olores, porque se tiene un método que permite proporcionar datos desde el gobierno regional y reflejar la cantidad de contaminación en el aire, durante la medición por varios peligros y su cantidad, en datos, se puede decir que si el aire es bueno o no, y tal vez la salud de quienes los respiran, crean alergias y obligan al gobierno y los entes encargados apropiados a tomar dinero para proteger ciudadanos y controlar la situación, siempre que se convierta en la calidad del aire, o al menos no hay daño a corto plazo, como la circulación de todos los automóviles que crean la contaminación. Deportes al aire libre en ciertas etapas, sugiere usar máscaras o diferentes métodos biológicos. *Contaminación Atmosférica - IDEAM (2021)*

En Colombia, la importancia de la calidad del aire está más presente todos los días, así como una emergencia presentada en la parte de atención médica, lo que es más importante, según los informes de la Organización Mundial. Una cantidad bastante considerable de defunción y millones de síntomas y enfermedades, gracias a esto, el gobierno tiene medios para controlar y reducir la causa de este tipo de inconvenientes. Se ha observado que una de las mayores amenazas en el país está relacionada con las semillas, llamadas PM2.5, siendo partículas lo suficientemente pequeñas para ingresar fácilmente a nuestro organismo son producidas en una gran cantidad de vehículos grandes que utilizan diésel siendo el normalmente usado, además de

transportar metal, combustible y diferentes sustancias, pueden causar cambios en los organismos vivos, y una parte fundamental de las áreas afectadas por las investigaciones son; el Valle, muchas sectas diferentes de la ciudad de Bogotá y Boyacá. *Contaminación Atmosférica - IDEAM (2021)*

La alta contaminación a la que se expone el bloque 1 de la UCC, Sede Bogotá, debido a su alto flujo de personas, la vía principal como lo es la Avenida Caracas, ventas ambulantes con quema de carbón produciendo CO₂, venta de cigarrillos, siendo más propenso a que más personas fumen en este punto, y otros factores que muestran que este punto puede estar siendo afectado por niveles altamente contaminantes.

Según la OMS en Colombia, monitorizar y hacer seguimiento detallado de la contaminación en el ambiente es cada vez más fundamental, con una de cada ocho fallecimientos en la mayoría de los países a nivel mundial, debido a dentro de Colombia, la Dirección Nacional de Planeación decretó que en 2015 hay consecuencias de este problema ya que 10.527 fallecimientos y 67,8 millones de nuevos signos de alarma y desgaste en el cuerpo. Además, los desgastes en el ambiente dados por la contaminación del aire en Colombia han aumentado en los últimos semestres, el 1,1% del PIB en 2009 (5.700 millones COP) a 1,59% del PIB en 2014 (12.000 millones COP) y 1,93% del PIB. en 2015 (15.400 millones COP), mostrando la necesidad de continuar desarrollando una estrategia de control y seguimiento de estos contaminantes. *Calidad del aire (2022)*

Justificación.

Esta investigación tiene como finalidad desarrollar un dispositivo electrónico, que trabaje de manera continua y vaya realizando constantemente un monitoreo de diversos factores como material particulado, contaminantes atmosféricos o emisiones de gases peligrosos para el ser humano midiendo su cantidad en momentos específicos en donde hay más flujo de personas, del equipo se podrán tomar las mediciones que él haya hecho en cierto periodo de tiempo, además de poder obtener la lectura en tiempo real de cuál es el estado en que se encuentra el ambiente, es importante ya que al analizar y utilizar estos datos se pueden desarrollar y plantear estrategias en los ciertos bloques de la universidad como reducir a ciertas horas la cantidad de personas o utilizar otras sedes donde la contaminación sea menor para evitar que se sigan viendo afectadas las personas por problemas de este tipo, se propone usar de este dispositivo en una zona de mucha influencia como uno de los bloques principales para poder trabajar con estas lecturas e ir perfeccionando el equipo.

Relevancia Social: Como finalidad, no someter a todos los estudiantes, profesorado y demás personas que transiten por la universidad, específicamente el bloque 1, siendo el más recurrido, que estén en un lugar de alta contaminación, así evitar algún trauma o enfermedad respiratoria a largo plazo.

Implicaciones prácticas: Estar alerta de un nivel alto de contaminación y así notificar para no transitar por las zonas anteriormente mencionadas, y poder ayudar a reducir enfermedades a largo plazo, sirviendo para tomar medidas, purificar el aire y tomar medidas para que siempre ese nivel se mantenga en lo más mínimo posible.

Valor teórico: Ya que anteriormente en la sede Bogotá no se había tratado el tema de contaminación, servirá como base para poder hacer un seguimiento estricto sobre el por qué, el

cómo, y cómo tratarla, ya que por simple hecho de que está cerca a varias ventas ambulantes, contaminación por humo, más el material particulado, y vía principal como lo es la avenida Caracas.

Utilidad Metodológica: Ya que nuestra aplicación se encarga de recopilar datos, siempre sabremos qué horas y que días de la semana se presentará mayor contaminación y así tratar el problema un poco más fácil, más a fondo de saber qué aforo, y cuántas personas aproximadamente pueden circular en las mismas horas, y así empezar a repartir estudiantes, para que se usen bloques donde el nivel de contaminación llega a ser mucho más bajo que en el del bloque uno.

Objetivo General

Diseñar un prototipo electrónico que realice medición y recopilación de datos de la calidad del aire en el bloque 1 de la UCC Sede Bogotá

Objetivos específicos

- Desarrollar un algoritmo por medio de Arduino y sensores que recopile los datos de dióxido de carbono, benceno, humo, material particulado y temperatura en el bloque 1 de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Bogotá.
- Diseñar un circuito electrónico que mida las variables de contaminación y temperatura según el algoritmo de programación de Arduino.
- Definir por medio de los datos obtenidos el nivel de la calidad del aire (ICA) para el bloque uno de la Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Bogotá.

Hipótesis

¿En la UCC, específicamente en el bloque 1 de la sede Bogotá está constantemente expuesta a contaminación en el aire?

Es una zona con alto flujo vehicular, puestos ambulantes de comida que no cumplen con las NTC (Normas técnicas colombianas) del ambiente, y fumadores cercanos, lo que hace que tenga una exposición considerable a diferentes gases y elementos contaminantes, añadiendo a esto no cuenta con zonas verdes a su alrededor.

En ciertas horas del día la Universidad Cooperativa de Colombia se encuentra expuesta a niveles altos de contaminación.

Delimitación Temática

Esta investigación tiene como delimitación temática el estudio del ICA en el bloque 1 de la Universidad Cooperativa de Colombia, y así mostrar en qué nivel se encuentra en la actualidad.

Espacio Temporal

La investigación se aplicará en la Universidad Cooperativa de Colombia por medio de un prototipo electrónico que nos permita medir y recolectar datos sobre los índices de calidad de aire, realizándolo en el semestre 2022-2 y de ser necesario 2023-1.

Marco teórico

La Contaminación del aire a escala mundial

De acuerdo con los estudios de la OMS que realizan cada cierto periodo de tiempo y el último reporte hecho el día mundial de la salud más de 6000 ciudades de 117 países están haciendo una observación cercana, lo que representa un aumento muy significativo desde que inicio con la base de datos en el año 2011 , aunque ya con esto muchas ciudades aún siguen respirando un aire de baja calidad entre los cuales los más afectados son aquellos de los países con pocos recursos y medios lo que provoca que la OMS a resaltar que la utilización de combustibles fósiles es punto clave contaminante muy importante y también invitar a que se utilicen métodos para reducir los niveles de contaminación.

El informe por primera vez incluye material particulado dentro de su análisis ya que esto afecta el ambiente directamente al encontrarse diariamente en circulación. Esto está afectando el cuerpo humano al verse expuesto constantemente a este tipo de materiales ya que son ingresar en nuestro cuerpo y llegar directamente a los pulmones, el torrente sanguíneo y causar impactos cardiovasculares, cerebro vasculares y respiratorios además de los continuos estudios que comprueba que afectan otros órganos y producen otro tipo adicional de enfermedades y daños.

Estos problemas ponen en discusión la importancia de realizar el cambio o transición a sistemas que empleen energías limpias y que reduzcan el daño que se está realizando a la atmosfera y a nivel global a toda la población, otro detalle que se suma a esta iniciativa es los precios elevados de los combustibles fósiles y lo difícil que puede ser hacerse de ellos o producirlos sin tener que afectar la flora y la fauna del lugar en que se encuentran.

Según el doctor Tedros Adhanom Ghebreyesus (2022). se ponen en declaratoria la imperiosa necesidad de adelantar prontamente hacia un mundo sin tanta contaminación por combustibles fósiles

Por lo cual las organizaciones unidas propone también cumplir con unas normas para adoptar unas medidas para poder prevenir y Disminuir la contaminación en el ambiente como: monitorear la calidad del aire y reconocer desde dónde se producen estos niveles de contaminación, favorecer el cambio para el uso de energías limpias tanto en casas como en diferentes establecimientos,, con esto también construir sistemas de transporte publico seguros , poner normas más estrictas para aquellos que generen contaminación y no acaten las normas con las energías limpias, mejorar la administración que pueden tener los residuos y desechos además de reducir la quema de basura agrícola, la quema de bosques, además de introducir planes de estudio para proporcionar herramientas que detengan el daño atmosférico causado.

Es necesario aumentar la vigilancia pues no es aceptable que Europa y cierto punto de Norteamérica sean los lugares con la información más completa pues la contaminación se vive en todos los lugares. (Ambiente, 2021)

En Colombia la calidad del aire no mejora

Gracias a los estudios del instituto nacional de la salud se obtiene la cifra que en el año 2019 murieron 15,681 personas por enfermedades a causa del impacto ambiental esto representa al 8% de la población, en Medellín la ciudad tiene un factor positivo y se ha visto en la disminución de contaminación por el material particulado PM 2.5 entre el año 2016 y 2017 , esta emisión la generan los camiones , volquetas y la industria , cosa que se puede reemplazar con ayuda de transportes limpios como lo es la bicicleta o un transporte masivo en buenas

condiciones se enfatiza en esto ya que se sabe que en ciudades como Bogotá el transporte masivo no es una buena herramienta para disminuir el daño. (Colombia, 2019)

Los ciudadanos según una encuesta realizada tampoco están de acuerdo con el impacto ambiental al que se someten en lugares como Medellín y por lo cual en los años 2015- 2017 se tomaron medidas para revertir el daño causado por material particulado llegando a niveles cercanos a la meta incluida en los planes de reducción y prevención , pero en la actualidad se sigue luchando con el tema para que no dependa solo de autoridades ambientales sino que se involucre a todas las personas y cuidar el ambiente sea un trabajo de todos.

Esto representa una seria amenaza para la salud ambiental. Lo que se puede lograr es que, al disminuir los índices de contaminación, alrededor de todo el mundo puedan disminuir los porcentajes de, asma, cáncer de pulmón y enfermedades neurológicas agudas y crónicas, causadas por la exposición diaria a diversos productos químicos. Es bien sabido que cuanto menor es el porcentaje de contaminantes en la atmósfera, mejor es la habitabilidad y también el sistema respiratorio del hombre lo agradece, tanto cuando se exponen a diferentes ambientes a largo como a corto plazo. Muestra de investigadores (2018)

Según la información proporcionada en 2021 funcionarios de la OMS acerca del ICA se ofrece una valoración de los efectos negativos que tiene el aire de mala calidad, así como el nivel de contaminación nociva de allí, Se argumenta que es importante adecuar e implementar políticas e inversiones que apoyen el uso de vehículos poco contaminantes y que estén en las condiciones más favorables para garantizar una operación cómoda y amigable con el medio ambiente, reduciendo la necesidad de adquirir vehículos privados, mejorando la eficiencia energética la eficiencia de los hogares a través de la producción de energía autosuficiente y la eliminación adecuada de los desechos, la producción y la gestión energética e industrial

gestionar de una manera más productiva los desechos domésticos reducirá varias de las causas esenciales de contaminación en el aire en cualquier ciudad del mundo y porque algunos fallecimientos pueden estar relacionadas por uno o varios factores de exposición. Por ejemplo, tenga en cuenta que el consumo de cigarrillo y la contaminación encontrada en el entorno pueden causar cáncer de pulmón. Varios fallecimientos el cáncer mencionado anteriormente podrían prevenirse mejorando activamente el aire que respiramos o reduciendo el consumo de cigarrillo. Muestra de investigadores (2018)

Que efectos negativos aún se siguen comprobando

Estudios efectuados por colaboradores en la Universidad de Pekín y realizados también por la Universidad de Yale. Anunciado en agosto encontró que la contaminación ambiental puede tener profundos efectos dañinos en la parte cognitiva del cerebro, especialmente en los adultos mayores. Descubrieron que al estar expuesto constantemente al aire altamente contaminado afecta el rendimiento cognitivo en los exámenes que sea realizan de lectura y exámenes numéricos. Además, a medida que las personas se aviejan, el efecto dañino se vuelve más evidente, en especial en los hombres. Que "la diferencia de sexo es bastante grande entre las personas que no cuentan con una alta educación". Debido a que los hombres de mayor edad y menos educados son los más perjudicados, están constantemente expuestos a ciertos tipos de contaminantes del aire porque a menudo realizan trabajo físico y están al aire libre. Muestra de investigadores (2018)

Concluyen que el daño inducido por la contaminación del aire en el cerebro que envejece genera costos económicos y de salud, ya que el funcionamiento cognitivo es fundamental para que las personas mayores realicen las tareas diarias y tomen decisiones arriesgadas. Debido a lo anterior, los resultados presentados por los colaboradores sugieren que el resultado

correlacional de la polución y otros contaminantes en el aire sobre el confort de la sociedad puede ser mucho más alto de lo previsto. Muestra de investigadores (2018)

Para que nos sirve determinar la calidad del aire en cierto lugar

En el país, el seguimiento y los controles de la contaminación en el ambiente ha cobrado día tras día más importancia, ya que, estudios de la OMS, 1 de cada 8 fallecimientos a nivel mundial es causada por la propagación de contaminantes en el ambiente. En 2015, los efectos del fenómeno se vincularon con 10.527 fallecidos y 67,8 millones de síntomas y malestar, datos dados por la Agencia de Planificación. Además, los gastos ambientales aliados con la contaminación ambiental en nuestro país han aumentado en los últimos semestres de 1,1 litros de PIB en 2009 (5.700 millones COP) a 1,59 litros de PIB en 2014 (12.000 millones COP) y a 1,93 litros del PBI en 2015. (\$15, billones COP), enfatizando la obligación de continuar poniendo en práctica planeamientos de control, evaluación y seguimiento de estos distintos de materia, además que si se invierte este tipo de egresos en la medición y la observación de la condición del aire en tiempo real es posible que se logren prevenir considerablemente la cifra de afectados por esta problemática. *Calidad del Aire - IDEAM (2020)*.

Un factor para considerar es el PM por debajo de 2,5 micras (PM_{2,5}), que consiste en partículas diminutas que pueden ser producto principalmente por camiones pesados que usan combustible diésel y pueden trasladar materiales muy dañinos al organismo, como metales pesados, compuestos biológicos y demás que al contacto con el ser humano afectan las vías respiratorias, además de la contaminación por su uso y transporte, también se encuentran partículas PM₁₀, Co₂ y otros componentes.

En el interior del país, con respecto a la capital, las zonas dónde mayormente se encuentran afectadas por niveles altos de contaminación atmosférica son, Puente Aranda, Carvajal, Kennedy. *Calidad del Aire - IDEAM (2020)*

En Querol, X. (2018). Da un abre bocas de la importancia de tener en cuenta la contaminación ambiental, Según la OMS, La contaminación que está presente en la atmosfera es una afectación muy alta para la salud. Sus anuncios son una alerta constante contra el quebrantamiento de los límites de protección a la salud por contaminantes en el aire que respiramos. Dos informes de la OMS entregados en 2016 establecieron que más de un 92% de los habitantes en el mundo reside en lugares donde se incumplen las reglas mínimas que se deben tener de una buena calidad del aire, y se estima que la contaminación ambiental está en niveles troposféricos dentro y fuera de la ciudad, y también a sus alrededores en todo el mundo, causa más de 3 millones de fallecimientos tempranos año tras año gracias a este problema tan gigantesco, es importante determinar las causas y plantear nuevas políticas y concientizar a la ciudadanía para tener menos emisiones contaminantes para mejorar la calidad de aire que respiramos.

Además, un estudio científico muestra como la leña es principal contaminante en varias ciudades como lo muestra el siguiente artículo El 81% del PM que se mide en la ciudad principal es originado en los hogares. Seguido por el transporte, quién afecta un 15% en total. Ferrer (2022)

La autora Medina Palacios (2018) muestra un estudio de enfermedades causadas por factores ambientales que fue desarrollada por la OMS, enfermedades de todo tipo pueden verse desarrolladas en el cuerpo por la contaminación en el aire, dependiendo de la frecuencia, la intensidad y el tiempo que esté expuesto.

Los estudios a lo largo del tiempo indican que la contaminación ambiental es una causa que altera varias enfermedades, siendo un factor correlacionado con múltiples enfermedades que se pueden desarrollar.

En Bogotá la mayor contaminación está dada por material particulado (PM), ya que éste es producido por combustión, vías en mal estado, más otros casos donde aumenta gradualmente el nivel de contaminación, y por el tamaño de estas partículas puede ingresar con mucha sencillez al cuerpo humano.

Logramos evidenciar que en todos y cada una este factor es bastante importante, y el más relevante para tener en cuenta que la contaminación en el ambiente se ha convertido en un problema cada vez más apremiante en la actualidad. Ya se conocen estos riesgos para la salud y el riesgo que implica a las personas que tienen un desgaste por alguna otra enfermedad secundaria e interviene, lo que en muchos casos no es suficiente Pérez Maqueira, Francisco (2018)

Se encuentra que los estudiantes están enfocados, primero en medir calidad de aire para observar los niveles altos de contaminación que se pueden presentar y cómo afectan a personas del común, también el desarrollo con módulos para obtener cifras de material particulado. Pérez Maqueira, Francisco (2018)

Marco conceptual

Contaminación: “Es la presencia de elementos que no deberían estar ahí y nos afecten negativamente a nosotros o a los ecosistemas en los que se encuentren”. EAFIT, U. (2019)

Contaminación atmosférica: “Es exactamente dónde puede estar presente en el aire compuesta de materiales, partículas u otro tipo de productos que puedan afectar la atmósfera”. *Contaminación Atmosférica - IDEAM* (2021)

Material Particulado: “Mezcla de materiales líquidos y sólidos muy pequeños que se encuentran en el aire”. Ramírez, L. (2021)

Prototipo: Es el primer modelo un ejemplar que se diseña con el fin de realizarle pruebas y sacar las ventajas y desventajas para poder ir mejorando el producto final y proponerlo

Arduino: “microcontrolador para realizar programación en código C y cuenta con pines para el desarrollo de circuitos electrónicos”. *¿Qué es Arduino?* (2022)

Inmisión: Niveles altos de la contaminación en ciertos lugares y en determinados momentos
REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*

Dispositivo: “Mecanismo para realizar una acción a ejecutar” REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*

Monitorear: “Observar por medio de dispositivos el comportamiento de distintos parámetros y variables para detectar algún dato en particular”. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*

Sensores: “Dispositivo que detecta una determinada acción externa, como lo son, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente”. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*

Transductores: “Instrumento que muestra el efecto de un efecto físico, determinado por distintos tipos de variable entregados en otros tipos de señal, generalmente una señal eléctrica” REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*

Heterogeneidad: “Conjunto de distintos factores de una distinta naturaleza en un todo” REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*

IoT: Internet de las cosas

CO: Monóxido de carbono

Estado del arte

Investigación 1. Título: “Alternativa *Open Source* en la implementación de un sistema IoT para la medición de la calidad del aire.”

El progreso científico, técnico en la actualidad ha contribuido al desarrollo de dispositivos para mejorar las condiciones de vivencia de la humanidad, contribuyen con la mejora de la sociedad y proporcionan información actualizada y continua para tomar las decisiones pertinentes. En el entorno tecnológico del IoT, estos sistemas miden y monitorean distintas variables ambientales. (Ochoa, et al.,2018)

La heterogeneidad de la información recopilada y de las herramientas para realizar mediciones utilizadas dificulta la compatibilidad entre los diferentes dispositivos del IoT. Estas preguntas han despertado el interés en el avance de métodos e instrumentos para respaldar la heterogeneidad de datos de sensores, medidas y dispositivos de medición. Existen instrumentos patentados que han abordado distintos problemas de operabilidad, pero están restringiendo a los promotores de proyectos de IoT el uso de ciertos productores de sensores, lo que limita su uso generalmente en la sociedad. Además, es necesario resolver el problema de incorporar diferentes protocolos en proyectos desarrollados con IoT. (Ochoa, et al.,2018)

Aportes: Este proyecto Brinda diferentes aportes en cuanto a la comunicación de los sensores y el software, además de las alertas que ellos manejan y la arquitectura planteada, pueden tomarse ideas y quizás las fallas y pruebas que realizaron para no caer en lo mismo en el transcurso de esta investigación.

Investigación 2. Título: “Diseño e implementación de un dispositivo de Internet de las cosas para la medición y monitoreo de la calidad de aire en zonas urbanas”

La contaminación en el ambiente es una amenaza para la salud, ya que provoca enfermedades y el fallecimiento de las personas que están expuestas a las emisiones a diario, primeramente, en el casco urbano. Según la OMS, el 92% de la población a nivel mundial respiran aire de baja calidad con altas concentraciones de gases de efecto invernadero, contaminantes del aire y partículas PM2.5 y PM10 en el aire. A pesar del compromiso de muchos países para hacer frente a la situación, la tasa de mortalidad ha alcanzado los 4,9 millones de personas, siendo la primera infancia y los ancianos los que más son vulnerables. Las emisiones de contaminantes como CO, PM y otras composiciones provienen principalmente de los vehículos que transportan a la sociedad diariamente. Por otro lado; Las emisiones de fábricas también tienen un papel altamente contaminante, especialmente para los residentes locales, causando problemas sanitarios y enfermedades pulmonares. Ante esta investigación previa; En este trabajo se propone diseñar e implementar un instrumento realizado con IoT siendo su principal oficio es mensurar y observar el ICA. Para el desarrollo se utiliza el Arduino con módulo wifi y el protocolo MQTT para almacenar los datos en un servidor y tener una base de datos de contaminantes en el casco urbano. También proporciona a los usuarios informes y alertas en tiempo real para tomar medidas preventivas. Medina de la Cruz, M.R. (2020)

Aportes: Es un Proyecto similar al que se pretende realizar y puede aportar mucho ya que al ser tan similar se pueden mejorar y observar que dificultades se tuvieron y que se puede complementar también a una investigación tan parecido al que se pretende realizar.

Investigación 3. Título: “Desarrollo de un prototipo para la medición de calidad del aire en la universidad de Sucre empleando tecnología de vehículos aéreos no tripulados.”

Este estudio tiene como objetivo mostrar que, gracias a la evolución y el avance de un dispositivo de medición de ICA, conocer los índices de CO₂ mediante tecnología de drones, sistemas embebidos de medición y transmisión de datos por cable. Esta nota que muestra el marco teórico y otras investigaciones requeridas para el diseño, diseño del sistema, operación y uso de este prototipo en la Universidad de Sucre. Las obras se organizan de esta forma: en el primer capítulo se observa el estado del arte, en el que se pueden mostrar distintos resultados para revisar la carpeta en términos de observación de la calidad del aire por aeronaves no tripuladas, equipos. Para realizar las mediciones pertinentes del ICA minuto a minuto y los desarrollos de proyectos que se han realizado. El mundo un mundo a este respecto, para el Capítulo 2, se menciona la estructura teórica, en el que el problema de la contaminación la atmósfera, la evolución de la contaminación, a lo largo de los años y, por lo tanto, los factores aéreos de la contaminación se explican por clasificación y composición del vehículo. El Capítulo 3 se refiere a la planificación y colocación de un sistema de medición y observación del ICA en la Unisucre, y finalmente el Capítulo 4 muestra los resultados del trabajo realizado, según la recopilación de datos del ICA que se hizo previamente en la Universidad de Sucre. Arrieta, A. (2019).

Aportes: Esta investigación resulta interesante al manejar vehículos aéreos no tripulados para realizar la edición de calidad en el aire y se considera importante observar. (Arrieta Gómez, Andrés Felipe)

Investigación 4. Título: “Sistema de medición de calidad de aire e intensidad UV con sistema embebidos bolt IOT y Arduino”

En este trabajo se implementa un software para la medición del ICA. Los datos se leen desde un sensor de partículas (ppm) y, a través de la puerta de enlace ADC del sistema Bolt IoT integrado, se recibe en la nube una representación gráfica de los datos leídos por el sensor. Además, por medio del puerto en serie enviando comunicación desde el microcontrolador Arduino, se toman lecturas del sensor, las cuales nos mostrarán sobre las variables climáticas como la radiación, siendo la radiación ultravioleta es perjudicial para la salud, se medirá la temperatura y la humedad que hay en ciertos lugares. Camargo, D.L. (2019)

Aportes: En esta investigación se cuenta con un software avanzado que permite leer y representar gráficamente la lectura que tienen los datos se utiliza una comunicación serial, además de informar factores como la radiación y esto puede contribuir mucho con la investigación.

Marco Legal

Decreto 02 DE 1982: Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas. *Decreto 2 DE 1982 - gestor normativo* (2015)

Decreto 2206 de 1983: Consiste en la orden de cese de las actividades o servicios regulados en el presente Decreto o de aquellos que adelanten como consecuencia del otorgamiento de una autorización, cuando con ellos estén violando las disposiciones sanitarias. *DECRETO No. 2206* (1983)

Decreto 948 de 1995: Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. *Decreto 948 de 1995 - IDEAM* (1995)

Decreto 005 de 1996: Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diésel, y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones. Escarria, H. (1996)

Decreto 601 de 2006: La presente resolución establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión, con el propósito de garantizar un ambiente sano y minimizar los riesgos sobre la salud humana que puedan ser causados por la concentración de contaminantes en el aire ambiente. *RESOLUCIÓN 0601 DE 2006* (2006)

Decreto 760 de 2010: Por la cual se adopta el Protocolo para el Control y Vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas. *Protocolo Fuentes Fijas - IDEAM* (2010)

Marco Normativo

NTC 4787:2000 CALIDAD DEL AIRE. MANEJO DE DATOS DE TEMPERATURA, PRESIÓN Y HUMEDAD. ICONTEC (2000)

NTC 4251 – MÉTODO DE MUESTREO ESTRATIFICADO PARA EVALUAR CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE. *Gestion Ambiental. Calidad de Aire. Metodo de Muestreo Estratificado Para evaluar la calidad de aire ambiente.* (1997)

Tipo de investigación

Para la investigación que se realizará un enfoque metodológico mixto, tanto cuantitativo como cualitativo de forma analítica y de tipo exploratorio, para poder definir por medio de obtención de los datos del ICA.

Metodología

El desarrollo de esta investigación se efectuará a través de un paso a paso como se evidencia en la tabla 1. De esta manera se puede conocer en qué nivel de ICA está expuesta la Universidad Cooperativa de Colombia y no de una forma general en una localidad, también ver las características de los niveles más altos a los que puede estar expuesta y así mostrar la información anteriormente mencionada.

Tabla 1. Metodología

	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ÍTEM	ACTIVIDADES
1	Desarrollar un algoritmo por medio de Arduino y sensores que recopile los datos de material particulado, benceno, humo, dióxido de carbono y temperatura en el bloque 1 de la UCC.	Diseño de instrumentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realización de la entrada del algoritmo, para introducir los datos que necesite para funcionar correctamente, hacer el procesamiento con lo ingresado en la entrada, para que muestre los datos obtenidos 2. Recibir los datos en señal digital enviados previamente por los sensores presentada en niveles TTL, y puede ser procesada por un microcontrolador. 3. Recopilar los datos del (ICA).
2	Diseñar un circuito electrónico que mida las variables de contaminación y temperatura según el algoritmo de programación de Arduino.	Trabajo de campo / Diseño de instrumentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de un diseño del circuito primeramente digital, en Proteus, para verificar la funcionalidad de este. 2. Obtención de los materiales que se deben usar para el desarrollo del circuito. 3. Implementación de forma física el circuito electrónico con los componentes requeridos que será empleado en el bloque 1 de la Universidad Cooperativa de Colombia.
3	Definir por medio de los datos obtenidos el nivel de (ICA) para el bloque uno de la UCC, Sede Bogotá.	Tratamiento de los datos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtención de datos por medio del algoritmo desarrollado en el microcontrolador. 2. Análisis de los datos suministrados por el prototipo. 3. Comparación con los niveles dados por el IDEAM para mostrar realmente en qué nivel de (ICA) se encuentra la Universidad Cooperativa de Colombia

Presupuesto

Se tienen en cuenta ciertos recursos para poder desarrollar este trabajo de investigación, como se puede ver en la Tabla 2.

Tabla 2. Presupuesto

RECURSO	ESPECIFICACIÓN	TIPO DE RECURSO	VALOR
Baquelita	Para realizar el montaje del circuito	Físico	\$ 5.000
Transformador 5v V2A	Para alimentación del microcontrolador en el campo	Físico	\$ 12.000
Arduino Mega	Microcontrolador para desarrollar el algoritmo funcional.	Físico	\$ 85.000
DTH - 11	Sensor para medir temperatura y humedad con Arduino.	Físico	\$ 10.000
Buzzer	Zumbador electroacústico que realiza un sonido.	Físico	\$ 2.000
Lcd Oled	Para mostrar los valores significativos de calidad de aire.	Físico	\$ 25.000
Módulo MQ - 135	Realiza una detección de gases y material particulado dañinos para la salud.	Físico	\$ 16.000
Módulo MQ - 9	Realiza una detección de monóxido y otros gases combustibles.	Físico	\$ 16.000
Protoboard	Para realizar el montaje del circuito de forma temporal	Físico	\$ 10.000
Etiqueta termo encogible	Para ajustar a los cables del circuito	Físico	\$ 2.000

Cronograma

Este proyecto se desarrolla acatando un cronograma (tabla 3) que establece los tiempos de ejecución, para realizar una planeación más precisa en los tiempos decretados.

Tabla 3. Cronograma

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES						
ACTIVIDADES	Meses					
	1	2	3	4	5	6
Objetivo: Desarrollar un algoritmo por medio de Arduino y sensores que recopile los datos de material particulado, benceno, humo, dióxido de carbono y temperatura en el bloque 1 de la UCC.						
1. Realización de la entrada del algoritmo, para introducir los datos que necesite para funcionar correctamente, hacer el procesamiento con lo ingresado en la entrada, para que muestre los datos obtenidos						
2. Recibir los datos en señal digital enviados previamente por los sensores presentada en niveles TTL, y puede ser procesada por un microcontrolador.						
3. Recopilar los datos del (ICA).						
Objetivo: Diseñar un circuito electrónico que mida las variables de contaminación y temperatura según el algoritmo de programación de Arduino.						
1. Desarrollo de un diseño del circuito primeramente digital, en Proteus, para comprobar su funcionalidad.						
2. Obtención de los materiales para el desarrollo del circuito.						
3. Implementación de forma física el circuito electrónico con los componentes requeridos que será empleado en el bloque 1 de la Universidad Cooperativa de Colombia.						
Objetivo: Definir por medio de los datos obtenidos del nivel del (ICA) para el bloque 1 de la UCC, Sede Bogotá						

1. Obtención de datos por medio del algoritmo desarrollado en el microcontrolador.						
2. Análisis de los datos suministrados por el prototipo.						
3. Comparación con los niveles dados por el IDEAM para mostrar realmente en qué nivel de (ICA) se encuentra la Universidad Cooperativa de Colombia						

Desarrollo

El diseño de este prototipo de medición de la calidad del aire proporcionado para la Universidad Cooperativa de Colombia se desarrolla principalmente para mostrar niveles altos de contaminación a los que se están expuestos estudiantes y profesorado.

En este código inicialmente se definen las variables que se van a utilizar con su respectivo nombre, citar las librerías de los transductores que usaremos, y de la LCD, también los pines en los que se asigna dicho elemento, acto seguido se le indica al micro procesador las acciones correspondientes en donde se debe mostrar la medición de la calidad del aire en la LCD y luego dar las indicaciones como lo son alerta visual y auditiva en caso tal donde haya contaminación alta del aire.

Dentro del desarrollo del código, se comentan ciertas partes del código para ser un poco más fácil de entender.

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(7, 6, 5, 4, 3, 2);
#include <TFT.h>
#include <SPI.h>
#include <DHT.h>

// Definimos el pin digital donde se conecta el sensor
#define DHTPIN 2
// Dependiendo del tipo de sensor
#define DHTTYPE DHT11

// Inicializamos el sensor DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
#define cs 10
#define dc 9
#define rst 8
int redLed = 5;
int greenLed = 6;
int buzzer = 4;
int Sensor1 = A0;
int Sensor2 = A1;
```

```

int umbral = 100;

TFT TFTscreen = TFT(cs, dc, rst);
// Your threshold value
//int sensorThres = 100;

void setup() {
  pinMode(redLed, OUTPUT);
  pinMode(greenLed, OUTPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  pinMode(Sensor1, INPUT);
  pinMode(Sensor2, INPUT);
  dht.begin();
  TFTscreen.begin();
  // clear the screen with a black background
  TFTscreen.background(0, 0, 0);
  //set the text size
  TFTscreen.setTextSize(2);
  Serial.begin(9600);
  //lcd.begin(16,2);
}

void loop() {

  delay(5000); // Esperamos 5 segundos entre medidas
  //int analogSensor = analogRead(Sensor1);
  //int analogSensor1 = analogRead(Sensor2);
  //generate a random color
  int redRandom = random(0, 255);
  int greenRandom = random (0, 255);
  int blueRandom = random (0, 255);

  // set a random font color
  TFTscreen.stroke(redRandom, greenRandom, blueRandom);

  // print Hello, World! in the middle of the screen
  TFTscreen.text(" ICA ", 6, 50);
  Sensor1 = analogRead(A0);
  Sensor2 = analogRead(A1);

  // Leemos la humedad relativa
  float h = dht.readHumidity();
  // Leemos la temperatura en grados centígrados (por defecto)
  float t = dht.readTemperature();
  // Leemos la temperatura en grados Fahrenheit

```



```

float f = dht.readTemperature(true);

// Calcular el índice de calor en Fahrenheit
float hif = dht.computeHeatIndex(f, h);
// Calcular el índice de calor en grados centígrados
float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);

Serial.print("Humedad: ");
Serial.print(h);
Serial.print(" %\t");
Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(t);
Serial.print(" *C ");
Serial.print(f);
Serial.print(" *F\t");
Serial.print("Índice de calor: ");
Serial.print(hic);
Serial.print(" *C ");
Serial.print(hif);
Serial.println(" *F");

//Serial.print("Pin A0: ");
//Serial.println(analogSensor);
//Serial.print("Pin A1: ");
//Serial.println(analogSensor1);
//Serial.println(Sensor1);
//Serial.println(Sensor2);
TFTscreen.println(Sensor1);
TFTscreen.println(Sensor2);
//lcd.print("Smoke Level:");
//lcd.print(analogSensor-50);
// Checks if it has reached the threshold value
//if (analogSensor-70 > sensorThres)
if (Sensor1 -150 > umbral)
{
    digitalWrite(redLed, HIGH);
    digitalWrite(6, LOW);
    //lcd.setCursor(0, 2);
    TFTscreen.print("Alerta..!!!");
    tone(buzzer, 1000, 200);
}
else
{
    digitalWrite(6, HIGH);

```

```
digitalWrite(redLed, LOW);  
  
//lcd.setCursor(0, 2);  
TFTscreen.print("...Normal...");  
noTone(buzzer);  
delay(500);  
}  
//delay(500);  
//lcd.clear();  
}
```

Usando los elementos anteriormente mencionados, se desarrolla el montaje del circuito con sus respectivos componentes.

Se observa en la imagen 1, el prototipo desarrollado mostrando todo el circuito electrónico funcionando satisfactoriamente.

Y en la imagen 2, donde se muestra la apariencia del prototipo final, funcional.

Ilustración 1. Circuito

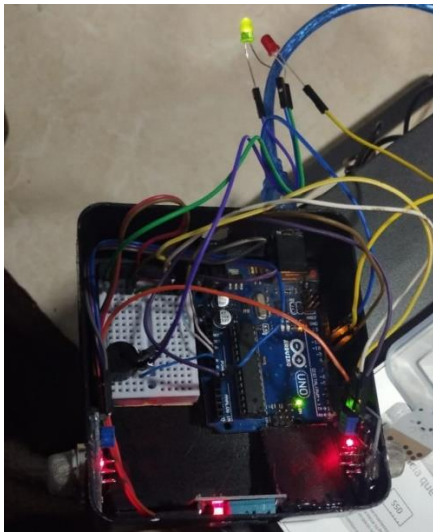


Ilustración 2. Prototipo



Referencias bibliográficas

- Arrieta Gómez, A. (2019). *Desarrollo de un prototipo para la medición de calidad del aire en la universidad de Sucre empleando tecnología de vehículos aéreos no tripulados*. Universidad de Sucre.
- Bayarsaikhan, T. (2022) *El 99% de la población mundial respira Aire Contaminado* | Noticias Onu, United Nations. United Nations. Available at: <https://news.un.org/es/story/2022/04/1506592>.
- Calidad del Aire Ambiente (exterior) y salud* (2021) World Health Organization. World Health Organization. Available at: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
- Calidad del Aire - IDEAM* (2021) IDEAM. Available at: <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/calidad-del-aire>.
- Camargo Tinjaca, D.L. (2019) *Sistema de Medición de Calidad de Aire e intensidad UV con Sistema Embebidos Bolt Iot y Arduino, Sistema de medición de calidad de aire e intensidad UV con sistema embebidos bolt IOT y arduino - hdl:11349/23177*. Repositorio Institucional. Available at: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/23177>.
- Contaminación Atmosférica - IDEAM* (2021) IDEAM. IDEAM. Available at: <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/contaminacion-atmosferica>
- Decreto 2 de 1982 - Gestor Normativo. (s/f). Gov.co. Recuperado el 29 de octubre de 2022, de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=21973*
- DECRETO No. 2206 (1983) Decreto 2206 de 1983. REPUBLICA DE COLOMBIA*. Available at: https://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto2206_19830802.htm.
- Decreto 948 de 1995 - IDEAM (1995) REGLAMENTO DE PROTECCION Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE*. Available at: <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527621/Decreto+948+de+1995.pdf/670a0603-4d1f-454f-941e-08e6ba70666d>.
- EAFIT, U. (2019) *Universidad EAFIT, EAFIT*. Available at: <https://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas/Paginas/que-es-la-contaminacion.aspx>.
- Environment, U.N. (2021) *Acciones sobre la Calidad del Aire: Un resumen global de Políticas y programas para reducir la contaminación del aire, UNEP*. Available at: <https://www.unep.org/es/resources/informe/acciones-sobre-la-calidad-del-aire-un-resumen-global-de-politicas-y-programas>.

- Escarria, H. (1996) *Portal CVC, NORMATIVIDAD COLOMBIANA*. MINISTERIOS DE AMBIENTE Y TRANSPORTE. Available at: https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad_Gnl/Decreto%201400%20de%201970-Ago-06.pdf.
- Ferrer, M. (2022) *Michelle Ferrer, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2*. <https://www.cr2.cl/cientificos-detectan-que-la-lena-es-el-principal-contaminante-del-aire-en-santiago-las-ultimas-noticias>
- Gestion Ambiental. Calidad de Aire. Metodo de Muestreo Estratificado Para evaluar la calidad de aire ambiente.* (1997) *Gestion ambiental. calidad de aire. metodo de muestreo estratificado para evaluar la calidad de aire ambiente*. Icontec. Available at: <https://tienda.icontec.org/gp-gestion-ambiental-calidad-de-aire-metodo-de-muestreo-estratificado-para-evaluar-la-calidad-de-aire-ambiente-ntc4251-1997.html>.
- ICONTEC (2000) *Norma Técnica Colombiana, NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4787*. ICONTEC. Available at: <https://docplayer.es/128906564-Norma-tecnica-colombiana-4787.html>
- Medina de la Cruz, M.R. (2020) *Diseño e implementación de un dispositivo de internet de las cosas para la medición y monitoreo de la Calidad de Aire en Zonas urbanas, Repositorio Institucional UCH*. Universidad de Ciencias y Humanidades. Available at: <https://repositorio.uch.edu.pe/handle/20.500.12872/506>.
- Medina Palacios, E.K. (2018) *La Contaminación del Aire, un problema de todos, Revista de la Facultad de Medicina*. Universidad Nacional de Colombia. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112019000200189.
- Miles de millones de personas siguen respirando aire insalubre: Nuevos datos de la oms* (2022) *World Health Organization*. World Health Organization. Available at: <https://www.who.int/es/news/item/04-04-2022-billions-of-people-still-breathe-unhealthy-air-new-who-data>.
- Muestra de investigadores (2018) *Nuevo Estudio Vincula La Contaminación del Aire con la Pérdida de Inteligencia, UNEP*. Available at: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/nuevo-estudio-vincula-la-contaminacion-del-aire-con-la-perdida-de#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20del%20aire%20puede,impedir%20el%20rendimiento%20cognitivo%20general>.
- Ochoa Duarte, A., Cangrejo Aljure, L.D. and Delgado, T. (2018) *Alternativa open source en la implementación de un sistema IOT para la Medición de la Calidad del Aire.*, *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*. Universidad de las Ciencias Informáticas. Available at: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992018000100014

Pérez Maqueira, Francisco (2018). *Integración y test de módulos de medición de partículas PM2.5 y PM10 para la valoración de la calidad del aire*. Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S.I. Industriales (UPM), Madrid.

Protocolo Fuentes Fijas - IDEAM (2010) PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Available at:
<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/Protocolo+fuentes+fijas.pdf/65780586-e70d-434a-9da7-264d3649b2ba>.

¿Qué es arduino? (2022) *Arduino.cl - Compra tu Arduino en Línea*. Available at:
<https://arduino.cl/que-es-arduino/>.

Querol, X. (2018). *La calidad del aire en las ciudades*. [prologo-la-calidad-del-aire.pdf \(fundacionnaturgy.org\)](#)

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., [versión 23.5 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [24/10/2022].

Ramirez, L. (2021) *¿Conoces qué es el material particulado o polvo que circula en Bogotá?*, *Bogota.gov.co*. Available at: <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/que-es-el-material-particulado-o-polvo-en-el-aire>.

RESOLUCIÓN 0601 DE 2006 (2006) Resolucion 601 de 2006. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Available at:
https://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Resolucion601_20060404.htm.