

CONTAMINACION DEL AIRE Y MORBIMORTALIDAD DE LOS NIÑOS
MENORES DE 15 AÑOS DEL VALLE DE ABURRÁ ENTRE LOS AÑOS 2017 Y
2019



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Facultad Nacional de Salud Pública
Héctor Abad Gómez**

POR:

LUCAS DAVID TAMAYO GONZÁLEZ

ASESORA:

NORA ADRIANA MONTEALEGRE HERNÁNDEZ

DOCENTE FACULTAD NACIONAL DE SALUD PUBLICA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
HÉCTOR ABAD GÓMEZ

MEDELLÍN

2020

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	3
LISTA DE FIGURAS	4
RESUMEN	5
1. INTRODUCCIÓN	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	9
4. JUSTIFICACIÓN	10
5. OBJETIVOS:	11
5.1 General.....	11
5.2 Específicos	11
6. MARCO CONCEPTUAL:.....	12
6.1 Contaminación atmosférica	12
6.2 Monitoreo de la calidad del aire	13
6.3 CIE- 10	14
6.4 Fuentes de información RIPS – RUAF N-D.....	15
6.5 Contaminación del aire y su relación con la salud de los niños menores de 15 años.....	16
6.6 Historia Natural de las enfermedades del sistema respiratorio en niños menores de 15 años.....	18
6.7 Vulnerabilidad de personas con enfermedades asociadas a la contaminación del aire frente a la pandemia por el SARS-CoV-2	19
6.8 Fracción atribuible poblacional (PAF)	20
6.9 Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA)	21
7. METODOLOGIA:.....	22
7.1 Tipo de estudios	22
7.2 Población de referencia	22
7.3 Población Objetivo.....	22
Unidad de análisis	22
7.4 Criterios de inclusión	22

7.5 Criterios de exclusión	22
7.6 Plan de recolección de información	22
7.7 Manejo de los datos.....	23
7.8 Calidad de los datos.	24
7.9 Sesgos y control de sesgos.....	25
7.10 Operacionalización de las variables	25
7.11 Plan de análisis.....	28
8. ASPECTOS ETICOS	29
9. RESULTADOS	30
9.1 Análisis sociodemográfico población menor de 15 años en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.	30
9.2 Analizar el comportamiento de los contaminantes PM _{2.5} en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.	31
9.2.1 Análisis anual de concentración de PM _{2.5}	32
9.2.2 Análisis mensual de concentración de PM _{2.5}	32
9.2.3 Análisis diario de concentración de PM _{2.5}	33
9.2.4 Análisis de concentración de PM _{2.5} por municipio y de dispersión de datos.....	34
9.3 Identificar los diagnósticos CIE-10 Y calcular los indicadores de morbilidad y mortalidad en niños menores de 15 años, asociados a la contaminación del aire por PM _{2.5}	35
9.3.1 Morbilidad.....	39
9.3.2 Mortalidad.....	40
10. DISCUSIÓN	41
10.1 limitaciones.....	43
10.2 Fortalezas.....	44
11. RECOMENDACIONES	45
AGRADECIMIENTOS.....	46
BIBLIOGRAFIA:	47

LISTA DE TABLAS

Tabla N. °1. Fracción atribuible poblacional (PAF) para la estimación de la carga de la enfermedad por causas específicas asociadas a la contaminación por material particulado (PM _{2.5}) y ozono (O ₃), Colombia 2015.....	20
Tabla N. °2. Operacionalización de las variables RIPS.....	25, 26
Tabla N. °3. Operacionalización de las variables RUAF.....	26, 27
Tabla N. °4. Operacionalización de las variables SIATA.....	27,28
Tabla N. °5. Plan de análisis por objetivo.....	28,29
Tabla N. °6. Caracterización sociodemográfica de la población del valle de aburra entre los años 2017 y 2019.....	31
Tabla N. ° 7. Diagnósticos CIE-10 relacionados con la contaminación del aire y su efecto en niños menores de 15 años.....	35, 36, 37,38

LISTA DE FIGURAS

Gráfico N.º 1. Porcentajes de niños menores de 5 años que viven en áreas en las que se exceden las directrices de calidad del aire de la OMS (PM _{2.5}) por países 2016.....	17
Gráfico N.º 2. Promedios Anuales de concentración del contaminante PM _{2.5} Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.....	32
Gráfico N.º 3. Promedios mensuales de concentración del contaminante PM _{2.5} Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.....	33
Gráfico N.º 4. Días por encima de 25 µm/m ³ de concentración del contaminante PM _{2.5} en el Valle de Aburrá entre 2017 y 2019.....	34
Gráfico N.º 5. Comportamiento de la concentración promedio de PM _{2.5} por municipio entre los años 2017 y 2019.....	35
Gráfico N.º 6. Morbilidad relacionada y atribuible al PM _{2.5} por grupo de edad y sexo, Valle de aburra, 2017 a 2019.....	39
Gráfico N.º 7. Morbilidad atribuible al PM _{2.5} por grupo de edad y sexo, Valle de aburra, 2017 a 2019.....	40
Gráfico N.º 8. Mortalidad relacionada y atribuible al PM _{2.5} por grupo de edad y sexo, Valle de aburra, 2017 a 2019.....	41

GLOSARIO

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

SIATA: Sistema de Alerta Temprana del valle de Aburrá.

AMVA: Área metropolitana del Valle de Aburrá.

PM_{2.5}: partículas suspendidas en el aire que tienen un diámetro de menos de 2.5 micras.

PM₁₀: partículas suspendidas en el aire que tienen un diámetro de menos de 10 micras.

SO₂: Dióxido de azufre.

O₃: ozono.

NO₂: Dióxido de nitrógeno.

Pb: Plomo.

SIGMA: Sistema Inteligente de Información para el manejo de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

CIE-10: Clasificación internacional de enfermedades, 10.^a edición.

RUAF N-D: Registro único de afiliados, Modulo de nacimiento y defunciones.

RIPS: Registro individual de prestación de servicios.

PAF: Fracción atribuible poblacional.

EPS: Entidad promotora de salud.

IPS: Institución prestadora de servicios.

SOAT: Seguro obligatorio automóviles.

FOSYGA: Fondo de Seguridad y Garantía.

SISPRO: Sistema Integrado de Información de la Protección Social.

IRA: Infección Respiratoria Aguda

EPOC: Enfermedad de obstrucción pulmonar crónica

ASIS: Análisis de situación de salud

RESUMEN

En este trabajo se busca determinar el comportamiento de la morbimortalidad atribuible a la exposición del contaminante $PM_{2.5}$ en niños menores de 15 años en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019, es un estudio de carácter descriptivo retrospectivo, con fuente de información secundaria de salud y ambiente, para el que se adaptó y se aplicó la fracción atribuible poblacional para el contaminante $PM_{2.5}$ aceptada por la Organización mundial de la salud. Los resultados ambientales indicaron que el municipio con mayor nivel promedio de $PM_{2.5}$ del Valle de Aburrá fue caldas y Barbosa fue quien presento un menor nivel promedio de contaminación por $PM_{2.5}$; con respecto al efecto en salud la fracción atribuible evidencio que la morbilidad en menores de 15 años equivalió al 15.2%, es decir 563 enfermos de los 3690 por infecciones respiratorias agudas inferiores; con respecto a la mortalidad el porcentaje atribuible fue del 15.8%, es decir 16 defunciones de las 96 que se presentaron en el periodo de estudio, en conclusión la contaminación por $PM_{2.5}$ tuvo un efecto negativo en la morbimortalidad de los menores de 15 años en el Valle de Aburra.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se realizó con la finalidad de evidenciar el impacto de contaminación del aire en la morbimortalidad de los niños menores de 15 años del Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019, es decir como el Material particulado con diámetro de 2.5 micrómetros a afectado la población menor a 15 años en el Valle de Aburrá.

El principal impacto se centra en no contar con un ambiente sano para el adecuado desarrollo tanto físico como mental de los niños, disminuyendo las condiciones de vida y las capacidades que se espera pueda desarrollar una persona para su etapa adulta.

Para analizar esta problemática es necesario comprender y analizar diferentes factores, uno de ellos es como vive la población para ello se realizó una descripción sociodemográfica del Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019 teniendo como fuente de datos los Análisis de Situación de Salud de cada uno de los municipios que hacen parte del valle de aburra; Otro factor de estudio fue el Material particulado con diámetro de 2.5 micrómetros al cual mediante los datos disponibles en el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá se realizó un seguimiento, determinando su comportamiento en el tiempo y por ultimo esta la morbimortalidad atribuible la cual se obtuvo seleccionando los diagnósticos que tienen como causa posible la contaminación del aire y aplicando la fracción atribuible población para el contaminante PM_{2.5}.

Este trabajo tiene como enfoque visibilizar una problemática con resultados que pueden ser evitables desde la toma de decisiones a nivel gubernamental y más aún cuando garantizar un ambiente sano para el adecuado desarrollo de las capacidades es un derecho fundamental de los niños en Colombia y en el mundo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aire es una mezcla de gases que forman la atmósfera, distribuyéndose en todas partes. Sus componentes principales son el nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, neón, helio, entre otros. Todos ellos de gran importancia y necesarios para que los seres vivos realicemos funciones vitales; ejemplo de estas son la respiración esto gracias al oxígeno en la atmósfera, la fotosíntesis en las plantas esta gracias al dióxido de carbono; además el aire permite la existencia del fuego, el sonido, el viento, las nubes, las lluvias, etc. (1)

El aire no tiene un volumen definido y es sensible a la temperatura (se expande con el calor y se contrae con el frío). Además, es insípido, transparente, inodoro e incoloro en pequeñas cantidades. Pero a distancia, y en grandes volúmenes, se ve de color azul, esto es provocado por la desviación de los rayos solares. (1)

Actualmente el aire, es contaminado producto de factores naturales (emisiones de gases y cenizas volcánicas, humo de incendios no provocados, entre otros) y de la contaminación derivada de las actividades del ser humano, que es la que representa el riesgo más grave. (1)

La contaminación del aire genera graves problemas ambientales, tales como el smog, el efecto invernadero, la lluvia ácida y la disminución de la capa de ozono, provocando enormes consecuencias para los seres humanos, animales y plantas. (1)

En su composición contiene partículas sólidas y gases, su inhalación incrementa las posibilidades de tener problemas de salud, estos problemas dependen de factores como el lugar y tiempo de exposición por lo que se han identificado dos tipos de exposiciones la intradomiciliaria y la extradomiciliaria. (2)

Como resultado de la contaminación del aire en la salud de las personas, afecta principalmente el sistema respiratorio y el sistema circulatorio, de esta forma impacta la función pulmonar que en algunos casos puede desencadenar exacerbaciones de asma a las personas con rasgos o factores genéticos que las desencadenan, otro efecto es que puede tener impacto sobre la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y está asociado con la posibilidad de padecer cáncer de pulmón; con respecto al sistema circulatorio se asocia a la presencia de eventos cardiovasculares agudos y cerebrovasculares. Los efectos anteriormente mencionados son más frecuentes en poblaciones vulnerables como lo son adultos mayores y niños. (2)

Con respecto a los niños son más vulnerables debido al proceso de crecimiento en el caso del aparato respiratorio es inmaduro así como el sistema inmune, además se han identificado grupos específicos de niños con mayor vulnerabilidad debido a

la presencia de enfermedades crónicas, como el asma; el daño pulmonar durante la infancia tiene consecuencias a largo plazo, ya que puede reducir la capacidad funcional máxima alcanzada; también afecta al desarrollo neurológico y la capacidad cognitiva de los niños reduciendo de esta forma la reserva funcional y aumentando las vulnerabilidades en el adulto. (2)

Otra de las razones de tipo fisiológico por las que los niños sufren más los efectos de la contaminación del aire es que, al respirar más rápido que los adultos, absorben más contaminantes; además, viven más cerca del suelo, donde algunos contaminantes alcanzan concentraciones máximas, en un momento en que su cuerpo y su cerebro aún se están desarrollando. (2)

En el informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para 2018, se expresa que “Todos los días, cerca del 93% de los niños y niñas del mundo menores de 15 años (es decir, 1800 millones de niños y niñas) respiran aire tan contaminado que pone en grave peligro su salud y su crecimiento.”(1) y explica que estos problemas parten desde la gestación de la madre y en la cual se ha encontrado que “la exposición al aire contaminado puede dar lugar a que las embarazadas den a luz prematuramente y a que los recién nacidos sean más pequeño y de bajo peso.”(1) También manifiestan que “hay evidencia que afirma que en los países con ingresos medianos y bajos, el 98% de los niños menores a 5 años respiran niveles de PM_{2.5} por encima de los niveles permitidos” (1) y que además “la contaminación del aire al interior de los hogares por los combustibles utilizados en la cocción y la contaminación del aire del entorno exterior, son responsables de más del 50% de las infecciones agudas de las vías respiratorias bajas en niños.”(3)

Los niños del Valle de Aburrá así como toda la población que habita este territorio comparte características topográficas que hacen que dentro del valle se retenga la contaminación, estas son que “el valle es angosto y semicerrado” (4), además se encuentra rodeado por montañas lo que complica la circulación horizontal de las corrientes de aire sumándole a las dificultades para la eliminación de la contaminación la escasez de vientos en la troposfera baja, aumentando de esta manera las probabilidades de padecer una enfermedad atribuible a la contaminación del aire; por lo que es importante dar una revisión al impacto que ha generado esta problemática en la salud de los niños.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué efecto tiene la exposición a la contaminación del aire por PM_{2.5} en la morbimortalidad de los niños menores de 15 años en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019?

4. JUSTIFICACIÓN

La investigación sobre el impacto que tiene la contaminación del aire, específicamente el material particulado PM_{2.5} en los niños menores de 15 años que viven en el Valle de Aburrá, permitirá determinar si existió aumento en la morbilidad y mortalidad como respuesta a los niveles de contaminación que se presentaron en la calidad del aire de la ciudad; los resultados permitirán evidenciar los cambios que se han desarrollado en la población que futuramente ingresara a ser la población económicamente activa.

En estudios realizados por la Facultad Nacional de salud pública donde se ha buscado determinar el impacto de la contaminación en la salud de la población del Valle de Aburrá se ha encontrado que hay un incremento en las patologías asociadas a la exposición al aire contaminado y de la misma manera ha aumentado la mortalidad causada por dichas patologías; se identificó un total de 86.083 casos y 3.875 muertes atribuibles para el periodo de tiempo que comprende desde el año 2010 al año 2016. (5)

Los niños menores de 15 años son una población con especial importancia dentro de cualquier sociedad ya que estos son el relevo generacional, además estos hacen parte de las poblaciones vulnerables frente a la contaminación del aire debido a que sus pulmones se encuentran en proceso de desarrollo y su sistema inmune aun es inmaduro, el énfasis que se hace en este tema es por lo preocupante ya que esto afecta el desarrollo de los sistemas de los niños, además de manera indirecta también se está afectando el desarrollo de los niños con las decisiones y medidas tomadas para reducir el efecto directo de la contaminación, es decir el hecho de que realizar actividades al aire libre aumente la exposición y por ende el riesgo de los niños a exponerse a la contaminación, limita las posibilidades de espacios adecuados para practicar actividades ya sean deportivas, lúdicas y sociales y al no permitir la realización de este tipo de actividades se tiene un efecto negativo en su desarrollo físico, psicológico y social, reduciendo la capacidad funcional de las personas en su etapa de adultos generando problemas tanto económicos como sociales.(6)

Por lo tanto, este estudio con su enfoque especial en los niños menores de 15 años pretende resaltar la importancia de mejorar el aire que se respira frente a las medidas clásicas de no libre circulación y limitación de actividades mejorando las acciones de promoción y prevención no solo desde la salud si no desde las políticas de distribución geográfica o de ordenamiento territorial.

5. OBJETIVOS:

5.1 General

Determinar el comportamiento de la morbimortalidad atribuible a la exposición del contaminante $PM_{2.5}$ en niños menores de 15 años en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.

5.2 Específicos

Describir socio demográficamente la población de niños menores a 15 años en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.

Caracterizar el comportamiento del contaminante $PM_{2.5}$ en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.

Estimar la morbimortalidad atribuible en niños menores de 15 años por $PM_{2.5}$ en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.

6. MARCO CONCEPTUAL:

Para comprender la contaminación del aire es necesario la apropiación del contexto mediante la interpretación de conceptos básicos como son la contaminación atmosférica y el monitoreo de la calidad del aire; también se busca facilitar el entendimiento del efecto que puede llegar a tener la contaminación del aire en la salud de los niños para ellos se explican conceptos relacionados con la salud como lo son la clasificación internacional de diagnósticos en su décima versión (CIE-10), las fuentes de información de enfermedades, nacimientos y defunciones conocidas como registro individual de prestación de servicios en salud RIPS y el registro único de afiliados en su módulo de nacimientos y defunciones conocido como RUAF N-D; además se muestran los diagnósticos relacionados a la contaminación del aire y el efecto de estos en la salud de los niños menores de 15 años; otro concepto básico para los resultados de esta investigación es la fracción atribuible poblacional PAF con la cual se busca dar un criterio más técnico y acertado a los resultados.

6.1 Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica es la presencia en el aire de pequeñas partículas de material o de productos secundarios gaseosos que se caracterizan por ser un riesgo para las personas y tener efectos nocivos en la salud de quienes se encuentran expuesto, estos riesgos se clasifican así:

Los contaminantes primarios son los que se emiten directamente a la atmósfera como el dióxido de azufre SO_2 , que daña principalmente la vegetación y es irritante para los pulmones. (7)

Los contaminantes secundarios son aquellos que se forman mediante procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios o sobre especies no contaminantes en la atmósfera. (7) de estos se destacan el ácido sulfúrico, el dióxido de nitrógeno y el ozono

También existe el material particulado con tamaño inferior o igual a 10 micras conocido como PM_{10} , y el material con tamaño de partícula inferior a 2,5 micras conocido como $PM_{2.5}$ el cual es nocivo para la salud de las personas y se tienen como unos de los principales indicadores de calidad del aire.

Otra clasificación corresponde al lugar de exposición, reconociéndose así la contaminación intradomiciliaria que se produce al interior de las viviendas o lugares de trabajo; se clasifica en tres grupos de contaminantes como son los carcinógenos, los biológicos y los químicos; su origen es producida principalmente por los derivados de la cocina y calefacción, humo de cigarrillo, la humedad de los techos, la caspa o pelo de animales, alimentos mal conservados, pinturas, pegamento,

ceras, pesticidas y materiales de construcción, además los muebles nuevos, los pisos recién encerados y la ropa recién salida de la tintorería; los cuales desprenden olores que tienen un alto poder contaminante.

El otro tipo de contaminación es la extradomiciliaria que se da por fuera de las viviendas, y está se clasifica según los contaminantes criterio como que son las partículas sólidas y gaseosas en el aire, las cuales al superar ciertos niveles afectan la salud de las personas, los contaminantes criterio son: ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), las partículas en suspensión (PM₁₀, PM_{2.5}) y el plomo (Pb), los cuales se producen principalmente por la quema de combustibles fósiles y la utilización de químicos. Existen diferentes tipos de fuentes estas pueden ser; las cuales se clasifican en fuentes móviles provienen de los automóviles, fuentes fijas como las fábricas, fuentes de área como las bombas de gasolina y fuentes biogénicas como son las quemadas ocasionadas por el hombre.

6.2 Monitoreo de la calidad del aire

Es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento a las variables relacionadas con la contaminación del aire, para ello se hace necesario la instalación de una red de estaciones o puntos de medición de los diferentes contaminantes criterios es decir los que se considera dañinos para las personas si superan ciertos niveles de exposición a los mismos.

En Colombia, el monitoreo y control de la contaminación atmosférica se ha vuelto más necesario debido a que, “según cifras de la Organización Mundial de la Salud, una de cada ocho muertes ocurridas a nivel mundial, es ocasionada por la contaminación del aire”.⁽⁸⁾ Además, según el Departamento Nacional de Planeación “estimó que, durante el año 2015, los efectos de este fenómeno estuvieron asociados a 10.527 muertes y 67,8 millones de síntomas y enfermedades.”⁽⁸⁾

En cuanto a el efecto económico que ha tenido se encuentra que “los costos ambientales asociados a la contaminación atmosférica en Colombia, durante los últimos años se incrementaron pasando de 1,1% del PIB de 2009 (\$5,7 billones de pesos) a 1,59% del PIB de 2014 (\$12 billones de pesos) y del 1,93% del PIB en 2015 (\$15.4 billones de pesos)”⁽⁸⁾.

Según los últimos informes del estado de la calidad del aire, elaborados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el contaminante con mayor potencial de afectación en el territorio nacional es el Material Particulado Menor a 2,5 micras (PM_{2.5}) por lo que se convierte en el contaminante criterio principal y sobre el cual se deben tener mediciones es decir tener información disponible para la toma de decisiones y el cuidado de las

personas; también se encuentra que “A nivel nacional, las zonas que mayor afectación es decir que presentan importantes niveles de contaminación atmosférica son: el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, las localidades de Puente Aranda, Carvajal y Kennedy en Bogotá, el municipio de Ráquira en Boyacá y la zona industrial de ACOPI en el municipio de Yumbo (Valle del Cauca)”⁽⁸⁾.

En cuanto al área metropolitana del Valle de Aburrá seleccionada como el sitio de interés para el proyecto se cuenta con un Programa que se encarga del I monitoreo de la calidad del aire Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá - SIATA - el cual realiza la medición de contaminantes criterio y se encarga por medio de 40 estaciones, de la captación de datos sobre los contaminantes como ozono, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, PM₁₀, entre otros; se destaca que de las 40 estaciones 22 son automáticas y miden material particulado PM_{2.5}, que es el contaminante crítico para el Valle de Aburrá y en el país.

6.3 CIE- 10

La Clasificación Internacional de Enfermedades puede definirse como un sistema de categorías mutuamente excluyentes a las cuales se asignan enfermedades, lesiones y motivos de consulta de acuerdo con criterios previamente establecidos. La clasificación abarca todo el rango de enfermedades existentes en la terminología médica (nomenclatura internacional de enfermedades). ⁽⁹⁾ se utiliza para la codificación de la morbilidad y de la mortalidad.

Se divide en 3 volúmenes: el volumen 1 que contiene las clasificaciones; El volumen 2 es un manual que provee orientación a los usuarios Y el volumen 3 que es un índice alfabético para facilitar la identificación del código.

La CIE-10 en su volumen 1 consta de 21 capítulos, 2.036 categorías y 12.154 subcategorías; “Las categorías utilizadas han variado a lo largo del tiempo, actualmente la clasificación más reciente (CIE-10) utiliza las siguientes clases de categorías: Enfermedades Traumatismos Envenenamientos Signos y síntomas Hallazgos clínicos y de laboratorio Causas externas de accidentes y lesiones Otros motivos de consulta” ⁽⁹⁾.

“Los códigos posibles van de A00.0 a Z99.9 excepto la letra U que no se utiliza, pues se ha dejado para la asignación provisional de nuevas enfermedades de etiología incierta, o para investigación.” ⁽⁹⁾.

La CIE-10 en su versión original fue presentada al mundo en octubre de 1989 pero esta no fue aprobada hasta mayo de 1990 en la Asamblea Mundial de la Salud, esta fue adoptada por la mayoría de los países miembros de la OMS a partir de 1994.

En Colombia la CIE – 10 es adoptada mediante la Resolución 1895 del 19 de noviembre de 2001 Esta resolución establece la obligatoriedad de su uso por parte de las entidades en salud como EPS, IPS, aseguradoras del SOAT, pólizas de salud y el FOSYGA, todas bajo la supervisión del Ministerio de Salud y las secretarías de salud territoriales; además en la Resolución 3374 de 2000 donde se crean los Registros Individuales de Prestación de Servicios (RIPS) se establece que todos los diagnósticos deben codificarse con la CIE que se encuentre vigente.

6.4 Fuentes de información RIPS – RUAF N-D

El proyecto cuenta con dos fuentes de información que hacen parte del sistema integrado de información de la protección social SISPRO.

La primera fuente de información son los registros individuales de prestación de servicio RIPS estos se entienden como el conjunto de datos mínimos y básicos que el Sistema General de Seguridad Social en salud requiere para los procesos de dirección, regulación y control y como soporte de la venta de servicios, en la legislación colombiano son adoptados mediante la resolución 3374 de 2000, Los datos de estos registros se refieren a la identificación del prestador del servicio de salud, del usuario que lo recibe, de la prestación del servicio propiamente dicho y del motivo que originó su prestación: diagnóstico y causa externa; estos datos permiten “formular políticas de salud, realizar la programación de oferta de servicios de salud, evaluar coberturas de servicios, asignar recursos financieros, humanos y técnicos, validar el pago de servicios de salud y fundamentar la definición de protocolos y estándares de manejo clínico”. (10); esta fuente de información permite tener acceso a los datos de morbilidad.

La segunda fuente de información corresponde al registro único de afiliados (RUAF.- ND) es una base de datos única donde se almacena toda la información de la Protección Social dentro de ella se cuenta con un módulo de nacimientos y defunciones el cual contiene la información sobre nacimientos y defunciones que ocurren en el territorio nacional,” con lo cual administra la totalidad de la información necesaria para la producción de las estadísticas vitales; Adicionalmente, procesa la información de entradas y salidas de extranjeros, disponiendo de esta forma de la información de la totalidad de las personas que se encuentran en el territorio nacional y que son sujetos de la Protección Social.” (11); esta fuente de información permite tener los datos de la mortalidad.

El acceso a ambas fuentes de información se realiza por medio de Excel mediante la opción de importar datos desde una base de datos de SQL server análisis services, esta permite el acceso a los denominados cubos de información del SISPRO, al seleccionar la opción de información necesaria se puede acceder a los

datos mediante tablas dinámicas, estas presentan la información de forma agregada y anonimizada.

6.5 Contaminación del aire y su relación con la salud de los niños menores de 15 años

La contaminación del aire es un aspecto que tienen un efecto negativo en la salud de los niños menores de 15 años esto se explica principalmente por qué en esta etapa de la vida el cuerpo humano se encuentra en desarrollo, es decir que la inmadurez de la mucosa alveolar en crecimiento combinada con la baja estatura incrementa la vulnerabilidad ya que los niños se encuentran más cerca del suelo donde ciertos contaminantes en ciertas ocasiones alcanzan más fáciles niveles dañinos para la salud y de igual manera en esta etapa de la vida se presenta un mayor número de respiraciones por minuto aumentando el ingreso de cualquier contaminante presente en el aire.

El efecto negativo que se ha evidenciado muestra que “el 1% de la mortalidad infantil por infecciones respiratorias agudas es atribuida a la contaminación atmosférica; También muestra efectos adversos preconceptionales (gametogénesis), transplacentarios (partos prematuros y bajo peso al nacimiento) y mayor morbimortalidad perinatal”. (12)

También se ha evidenciado que en “la infancia hay mayor incidencia de tos, moco, expectoración, sibilancias, mayor incidencia y gravedad de infecciones de vías bajas, así como de las exacerbaciones asmáticas y pérdida de la función pulmonar” (12) la exposición prenatal a NO₂, y también a otros contaminantes del aire como el PM₁₀ y el PM_{2.5}, incrementaban el riesgo de padecer neumonía y otitis durante los primeros dos años de vida además se presenta disminución del peso al nacer con las implicaciones sobre el desarrollo que esto conlleva.

Un dato importante que nos brinda la OMS es que “unas 543 000 muertes de menores de 5 años y otras 52 000 de niños de entre 5 y 15 años fueron atribuibles a los efectos conjuntos de la contaminación atmosférica ambiental y doméstica en 2016”. (13) lo que muestra el efecto tan negativo e importante que se está presentando y en el cual es importante centrar esfuerzos para lograr un cambio positivo.

Otros resultados importantes pero negativos presentados por la OMS son” existe una importante relación entre la exposición a la contaminación atmosférica ambiental y los resultados adversos del parto, especialmente con la exposición a PM_{2.5}, SO₂, NO_x, O₃ y CO; Existen pruebas contundentes de que la exposición al material en partículas está vinculada con el bajo peso al nacer. También hay pruebas crecientes de que la exposición materna, especialmente al material en

partículas, incrementa el riesgo de nacimiento prematuro. Existen pruebas emergentes de que existe una relación entre la exposición a la contaminación atmosférica y otros resultados, como el parto de un feto muerto o de bebés nacidos con un tamaño pequeño para la edad gestacional. Mortalidad infantil Hay pruebas contundentes de una relación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad infantil; La mayor parte de los estudios realizados hasta la fecha se han centrado en la exposición aguda a la contaminación atmosférica ambiental. A medida que los niveles de contaminación aumentan, también lo hace el riesgo de mortalidad infantil, particularmente por la exposición a material en partículas y gases tóxicos.” (13).

Llama la atención que las investigaciones disponibles sugieren que la exposición prenatal y postnatal a la contaminación atmosférica puede influir negativamente en el desarrollo neuronal derivando en resultados más bajos en las pruebas cognitivas e influir en el desarrollo de trastornos del comportamiento.

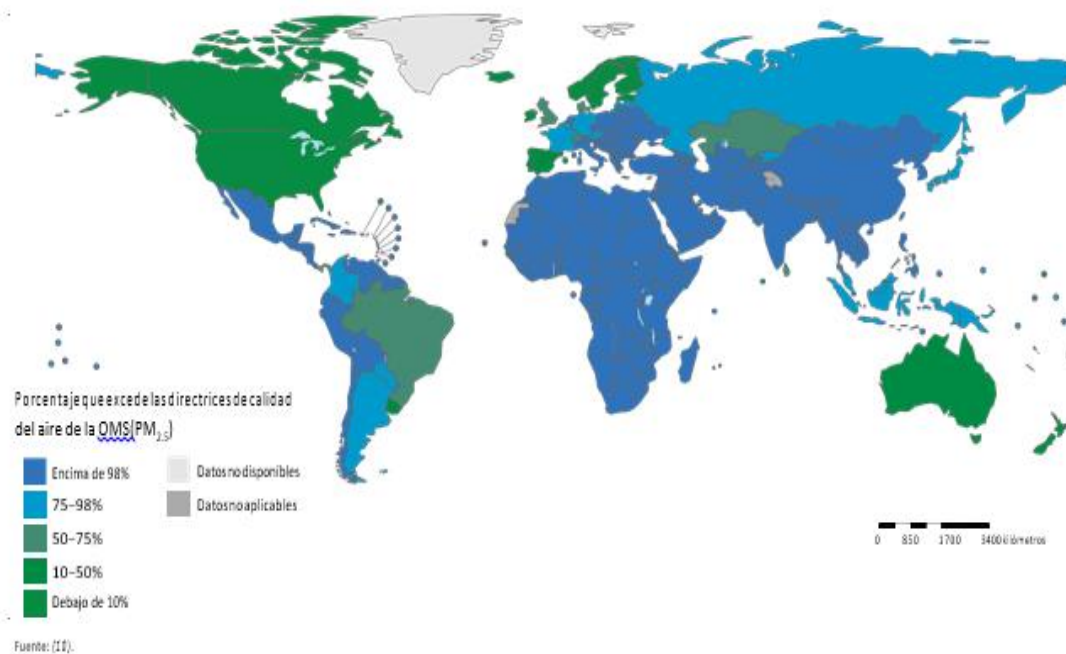


Gráfico N.º 1. Porcentajes de niños menores de 5 años que viven en áreas en las que se exceden las directrices de calidad del aire de la OMS (PM_{2.5}) por países 2016

En Colombia para 2016 según la figura número 1 del 75% al 98% de los niños menores de 5 años viven en áreas que exceden las directrices de calidad del aire de la OMS, esto es algo preocupante debido a los efectos en la salud anteriormente mencionados; El Valle de Aburrá ha sido uno de los puntos de referencia en Colombia en cuanto a la incidencia de esta problemática por lo que es importante acompañar las acciones de control con un seguimiento que permita evidenciar el

deterioro de las condiciones de salud o el efecto de las políticas tomadas para mitigar la situación.⁽¹⁾ Ver Gráfico N. 1.

6.6 Historia Natural de las enfermedades del sistema respiratorio en niños menores de 15 años.

Las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) constituyen un grupo complejo de enfermedades ocasionadas por un gran número de agentes causales que afectan las vías respiratorias. Por su elevada incidencia y efectos, son las responsables de la tercera parte de los fallecimientos de niños menores de 5 años y de morbilidad en los menores de 15 años.

La historia natural⁽¹⁴⁾ ⁽¹⁵⁾de las infecciones respiratorias se inicia con la caracterización del período pre patogénico en la cual la tríada ecológica tiene un papel relevante pues permite caracterizar el comportamiento de este grupo de enfermedades producidas por diversos agentes⁽¹⁶⁾ como son: los virus, las bacterias y los hongos o una combinación de ellos; ocupando el primer lugar como agente causal están los virus, seguidos de las bacterias; el mecanismo de transmisión es de persona a persona por gotas que transportan partículas del aire, así como los agentes infeccioso, o por fómites u objetos inanimados (puertas, teclados, pupitres) que al ser manipulados por las manos y luego al tener contacto con la cara (especialmente la nariz, boca y ojos), se produce infecciones, el huésped es el humano, predominando en los menores de 15 años, con especial incidencia en los menores de 5 años.

Posteriormente, en el período patogénico o de la enfermedad, se identifica el período de incubación (el cual es el tiempo que transcurre entre el momento en que una persona se infecta con los agentes infecciosos y el desarrollo de signos y síntomas) el rango es de 2 a 21 días, en promedio 5 días, dependiendo del agente. También se identifica el período de transmisibilidad ¹(es el lapso entre el contacto de un individuo susceptible con un asintomático o con un caso o a través de un fómite, para que se transmita la enfermedad infecciosa este tiempo pueden ser horas, días), para las enfermedades bacterianas y virales se considera entre 5-15 días.

El período clínico, es cuando el hospedero presenta síntomas o signos clínicos. comprende desde la presencia de manifestaciones generales y otros signos o síntomas específicos de cada enfermedad, en este caso depende de la ubicación de la enfermedad en el aparato respiratorio, es así como se determina que la IRA⁽¹⁷⁾, puede ser de vías altas, que comprenden las enfermedades de nariz, oídos, senos paranasales, amígdalas y faringe como lo representan la Rinofaringitis aguda,

Faringoamigdalitis con ulceraciones o vesículas, Faringoamigdalitis con exudados o membranas o las enfermedades de vías respiratorias altas con complicaciones como son: la adenitis, otitis media, sinusitis, sus manifestaciones corresponden al órgano afectado, es así como si se afecta los senos paranasales, se manifiesta con rinorrea, febrícula y malestar general, o si es la faringe con dificultad para deglutir, dolor retrofaríngeo; entre las enfermedades respiratorias del tracto respiratorio inferior se encuentra el crup, la laringitis espasmódica, la epiglotis, la laringitis, la laringotraqueitis, laringotraqueobronquitis, la bronquitis aguda y las neumonías, entre otras.

En las IRAS bajas, la neumonía ocupa un puesto destacado en frecuencia y se manifiesta con tos, fiebre, quejido respiratorio, aleteo nasal, taquipnea, disnea, uso de musculatura accesoria y en los menores de dos meses, la apnea acompañados de síntomas inespecíficos que incluyen irritabilidad, vómitos, distensión, dolor abdominal y diarrea. La neumonía es la principal causa de mortalidad infantil en el mundo, por lo que requiere de diagnóstico precoz y tratamiento oportuno en aras de disminuir su impacto negativo en la población infantil.

El período de resolución se da por la inmunidad del hospedero o las intervenciones secundarias en los servicios de salud, así como acciones de prevención primaria como la vacunación oportuna.

La resolución depende del agente, y de las complicaciones del hospedero.

6.7 Vulnerabilidad de personas con enfermedades asociadas a la contaminación del aire frente a la pandemia por el SARS-CoV-2

Las condiciones de salud que hacen que una persona se considere vulnerable frente al SARS-CoV-2 son:

- Asma a largo plazo (crónica), Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), enfisema o bronquitis.
- Enfermedad cardíaca crónica, como insuficiencia cardíaca.
- Enfermedad renal crónica.
- Enfermedad hepática crónica, como hepatitis.
- Afecciones neurológicas crónicas, como la enfermedad de Parkinson, la enfermedad de las neuronas motoras (ENM), la esclerosis múltiple (EM), una discapacidad del aprendizaje o parálisis cerebral.
- Diabetes.
- Problemas con el bazo, por ejemplo, enfermedad de células falciformes o si te extrajeron el bazo.
- Un sistema inmunológico débil como resultado de condiciones como el VIH y el SIDA, o medicamentos como tabletas de esteroides o quimioterapia.

- Un índice de masa corporal (IMC) de 40 o más (tiene sobrepeso grave).

Se puede observar cómo algunas de las anteriores patologías también se ven generadas o afectadas por la contaminación del aire, en el caso de los menores de 15 años en el primer grupo donde se engloban las enfermedades que afectan el sistema respiratorio, podemos encontrar similitudes como el asma y la bronquitis.

(18)

6.8 Fracción atribuible poblacional (PAF)

La fracción atribuible poblacional puede definirse como la reducción en porcentaje de los casos de una enfermedad que puede ser evitada en la población si se suprime la exposición a un factor de riesgo asociado.

En el caso de estudio la fracción atribuible poblacional, es la reducción proporcional de la enfermedad y/o mortalidad que es causada por la exposición al contaminante PM_{2.5}.

Para cada par de contaminante-resultado en salud según sexo y grupo de edad, la estimación de la PAF se realiza aplicando la siguiente fórmula (OMS 2018):

$$PAF = \frac{P_e(RR - 1)}{P_e(RR - 1) + 1}$$

Donde Pe y RR son en su orden la proporción de la población expuesta y el riesgo relativo asociado al contaminante. (19)

Como resultado de la aplicación de la fórmula propuesta por la OMS se tiene la siguiente tabla:

Tabla N. °1. Fracción atribuible poblacional (PAF) para la estimación de la carga de la enfermedad por causas específicas asociadas a la contaminación por material particulado (PM_{2.5}) y ozono (O₃), Colombia 2015.

Causa	AVAD		Muertes	
	Todas las edades	Edad estandarizada	Todas las edades	Edad estandarizada
Infecciones respiratorias agudas inferiores-ALRI	15,2% (6,9 – 25,4)	15,2% (6,9 – 25,4)	15,2% (6,9 – 25,4)	15,2% (6,9 – 25,4)
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica-EPOC	16,0% (7,3 – 26,2)	16,2% (7,4 – 26,5)	16,7% (7,6 – 27,4)	16,8% (7,6 – 27,4)
Cáncer traqueal, bronquial y pulmonar	10,5% (5,5 – 16,5)	10,5% (5,5 – 16,5)	10,6% (5,6 – 16,6)	10,6% (5,6 – 16,6)
Enfermedad isquémica del corazón-IHD	15,0% (12,2 – 17,6)	14,2% (11,7 – 16,9)	13,7% (10,5 – 16,8)	13,1% (9,6 – 16,5)
Accidente cerebrovascular-ACV	10,1% (7,5 – 12,8)	9,8% (6,9 – 12,6)	9,3% (6,0 – 13,3)	9,1% (5,6 – 13,4)
Enfermedades cardiovasculares	10,6% (8,9 – 12,1)	10,2% (8,6 – 11,8)	10,4% (8,4 – 12,4)	10,0% (7,8 – 12,1)
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica-EPOC (*)	2,6% (0,9 – 4,8)	2,7% (0,9 – 5,0)	3,2% (1,1 – 5,9)	3,2% (1,1 – 5,9)

(*) Para ozono-O₃; las restantes están asociadas a PM_{2.5}

Fuente: Cohen A et al (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution- an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. The Lancet Vol. 389; appendix, table 1, 2, 3 y 4.

Es importante resaltar la PAF para las infecciones respiratorias agudas inferiores por causas específicas asociadas a la contaminación por material particulado PM_{2.5}, ya que este tipo de patologías son las que principalmente afectan a los menores de 15 años, el cual tiene una atribución del 15.2%.

6.9 Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA)

Para Medellín, con información consolidada de 2015, se logró documentar efectos adversos de PM_{2.5} sobre servicios de urgencias por infección respiratoria y por neumonía en menores de 5 años. Para la ventana de observación del trimestre febrero-abril, en ambos eventos se registraron los mayores efectos desde el primer día de exposición, con incrementos en la atención de urgencias de 4,6% y 6,1% por aumento de 10µg/m³ en PM_{2.5}. La exposición acumulada de siete días reporta variaciones de 6,2% y 4,6% respectivamente. ⁽³⁾

Para el mismo aumento de PM_{2.5}, los diagnósticos por esas dos enfermedades (infección respiratoria y neumonía) en menores de 5 años también reportaron los Mayores incrementos desde el primer día de exposición, con variaciones de 3,3% en los correspondientes a infección respiratoria y de 5,5% en los de neumonía. Para el rezago distribuido de 0 a 7 días las variaciones en ambas enfermedades alcanzaron el 6,7%.

No se encontró evidencia de efectos de PM_{2.5} sobre enfermedad respiratoria en los municipios de Barbosa, Bello y Sabaneta. En los demás municipios los efectos sobre esta enfermedad se produjeron fundamentalmente en los menores de 5 años, con variaciones más altas en Envigado con 43,3% y variaciones más bajas en Itagüí con 14,4%.

7. METODOLOGIA:

7.1 Tipo de estudios

Estudio descriptivo retrospectivo, con fuente de información secundaria.

7.2 Población de referencia

La población de referencia del estudio está conformada por los niños menores de 15 años del Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.

7.3 Población Objetivo

La población objetivo serán los registros individuales de prestación de servicios y los registros de defunción correspondientes a niños menores de 15 años en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.

Unidad de análisis

Registro individual de prestación de servicio que contiene información del menor de 15 años, para la morbilidad cuya afección principal sea uno de los diagnósticos de relacionado con la contaminación del aire en niños menores de 15 años.

Estadísticas vitales de defunción en menor de 15 años, para la mortalidad cuya causa básica de defunción sea uno de los diagnósticos relacionado con la contaminación del aire en niños menores de 15 años.

7.4 Criterios de inclusión

Registro individual de prestación en servicios de salud donde la variable edad sea menor a 15 años, la variable ubicación debe pertenecer a uno de los municipios del Valle de Aburrá y la variable diagnostico pertenecer a uno de los eventos de seguimiento.

Registro en el módulo de defunciones del Registro Único de Afiliados RUAF N-D donde la variable edad sea menor a 15 años, la variable ubicación debe pertenecer a uno de los municipios del Valle de Aburrá y la variable diagnostico pertenecer a uno de los eventos de seguimiento.

7.5 Criterios de exclusión

No se incluirán los efectos producidos por la influenza debido a que esta es una enfermedad estacionaria y se presenta anualmente, afectando menores de 5 años y mayores de 60.

Registros con problemas de integridad en la calidad del dato, mal diligenciados en campos obligatorios como la identificación, el sexo, la edad y los términos diagnósticos que en la morbilidad de consulta y urgencias corresponden al

diagnóstico principal, en hospitalización al diagnóstico de egreso y en la defunción a la causa básica.

Registros ambientales con información incompleta o incoherente tanto en las variables de fecha, como en la variable de resultado o sin una estación de medición definida.

7.6 Plan de recolección de información

La información necesaria para el cumplimiento de los objetivos propuestos corresponde a información sociodemográfica, de morbilidad y ambiental del Valle de Aburrá entre 2017 y 2019 para ello las fuentes seleccionadas son:

La información sociodemográfica se encuentra disponible en los ASIS de cada uno de los 10 municipios que conforman el Valle de Aburrá, esta información es pública y de fácil descarga a través de la página de la gobernación de Antioquia.

Los Registros individuales de prestación de servicios RIPS y el Registro único de afiliados con su módulo de defunciones son las bases de datos usadas para la descarga de los datos en salud, estos se encuentran disponibles dentro de los cubos del sistema integrado de información de la protección social SISPRO a los cuales se tiene acceso debido a que existe un perfil habilitado para la Facultad Nacional de Salud Pública, para este proceso se hace necesario contar con Excel y buena conexión a internet, los datos se encuentran dentro de cubos de SQL server analisis services, el cual permite por medio de tablas dinámicas y consultas de procesamiento analítico en línea (OLAP) obtener la información ya sea de la morbilidad o de la mortalidad dependiendo al cubo que se elija, para ello los cubos utilizados son el de la circular 029 donde se encuentran los registros individuales de prestación de servicios RIPS y el de estadísticas vitales en su opción de defunciones el cual contiene los datos de mortalidad, luego se procede a estructurar las tablas dinámicas adecuadas para visualizar y poder analizar la información.

La información de los contaminantes se encuentra disponible en el portal web Sistema Inteligente de Información para el manejo de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá SIGMA, es una herramienta de fácil manejo que permite seleccionar el contaminante deseado en este caso el PM_{2.5}, definir un rango de tiempo 2017 a 2019, seleccionar las estaciones de monitoreo y realizar la consulta y descarga de las mediciones en unidades de µg/m³, con una unidad de tiempo de 24H, estos datos descargan en un documento de Excel.

7.7 Manejo de los datos

Para el manejo de los datos se utilizaron documentos de Excel, esta herramienta permite tener los datos de manera organizada y estructurada para llevar a cabo un análisis descriptivo de la información.

Las bases de datos que contienen la información en salud se encuentran separadas en un documento, al acceder a ellos se tiene un conjunto de hojas donde se puede acceder a la información de diferentes maneras es decir en una hoja se puede encontrar la tabla maestra con todos los diagnósticos principales, en todos los municipios, por quinquenios de edad y sexo, mientras que en otra se puede encontrar una tabla con los casos de enfermedades del sistema respiratorio, en todo los municipios, por quinquenios de edad y sexo; entre otras.

La base de datos con la información ambiental se encuentra en un documento de Excel dividido en hojas para hacer más fácil su análisis, en una hoja se encuentran todas las estaciones unidas, en otra solo las estaciones automáticas, en otra hoja las semiautomáticas y en el resto de hojas se puede encontrar las mediciones por cada estación según su ubicación geográfica, la estructura dentro de Excel es la misma para todas las hojas que conforman el documento, la primer columna corresponde a la fecha de la medición y el resto corresponde al resultado de la medición por cada una de las estaciones; la visualización de los datos se hizo por medio del software Power BI donde se puede observar de manera dinámica el promedio de la medición mensual y diaria por municipio, así como identificar los meses más críticos de contaminación ya sea para la totalidad de estaciones o para las de uno o múltiples municipios.

Para el cálculo de la asociación estadística se utilizaron los softwares estadísticos R y SPSS en el primero se hizo el cálculo del supuesto de normalidad de los datos, mientras que en el segundo se llevó a cabo la correlación como tal.

7.8 Calidad de los datos.

Para el análisis de calidad de datos se hace necesario dividir las fuentes de información del estudio de la siguiente manera; las fuentes de información en salud es decir RIPS y el RUAF N-D y la fuente de información ambiental que corresponde a la base de datos del SIATA.

Para las fuentes de información en salud no se hace necesario llevar a cabo un proceso de calidad de datos ya que esta información es visualizada mediante tablas dinámicas, además el SISPRO cuenta con unas mallas validadoras que permiten al ministerio de salud certificar que la información allí contenida cumple con algunos estándares básicos de calidad.

En cuanto a la fuente de información ambiental se llevó a cabo un proceso de calidad del dato basado en el estándar internacional ISO 25012 el cual permite conocer la calidad de los datos por medio de dimensiones o características; el resultado del proceso muestra como la base de datos tiene problemas de completitud generando que se presenten errores equivalentes al 60,2% de los registros es decir que la base de datos solo tiene 18.854 registros validos de 47.344 posibles, además al hacer el análisis por estaciones se encuentra que de las 44

estaciones 10 de ellas no presentan datos en este periodo de tiempo, solo 14 estaciones tienen menos de 500 errores y la que menos presenta solo cuenta con 21 errores.

7.9 Sesgos y control de sesgos

Los sesgos que se pueden presentar en la investigación parten principalmente de las fuentes de información es decir los RIPS, los registros del RUAF N-D y los registros del SIATA, estas son fuentes validadas sin embargo debido a experiencias previas se han identificado problemas en la calidad del dato allí contenido, por lo que se considera que el proyecto está sujeto a sesgos de información por la falta completitud en las bases de datos y también presenta un sesgo de observación ya que en realidad existe una diferencia entre el número de personas afectadas por la contaminación y el número de personas atribuidas a la misma, lo que afectara los resultados de los indicadores de la investigación.

Otro sesgo presente es el de selección ya que la ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire no cuenta con una ubicación con soporte técnico y científico, sino que para su ubicación las condiciones que se exigen hacen que la red se encuentre sobre el lecho del rio y no permite tener datos pertinentes sobre las medidas de contaminación del aire más en las partes externas de la ciudad lo que genera que el dato no sea integro por la falta de cobertura de la red.

Para mitigar los sesgos de información se llevara a cabo un proceso de calidad del dato basado en el estándar internacional ISO 25012 donde se realizó un diagnóstico y una posterior limpieza para trabajar con la mayor cantidad de datos posibles; en cuanto al sesgo de observación no se observan medidas de control posibles ya que la morbilidad y mortalidad atribuible son el resultado de la aplicación de los PAF definidos por la OMS, sin embargo en un país donde los sistemas de registro son mal utilizados de manera cultural se habla de conceptos como la morbilidad sentida y la morbilidad atendida siendo la segunda el número de casos de los cuales se lleva un registro y sobre el cual se aplican los PAF lo que expresa que no hay un concepto integral de morbilidad.

7.10 Operacionalización de las variables

Tabla N. °2. Operacionalización de las variables RIPS

Nombre de la variable	Naturaleza	Nivel de medición	Valores
Fecha	Cualitativa	Ordinal	2017 2018 2019

Diagnostico Principal	Cualitativa	Nominal	J00 - J06 J09 - J18 J20 - J22 J45 - J46 H10 - H13 H65 - H75
Municipio de Atención	Cualitativa	Nominal	Barbosa Bello Caldas Copacabana Envigado Girardota Itagüí La Estrella Medellín Sabaneta
Sexo	Cualitativa	Nominal	Mujer Hombre
Edad por Quinquenios	Cualitativa	Ordinal	De 0 a 04 años De 05 a 09 años De 10 a 14 años
Número de eventos	Cuantitativa	Discreta	

Tabla N. °3. Operacionalización de las variables RUAF

Nombre de la variable	Naturaleza	Nivel de medición	Valores
Fecha	Cualitativa	Ordinal	2017 2018 2019
Causa Básica de defunción	Cualitativa	Nominal	J00 - J06 J09 - J18 J20 - J22 J45 - J46 H10 - H13 H65 - H75
Municipio de defunción	Cualitativa	Nominal	Bello Barbosa Girardota Medellín Caldas Envigado

			La Estrella Itagüí Sabaneta Copacabana
Sexo	Cualitativa	Nominal	Mujer Hombre
Edad por Quinquenios	Cualitativa	Ordinal	De 0 a 04 años De 05 a 09 años De 10 a 14 años
Número de defunciones	Cuantitativa	Discreta	

Tabla N. °4. Operacionalización de las variables SIATA

Nombre de la variable	Naturaleza	Nivel de medición	Valores
Fecha	Cualitativa	Ordinal	DD/MM/AA
Estación	Cualitativa	Nominal	BEL-JEGA BEL-SESB BEL-SESB BAR-TORR BEL-FEVE GIR-INDER GIR-SOSN MED-PJIC MED-PJIC MED-UNFM CEN-TRAF MED-AGUI MED-ALTA MED-ANAN MED-BEME MED-FISC MED-JABO MED-LAYE MED-POBL MED-SCRI MED-SELE MED-TESO MED-UCES MED-UNNV MED-VILL MOV-BEL MOV-COLR

			MOV-SMA MOVIL-INDE MOVIL-UPB CAL-JOAR CAL-LASSA ENV-FUND ENV-HOSP ENV-UEIA ENV-UENV EST-HOSP ITA-CJUS ITA-CONC ITA-DITA SAB-JOFE SAB-RAME SUR-TRAF COP-CVID
Ubicación de la estación	Cualitativa	Ordinal	1.Norte 2.Centro 3.Sur
Valor de la medición	Cuantitativa	Continua	

7.11 Plan de análisis

Tabla N. °5. Plan de análisis por objetivo

Objetivo	Variabes Relacionadas	Análisis Univariado	Análisis Multivariado
Describir socio demográficamente la población de niños menores a 15 años en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.	Población. Sexo. Edad. Viviendas. Esperanza de vida. Distribución urbana – rural.	Análisis descriptivo, Razones, Proporciones, Distribuciones	
Caracterizar el comportamiento del contaminante PM _{2.5} en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.	Medida del PM _{2.5} µgr/m ³ Promedios diarios, mensuales y anuales de	Análisis descriptivo con Medidas de tendencia central y dispersión.	Series de tiempo.

	concentración del contaminante PM 2.5.		
Estimar la morbimortalidad atribuible en niños menores de 15 años por PM _{2.5} en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.	Morbilidad diagnóstica principal según CIE-10 Mortalidad causa básica de defunción según CIE-10	Frecuencia de morbilidad según RIPS. Aplicar la Fracción atribuible poblacional para el PM _{2.5} Morbilidad: Proporciones. Gráficos de columna. Mortalidad: Conteo. Gráficos de columna.	

8. ASPECTOS ETICOS

El presente estudio tiene como referentes éticos la normatividad para trabajos de investigación de la Universidad de Antioquia, la resolución 008430 de 1993 del ministerio de salud, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; la ley 79 de 1993, en su artículo 5 donde se establece la protección bajo reserva estadística de los certificados de defunción, y la Ley Estatutaria 1581 de 2012, donde se reglamenta la protección de datos personales, reglamentada por el Decreto Nacional 1377 de 2013, donde se dictan disposiciones generales.

9. RESULTADOS

9.1 Análisis sociodemográfico población menor de 15 años en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá está conformado por diez municipios, en el periodo de tiempo comprendido entre 2017 y 2019, Medellín concentro la mayor población con un total de 2.529.131 personas, de las cuales el 52.97% fueron mujeres siendo esta la población más representativa, dicho comportamiento fue similar en los otros nueve municipios; en cuanto a la población menor de 15 años para Medellín se observó un total de 452.533 personas lo que equivale a un 17.89% de la población, por sexo se observó que 231.247 son hombres es decir el 9.14% de la población, siendo este el grupo más representativo tanto en Medellín como en los otros municipios; el municipio con menor población fue Girardota con 58.035 personas, de las cuales el 50.72% fueron mujeres; la población menor a 15 años corresponde a los 25.34% de la población, superando a los municipios de Barbosa, Copacabana y Sabaneta; el municipio donde la población menor a 15 años tiene mayor influencia sobre la población total es Barbosa, allí los menores de 15 años equivalían a un 27.3% de la población total, en Barbosa se observó una razón rural – urbana de 1.18 : 1, el municipio que presento una mayor razón rural- urbana fue La Estrella con 1.5 : 1, mientras que el municipio de Medellín mostro una razón de 1 : 21 siendo en este predominante la población en el área urbana.

El municipio donde la población menor de 15 años tiene menor participación en la población total es Sabaneta donde fue equivalente a un 14.7 % de la población total; es importante resaltar que para todo el Valle de Aburrá predominaron las mujeres sobre los hombres, esto se reflejaba en Medellín donde por cada hombre había 1,13 mujeres (47.03% hombres, 52.97% mujeres), también se observó que en este municipio es donde por cada niño menor de 4 años se presentaba un número más alto de mujeres en edad fértil; el municipio de Barbosa es donde se presentó un mayor número de menores de 14 años dependientes de personas en edad económicamente activa, allí habían 41 niños dependientes por cada 100 personas de 15 a 64 años, mientras que el municipio de Sabaneta presentaba solo 21 niños menores de 14 años dependientes de la población económicamente activa siendo

este el menor para todo el Valle de Aburrá; también se observó que la esperanza de vida se encontró en un rango entre los 74 y los 79 años siendo mayor en el municipio de Medellín. Ver Tabla N. 2

Tabla N. °6. Caracterización sociodemográfica de la población del valle de aburra entre los años 2017 y 2019

Variables	BARBOSA	BELLO	CALDAS	COPACABANA	ENVIGADO	GIRARDOTA	ITAGUI	LA ESTRELLA	MEDELLIN	SABANETA
Población	52.393	482.297	80.520	72.731	238.244	58.035	276.904	66.281	2.529.131	67.404
Población menor de 15 años	27.32%	24.37%	21.97%	20.05%	21.66%	25.34%	22.66%	23.71%	17.89%	14.70%
Población por sexo										
Hombre	49.77%	48.34%	49.53%	48.59%	48.15%	49.28%	48.80%	49.13%	47.03%	57.56%
Mujer	50.23%	51.6%	50.47%	51.41%	51.85%	50.72%	51.20%	50.87%	52.97%	42.44%
Población por sexo menor de 15 años										
Hombre	14.43%	12.36%	11.23%	10.30%	11.10%	12.82%	11.53%	12.18%	9.14%	7.41%
Mujer	13.73%	12.01%	10.74%	9.75%	10.56%	12.52%	11.13%	11.53%	8.75%	7.29%
Viviendas y hogares										
Viviendas	12.855	134.865	14.746	-	64.022	11.659	73.402	13.361	841.480	21.224
Viviendas ocu	-	-	-	-	-	-	82.827	-	-	-
Hogares	10.960	-	16.990	16.132	62.580	14.354	53.336	13.478	844.678	-
Distribución urbana y rural										
Rural	53.79%	1.15%	20.63%	12.48%	3.08%	40.69%	8.30%	59.03%	4.38%	17.07%
Urbana	45.89%	98.85%	79.37%	87.52%	96.92%	59.31%	91.70%	40.97%	95.62%	82.93%
Otros indicadores										
Razón hombre	01:01,0	01:01,1	01:01,0	01:01,0	01:01,1	01:01,0	01:01,0	01:01,0	01:01,1	01:01,1
Razón niños-r	01:02,9	01:03,6	1:04	1:04	01:03,9	01:03,3	01:03,8	01:03,6	01:04,5	01:05,3
Índice de infar	27	24	22	20	22	25	24	24	18	15
Dependencia i	41.49	35.11	31.06	28.54	30.94	37.6	38	34	25	21
Esperanza de Vida al Nacer										
Hombre	-	-	-	75	75	74	-	73.31	76,2	-
Mujer	-	-	-	78	78	78	-	79.36	79,4	-

Fuente de información ASIS Municipios Valle de Aburra para los años 2017, 2018 y 2019

9.2 Comportamiento de los contaminantes PM_{2.5} en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.

Se analizó el comportamiento del contaminante PM_{2.5} para el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019, el proyecto encargado de la medición de las concentraciones de material particulado PM_{2.5} es el sistema de alerta temprana del Valle de Aburrá SIATA, el cual recopila información diariamente en las diferentes estaciones móviles y fijas que se encuentran distribuidas en el Valle de Aburrá. (3)

En el caso de estudio se presenta los promedios de PM_{2.5} anual, mensual y diariamente para el Valle de Aburrá, además un análisis de promedios por municipio, entre los años 2017 y 2019.

9.2.1 Análisis anual de concentración de PM_{2.5}

Los estándares de concentración anual con los que se compararon los resultados del PM_{2.5} para el Valle de Aburrá entre el año 2017 y el año 2019 fueron, el estándar de la organización mundial de la salud OMS donde se indica que el nivel máximo de concentración es de 10 µm/m³ (20), mientras que el nivel aceptado por la legislación colombiana en la Resolución 2254 de 2017 por año es de 25 µm/m³; aunque para el 2030 el nivel promedio de concentración aceptado será de 15 µm/m³. (21)

Para los niveles de concentración anual de PM_{2.5}, estos fueron superiores a la norma de la OMS e inferiores a la Resolución 2254 de 2017, dichos valores fluctuaron entre 23,2 µm/m³ para 2017 y 18,6 µm/m³ para 2019, mostrando una tendencia a disminuir en el tiempo. Ver Gráfico N.º 2

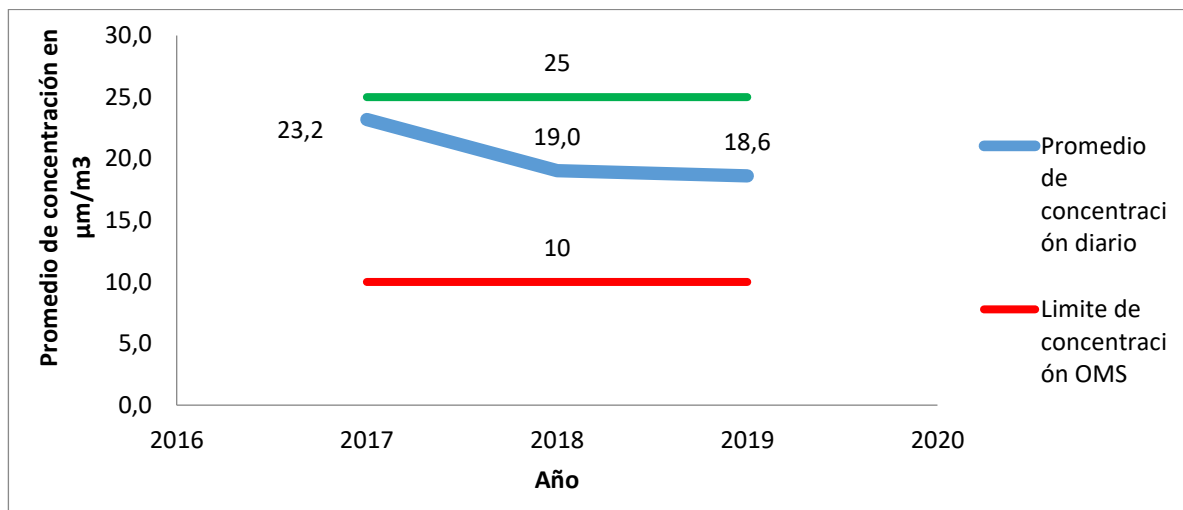


Gráfico N.º 2. Promedios Anuales de concentración del contaminante PM_{2.5} Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.

9.2.2 Análisis mensual de concentración de PM_{2.5}

Para los niveles de concentración mensual de PM_{2.5}, en los 10 municipios del Valle de Aburrá en el periodo de estudio, fue evidente una reducción en la concentración del contaminante a través de los meses de estudio, sin embargo; se observó en todos los años un incremento importante en la concentración del contaminante que comienza en los meses de enero y termina en los meses de marzo, a partir de este periodo se observó un descenso luego se observa un comportamiento oscilante.

Los picos de concentración del contaminante PM_{2.5} se presentaron en los meses de febrero y marzo donde el promedio de las mediciones llegó a estar entre los 29 μm^3 y los 30,8 μm^3 , otro pico importante se presentó en los meses de agosto y septiembre donde para 2019 se pasó de una concentración promedio de 13,2 μm^3 en julio a 20,1 μm^3 en agosto. Ver Gráfico N. 03.

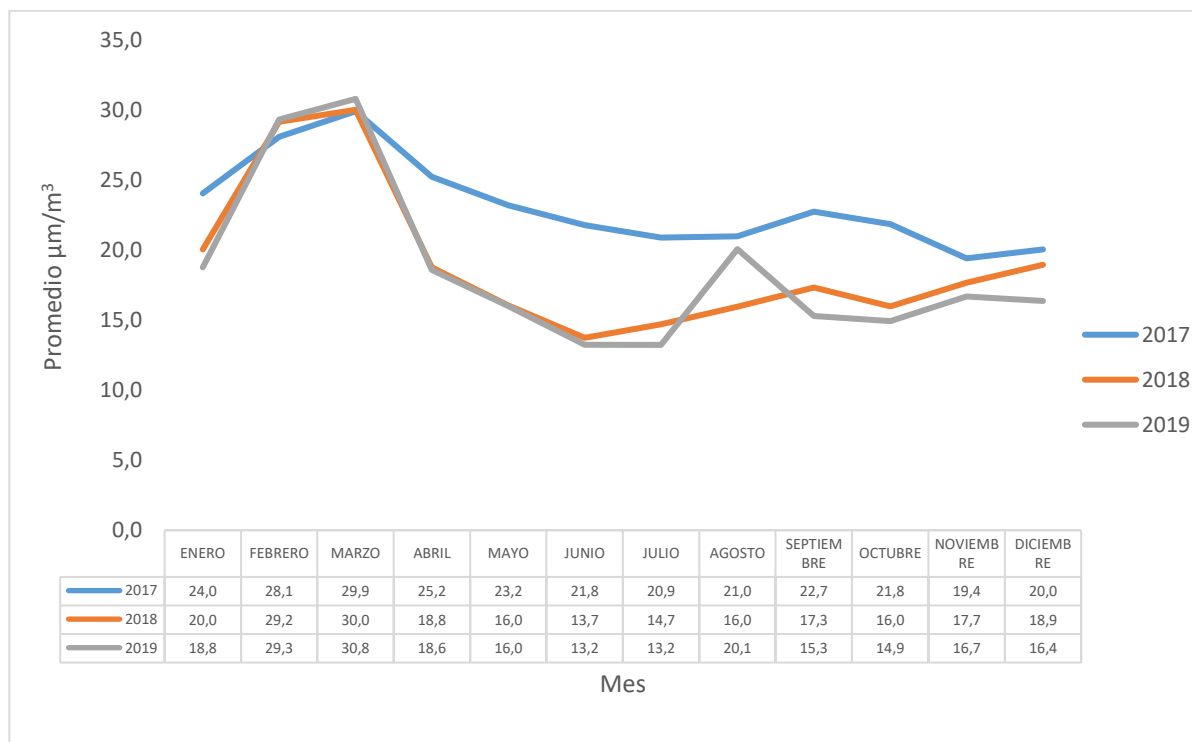


Gráfico N. 03. Promedios mensuales de concentración del contaminante PM_{2.5} Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019.

9.2.3 Análisis diario de concentración de PM_{2.5}

Los niveles de concentración de PM_{2.5} en el aire aceptados por la OMS en un intervalo de tiempo de 24 horas es de 25 μm^3 , mientras que el nivel aceptado por la legislación colombiana en la resolución 2254 de 2017 para este mismo intervalo de tiempo es de 50 μm^3 .

El gráfico muestra los días en que el promedio de concentración del contaminante PM_{2.5} se encontró por encima de los niveles aceptados por la OMS, se mostró concordancia con los ya conocidos picos de contaminación que se presentaron en los meses de febrero y marzo; llama la atención que en el año 2018 en febrero y marzo se superó el límite en 24 días, en el año 2017 fue marzo con 24 días el mes que más sobrepasó los límites de concentración, mientras que en el año 2019 fue el mes de febrero con 22 días el mes que más se sobrepasó el límite permisible.

También se observa en el año 2017, que en el mes de septiembre se presentaron 7 días por encima del límite, dato que tiende a disminuir hasta llegar al mes de diciembre, donde solo un día se presentó que el promedio de concentración del contaminante PM_{2.5} estaba por encima del nivel aceptado por la OMS; en 2019 es llamativo el aumento que se presentó en el mes de agosto, donde en 5 días se superó el nivel de concentración del contaminante PM_{2.5} permitido por la OMS.

En total de los 1077 días que hacen parte del estudio en 212 de estos se sobrepasó el límite de la OMS, es decir el 19.4% de los días de estudio la concentración de PM_{2.5} estuvo por encima de la concentración de 25 µm/m³. Ver Gráfico N. 04.

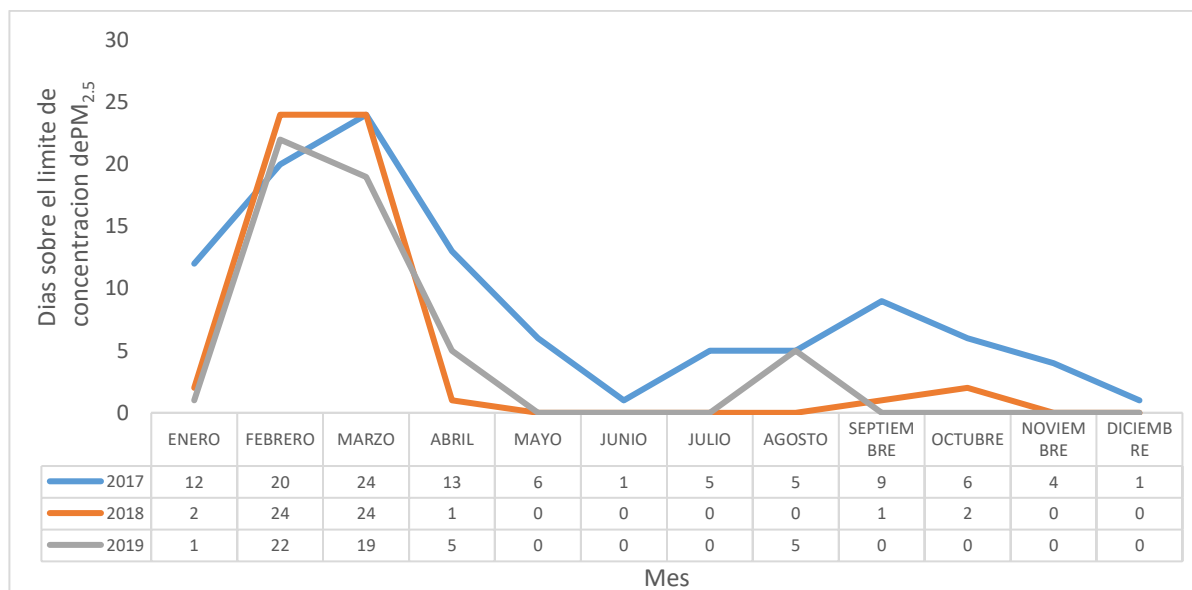


Gráfico N. 04. Días por encima de 25 µm/m³ de concentración del contaminante PM_{2.5} en el Valle de Aburrá entre 2017 y 2019.

9.2.4 Análisis de concentración de PM_{2.5} por municipio y de dispersión de datos.

En los 10 municipios del Valle de Aburrá, Barbosa fue quien presentó una menor mediana siendo esta de 11,1 µm/m³, el 50% de los valores en Barbosa oscilaron entre los 9 µm/m³ y los 14 µm/m³; aunque también presentó valores atípicos como lo son 28,9 µm/m³; 26,4 µm/m³; 25,4 µm/m³; 22,6 µm/m³.

Sabaneta fue de los 10 municipios quien presentó una mayor mediana siendo esta de 25,2 µm/m³, el 50% de los valores en Sabaneta oscilaron entre los 25,2 µm/m³ y los 39 µm/m³; sin la presencia de valores atípicos; sin embargo, esto indica que los niveles más extremos de concentración se encuentran en Sabaneta.

La Estrella, aunque presentó valores atípicos fue el municipio donde los datos son más similares, allí el 50% de los datos se encontraba entre 15,1 µm/m³ y 19,8 µm/m³

mientras que el otro 50 % estaba repartido de 13,4 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ a 15,1 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ y de 19,8 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ a 21,2 $\mu\text{m}/\text{m}^3$.

Se puede observar el alto nivel de dispersión en las medianas de las mediciones ambientales para los diferentes municipios que hicieron parte del Valle de Aburrá, esto se reflejó en la variación de la mediana ya que en todos los municipios fue diferente; el municipio donde se presentó mayor dispersión en los datos fue Sabaneta con una mediana de 25,6 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ y donde el 75% de los datos se encontraban por debajo de 39 $\mu\text{m}/\text{m}^3$; el municipio con menor dispersión en los datos fue Envigado con el cuartil inferior de 13,8 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, una mediana de 15,9 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ y un cuartil superior de 18,2 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, es decir el 75% de los datos se encontraron por debajo de 18,2 $\mu\text{m}/\text{m}^3$, el otro 25% se encontró hasta los 18,9 $\mu\text{m}/\text{m}^3$. Ver Gráfico N. °5.

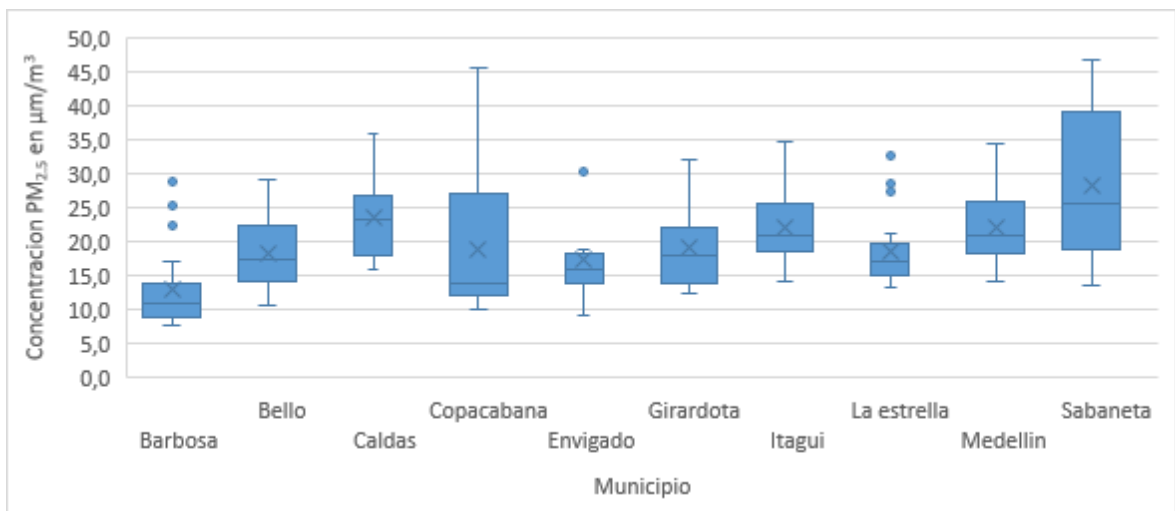


Gráfico N. °5. Comportamiento de la concentración promedio de $\text{PM}_{2,5}$ por municipio entre los años 2017 y 2019.

9.3 Identificar los diagnósticos CIE-10 Y calcular los indicadores de morbilidad y mortalidad en niños menores de 15 años, asociados a la contaminación del aire por $\text{PM}_{2,5}$.

Tabla N.° 7. Diagnósticos CIE-10 relacionados con la contaminación del aire y su efecto en niños menores de 15 años.

Código	Diagnostico
Enfermedades del sistema respiratorio	
Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	
J00	Rinofaringitis aguda [resfriado común]
J01	Sinusitis aguda

J01.0	Sinusitis maxilar aguda
J01.1	Sinusitis frontal aguda
J01.2	Sinusitis etmoidal aguda
J01.3	Sinusitis esfenoidal aguda
J01.4	Pansinusitis aguda
J01.8	Otras sinusitis agudas
J01.9	Sinusitis aguda, no especificada
J02	Faringitis aguda
J02.0	Faringitis estreptocócica
J02.8	Faringitis aguda debida a otros microorganismos especificados
J02.9	Faringitis aguda, no especificada
J03	Amigdalitis aguda
J03.0	Amigdalitis estreptocócica
J03.8	Amigdalitis aguda debida a otros microorganismos especificados
J03.9	Amigdalitis aguda, no especificada
J04	Laringitis y traqueítis agudas
J04.0	Laringitis aguda
J04.1	Traqueítis aguda
J04.2	Laringotraqueítis aguda
J05	Laringitis obstructiva aguda [crup] y epiglotitis
J05.0	Laringitis obstructiva, aguda [crup]
J05.1	Epiglotitis aguda
J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, de sitios múltiples o no especificados
J06.0	Laringofaringitis aguda
J06.8	Otras infecciones agudas de sitios múltiples de las vías respiratorias superiores
J06.9	Infección aguda de las vías respiratorias superiores, no especificada
Influenza [gripe] y neumonía	
J09	Influenza debida a virus de la influenza aviar identificado
J10	Influenza debida a otro virus de la influenza identificado
J10.0	Influenza con neumonía, debida a otro virus de la influenza identificado
J10.1	Influenza con otras manifestaciones respiratorias, debida a otro virus de la influenza identificado

J10.8	Influenza, con otras manifestaciones, debida a otro virus de la influenza identificado
J11	Influenza debida a virus no identificado
J11.0	Influenza con neumonía, virus no identificado
J11.1	Influenza con otras manifestaciones respiratorias, virus no identificado
J11.8	Influenza con otras manifestaciones, virus no identificado
J12	Neumonía viral, no clasificada en otra parte
J12.0	Neumonía debida a adenovirus
J12.1	Neumonía debida a virus sincitial respiratorio
J12.2	Neumonía debida a virus parainfluenza
J12.8	Neumonía debida a otros virus
J12.9	Neumonía viral, no especificada
J13	Neumonía debida a Streptococcus pneumoniae
J14	Neumonía debida a Haemophilus influenzae
J15	Neumonía bacteriana, no clasificada en otra parte
J15.0	Neumonía debida a Klebsiella pneumoniae
J15.1	Neumonía debida a Pseudomonas
J15.2	Neumonía debida a estafilococos
J15.3	Neumonía debida a estreptococos del grupo B
J15.4	Neumonía debida a otros estreptococos
J15.5	Neumonía debida a Escherichia coli
J15.6	Neumonía debida a otras bacterias aeróbicas gramnegativas
J15.7	Neumonía debida a Mycoplasma pneumoniae
J15.8	Otras neumonías bacterianas
J15.9	Neumonía bacteriana, no especificada
J16	Neumonía debida a otros microorganismos infecciosos, no clasificados en otra parte
J16.0	Neumonía debida a clamidias
J16.8	Neumonía debida a otros microorganismos infecciosos especificados
J17*	Neumonía en enfermedades clasificadas en otra parte
J17.0*	Neumonía en enfermedades bacterianas clasificadas en otra parte
J17.1*	Neumonía en enfermedades virales clasificadas en otra parte

J17.2*	Neumonía en micosis
J17.3*	Neumonía en enfermedades parasitarias
J17.8*	Neumonía en otras enfermedades clasificadas en otra parte
J18	Neumonía, organismo no especificado
J18.0	Bronconeumonía, no especificada
J18.1	Neumonía lobar, no especificada
J18.8	Otras neumonías, de microorganismo no especificado
J18.9	Neumonía, no especificada
J20	Bronquitis aguda
J20.0	Bronquitis aguda debida a Mycoplasma pneumoniae
J20.1	Bronquitis aguda debida a Haemophilus influenzae
J20.2	Bronquitis aguda debida a estreptococos
J20.3	Bronquitis aguda debida a virus Coxsackie
J20.4	Bronquitis aguda debida a virus parainfluenza
J20.5	Bronquitis aguda debida a virus sincitial respiratorio
J20.6	Bronquitis aguda debida a rinovirus
J20.7	Bronquitis aguda debida a virus ECHO
J20.8	Bronquitis aguda debida a otros microorganismos especificados
J20.9	Bronquitis aguda, no especificada
J21	Bronquiolitis aguda
J21.0	Bronquiolitis aguda debida a virus sincitial respiratorio
J21.8	Bronquiolitis aguda debida a otros microorganismos especificados
J21.9	Bronquiolitis aguda, no especificada
J22	Infección aguda no especificada de las vías respiratorias inferiores
Asma	
J45	Asma
J45.0	Asma predominantemente alérgica
J45.1	Asma no alérgica
J45.8	Asma mixta
J45.9	Asma, no especificada
J46	Estado asmático

9.3.1 Morbilidad

En el periodo de tiempo comprendido entre 2017 y 2019 en el Valle de Aburra se presentaron en total 3.690 eventos de infecciones respiratorias agudas inferiores en niños menores de 15 años relacionadas con el contaminante PM_{2.5}; en la distribución por grupos de edad se observó que el 65% de los eventos (2.423) se presentaron en el grupo de 0 a 4 años, la razón por sexo fue de 1,21 : 1 (1.324 hombres y 1099 mujeres), para el grupo de 5 a 9 años se presentó el 26% de los eventos (939), la razón por sexo fue de 1,15 : 1 (504 hombres y 435 mujeres), seguido por el grupo de 10 a 14 años con un peso del 9% (328), con una razón por sexo de 0,97 : 1 (162 hombres y 166 mujeres).

De los 3.690 eventos que se presentaron en niños menores de 15 años por diagnósticos que están relacionados con los efectos del contaminante PM_{2.5} en la salud, se pueden atribuir como tal al contaminante PM_{2.5} un total de 563 eventos es decir el 15.2% de los eventos, de los cuales 370 se encuentran en el grupo de 0 a 4 años, 143 en el grupo de 5 a 9 años y 50 en el grupo de 10 a 14 años. Ver Gráfico N. °6

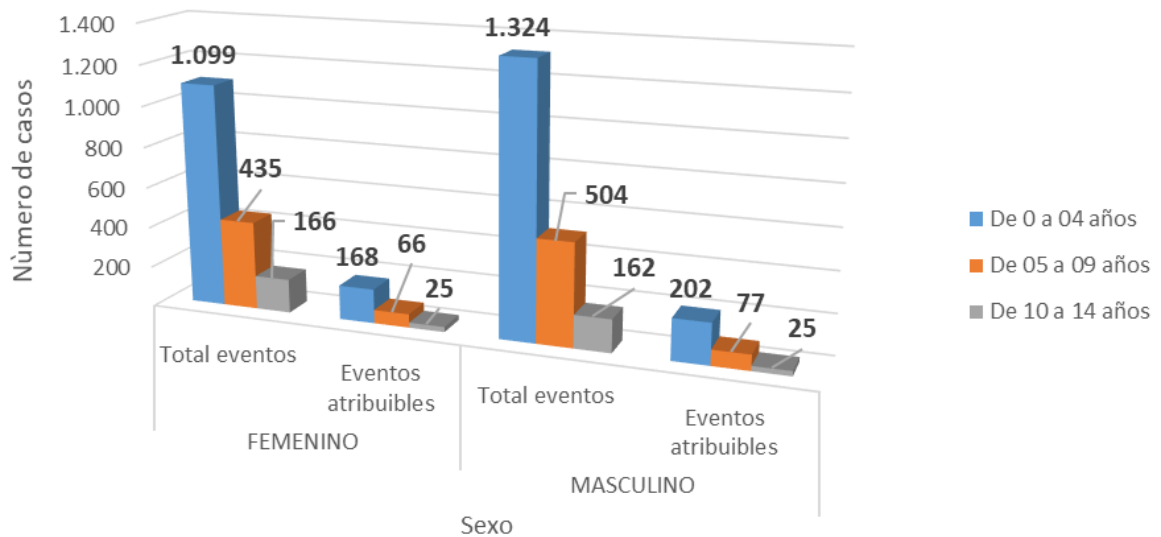


Gráfico N.º 6. Morbilidad relacionada y atribuible al PM_{2.5} por grupo de edad y sexo, Valle de aburra, 2017 a 2019.

Del total de 563 eventos atribuibles, se observó que estos predominaron en los hombres con un total de 304 eventos, de estos el 67% se encuentra en el grupo de 0 a 4 años, el 25% en el grupo de 5 a 9 años y el 8 % restante en el grupo de 10 a 14 años; las mujeres presentaron un total de 259 eventos atribuibles de los cuales el 65% se encuentran en el grupo de 0 a 4 años, el 25% en el grupo de 5 a 9 años y el 10% al grupo de 10 a 14 años. Ver Gráfico N. °7

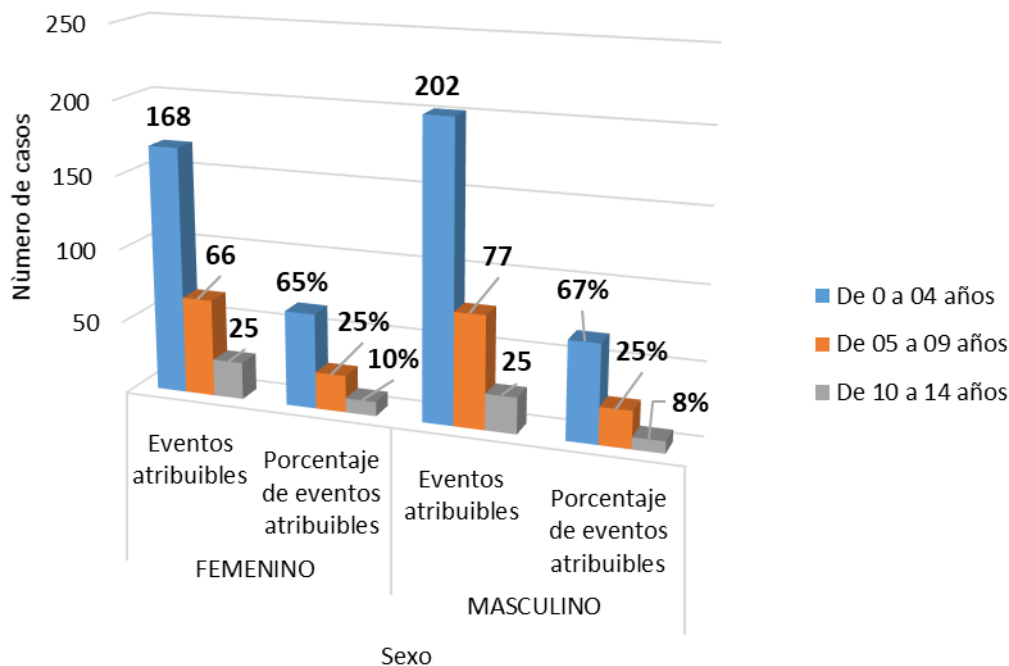


Gráfico N.º 7. Morbilidad atribuible al PM_{2.5} por grupo de edad y sexo, Valle de aburra, 2017 a 2019.

9.3.2 Mortalidad

La mortalidad para el Valle de aburra entre los años 2017 y 2019 en menores de 15 años fue de 2064 defunciones de las cuales 96 fueron causadas por infecciones respiratorias agudas inferiores relacionadas con el contaminante PM_{2.5}, es decir el 7.6% de la mortalidad general, en la distribución por sexo se encontró que 51 defunciones corresponden al sexo masculino y 45 al sexo femenino, en la distribución por grupos de edad se observó un mayor número de defunciones en el grupo de 0 a 4 años con 73 defunciones, en este el sexo masculino presentó 39 defunciones, frente a 34 defunciones del sexo femenino; en el grupo de edad de 5 a 9 años se presentaron un total de 7 defunciones de las cuales 5 fueron del sexo femenino y 2 del sexo masculino; y para el grupo de edad de 10 a 14 años se presentaron un total de 16 defunciones de las cuales 6 fueron en el sexo femenino y 10 en el sexo masculino. Ver Gráfico N.º 8

La mortalidad atribuible a la contaminación del aire por PM_{2.5} en el Valle de aburra entre los años 2017 y 2019 en menores de 15 años fue de 15 defunciones de estas 7 se presentaron en mujeres y 8 en hombres, siendo más afectado el sexo masculino más específicamente en el grupo de edad de 0 a 4 años donde se pueden observar un total de 6 defunciones. Ver Gráfico N.º 8

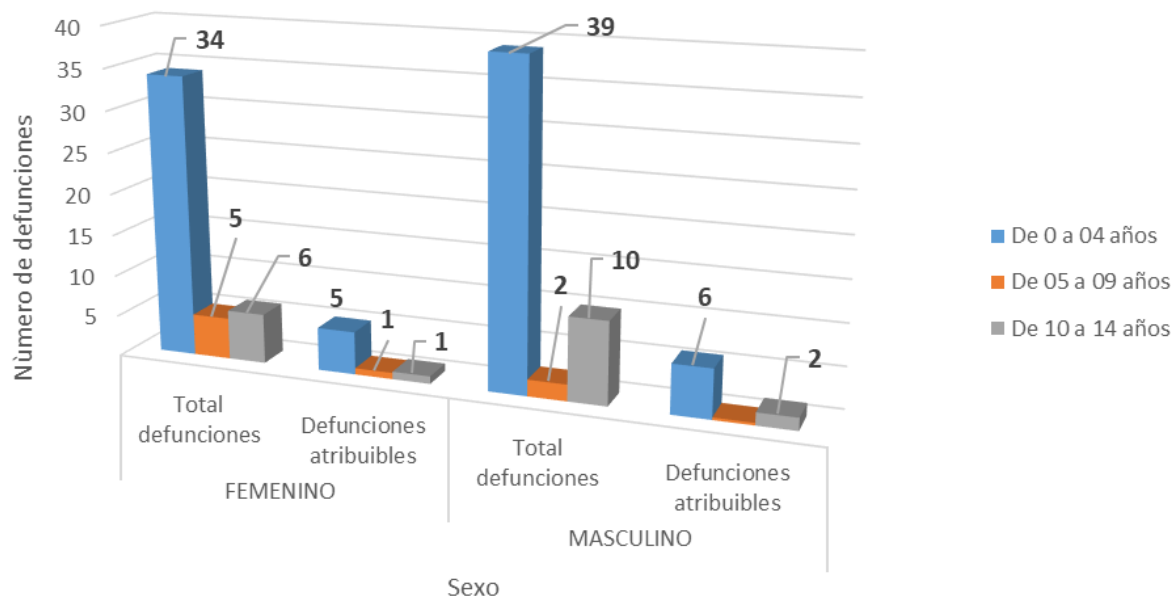


Gráfico N.º 8. Mortalidad relacionada y atribuible al PM_{2.5} por grupo de edad y sexo, Valle de aburra, 2017 a 2019.

10. DISCUSIÓN

Este estudio es pionero en la aplicación de la fracción atribuible población (PAF-acrónimo en inglés) en menores de 15 años, y sus resultados se encuentran inmersos dentro del proyecto de “Determinación de la carga atribuible de la enfermedad por contaminación el aire urbano y de sus costos económicos para la ciudad de Medellín, 2010-2015”,⁽⁵⁾ busca especificidad en cuanto a la vulnerabilidad que tienen los niños debido a su proceso de formación física y el efecto de exponerse a concentraciones de material particulado dañinas para la salud⁽⁴⁾, ambos estudios tienen como resultado que el grupo de edad más afectado por el contaminante PM_{2.5} fue el de 0 a 4 años.

Según la OMS en Colombia para 2016 entre 75% al 98% de los niños menores de 15 años viven en áreas que exceden el estándar de calidad del aire de la OMS, es decir para el contaminante PM_{2.5} los niveles de concentración están por encima de 10 µm/m³ anual y de 25 µm/m³ diario, esta información coincide con los resultados del análisis de concentración realizado al Valle de Aburrá entre 2017 y 2019, donde se evidenció que la concentración anual fue muy superior a la permitida, además el análisis diario mostro como en el 19.4% de los días en estudio la concentración de PM_{2.5} estuvo por encima de 25 µm/m³.⁽²⁰⁾

En este estudio se encontró que la exposición a la contaminación del aire por PM_{2.5} tuvo efectos negativos en la morbimortalidad de los niños menores de 15 años en el Valle de Aburrá entre los años 2017 y 2019, este efecto negativo en la salud tuvo una atribución en la morbilidad del 15.2% 563 enfermos de los 3690 por infecciones respiratorias agudas inferiores; con respecto a la mortalidad el porcentaje atribuible fue del 15.8% 16 defunciones de las 96 por infecciones respiratorias agudas inferiores relacionadas con el contaminante PM_{2.5}.

El hecho de crecer en ambientes con exposición a fuentes de contaminación fijas o móviles para la salud física puede llegar a generar patologías y defunciones que elevan los costos en el sistema de salud y además aumenta los años de vida potencialmente perdidos AVPP y disminuyendo la esperanza de vida la población.

De acuerdo con la Constitución Política de Colombia, en su Artículo 44, que reza: “Son derechos fundamentales de los niños: la vida, la integridad física, la salud y la seguridad social, la alimentación equilibrada, su nombre y nacionalidad, tener una familia y no ser separados de ella, el cuidado y amor, la educación y la cultura, la recreación y la libre expresión de su opinión.” Además, La Corte Constitucional en la sentencia C-240 de 2009 precisó: “Es por esto por lo que el principio que se describe fija una garantía constitucional consistente en asegurar el desarrollo integral y sano de la personalidad del menor.” Entonces, de estas dos orientaciones constitucionales se deduce que en Valle de Aburrá los niños y hogares se enfrentan a una difícil situación ya que debido a los niveles de concentración que superan los niveles permisibles se puede ver afectada la integridad física de los niños por lo que no es posible cumplir a cabalidad lo precisado por la Corte Constitucional y garantizar el desarrollo integral y sano del menor en lo que se refiere a la recreación y libre expresión en lugares donde hay presencia de aire extradomiciliario.

De lo anterior descrito se encuentra en concordancia con lo expuesto en el Plan Integral para la Gestión de la Calidad del Aire para el Valle de Aburrá (PIGECA), en la cual se evidencia la necesidad de realizar intervenciones sobre la población y pone a disposición del tomador de decisiones información relevante sobre el impacto negativo de la contaminación por PM_{2.5} en niños, en especial la atribución para la morbimortalidad respiratoria en menores de 15 años y por lo tanto son base para la elaboración de las estrategias que se plantean a corto, mediano y largo plazo con el fin de reducir los niveles de contaminación en el aire por municipio y prevenir la exposición de la población en este caso los menores de 15 años quienes cuentan con una vulnerabilidad mayor frente a la problemática.

Otro resultado llamativo de la investigación es que se encontró que hay una mayor concentración de partículas en el mes de febrero y marzo, “Ese incremento no es atribuible a cambios como en el ritmo de la emisión, es decir no es porque haya más vehículos o más actividad de emisión, sino que se atribuye a las condiciones

atmosféricas que se presentan en ese periodo y no facilitan la evacuación de los contaminantes del Valle de Aburrá, por esa razón es de esperar que todos los años se tenga una posible contingencia ambiental en marzo”, explicó el profesor José Fernando Jiménez Mejía, profesor adscrito al Departamento de Geo ciencias y Medio Ambiente de la universidad nacional de Colombia. (22)

10.1 limitaciones

En la elaboración y ejecución de la investigación se encontraron diferentes limitantes.

Con respecto a la calidad de los datos ambientales, la completitud fue la dimensión más afectada debido a que se encontraron muchos vacíos en los datos diarios de las mediciones de calidad del aire. El SIATA por medio de su equipo de trabajo realiza una validación a los datos haciendo marcación de acuerdo con el cumplimiento de calidad de estos y la plataforma Σ IGMA permite la descarga de los datos de los que se supone tiene ya una validación, pero al ejecutar una evaluación de calidad de datos basados en la ISO 25012 se encontró que están incompletos, por lo cual los resultados de la investigación se pueden ver significativamente afectados ya que esto conlleva a que se trabaje solo con una parte de los datos u obliga en ciertos casos a los investigadores a realizar técnicas de imputación de datos sobre conceptos que son variables y muchas veces no permite realizar las comparaciones requeridas para los datos en la misma área geográfica, pero en diferentes periodos de tiempo.

Con respecto a la cobertura, se encontró que la ubicación de las estaciones de medición $PM_{2.5}$ en el Valle de Aburrá buscan primero cumplir con ciertos requisitos de seguridad y funcionalidad. Lo que genera deficiencias en esta y como resultado mediciones sesgadas, que se alejan de valores de $PM_{2.5}$ estandarizados, sin cumplir protocolos de distribución geográfica, lo que implica que para el uso de los datos en ciertos casos se deban realizar modelaciones, las cuales pueden estar sesgadas ya que las variables que afectan los niveles de contaminación son muchas y no siempre se tienen en cuenta o se tiene información para estas.

Con respecto a la información sociodemográfica, que se encuentra en los ASIS utilizados reflejan la falta de información sobre las poblaciones dificultando así la elaboración del contexto sociodemográfico.

Desde el punto de vista epidemiológico el uso del PAF adaptado para este estudio, tiene normalizado un nivel de concentración muy inferior a los presentes en el Valle de Aburrá durante el periodo de estudio. Estas corresponden a unas mediciones diarias de 2,4 – 5,9 $\mu g/m^3$ para $PM_{2.5}$, mientras que en el Valle de Aburrá las mediciones diarias están entre 13,2 - 30,8 $\mu g/m^3$ para $PM_{2.5}$ las PAF utilizadas fueron extraídas del estudio de la carga mundial de la enfermedad atribuible a factores de riesgos ambientales, publicado en 2017 por Cohen y colaboradores.

10.2 Fortalezas

El uso de fuentes de información validadas como lo son el ASIS, los RIPS y el ΣIGMA, permite que el estudio tenga un soporte técnico y mayor validez en los resultados.

El llevar a cabo una evaluación de calidad a los datos ambientales basada en el estándar internacional ISO 25012 permite mejorar los datos y darles una mayor usabilidad.

El Uso de la PAF es otro de los soportes técnicos con los que cuenta el estudio ya que estas permiten determinar el número de casos atribuidos a la contaminación entre todos los casos posiblemente asociados que se presentaron en el Valle de Aburrá.

La experiencia previa como joven investigador dentro del proyecto “Determinación de la carga atribuible de la enfermedad por contaminación el aire urbano y de sus costos económicos para la ciudad de Medellín, 2010-2015”, ⁽⁵⁾ permite contar con ciertas facilidades para el manejo de datos ambientales, poblacionales y de salud.

11. CONCLUSIONES

Se identifico la necesidad de incorporar planes PIGECA en comunas e instituciones de salud con el fin de fortalecer la ejecución de estos y generar un impacto directo en las comunidades y en el entorno personal de cada persona.

Realizar más investigación sobre el efecto de la exposición a PM 2.5 en niños que no cuentan con una vivienda adecuada para el desarrollo de las capacidades tanto físicas como mentales, se debe crear la forma de evaluar la exposición a la contaminación intradomiciliaria y recomendaciones para reducirla.

Se debe tener cuidado con la ejecución de actividades físicas en instituciones educativas y parques ya que estos pueden estar ubicados cerca a fuentes de contaminación ya sea fija o móvil y generar un daño en la salud de los niños con consecuencias a largo plazo.

Crear instituciones de salud focalizadas en problemas asociados a PM 2.5, esto permite fortalecer y focalizar los esfuerzos que se llevan a cabo a nivel ciudad para disminuir el impacto de la contaminación en el aire y permitiría tener un mayor seguimiento e información disponible sobre los efectos en la salud y su evolución.

Necesidad de más inversión en investigaciones sobre PM 2.5 y en estaciones de monitoreo que mejoren la disponibilidad y completitud de información sobre el contaminante.

Es importante hacer estudios que aporten información sobre todo el material que conforma el PM 2.5. ya que se ha identificado que parte de este material pueden ser químicos o sustancias que posiblemente puedan estar generando efectos sin identificar en la salud.

12.RECOMENDACIONES

Acelerar las estrategias y acciones propuestas en el PIGECA que minimicen el impacto del PM_{2.5} en poblaciones vulnerables como son los menores de 15 años, estas deben tener un ámbito integral beneficiando los niños tanto en su hogar como en otras actividades como la educación, la recreación y el deporte buscando garantizar un crecimiento y desarrollo adecuado.

Los colegios y las zonas de recreación y deporte deberían contar con medidores que indiquen en tiempo real la contaminación presente en el aire y presentar un código de colores que facilite su lectura por parte de la comunidad para así evitar estar expuestos a niveles de contaminación dañinos para la salud, esto teniendo en cuenta que a la hora de realizar deporte se respira mucho más rápido lo que genera un mayor daño. También se podría pensar en la adecuación de espacios deportivos donde el aire se someta a un proceso de limpieza antes de ser respirado. Además, es importante educar a los padres y madres del Valle de Aburrá sobre el efecto negativo de la contaminación en menores de 15 años y el por qué se les denomina población vulnerable.

Implementar técnicas de imputación para completar los datos y códigos que indiquen si una estación esta fuera de uso o en mantenimiento, buscando mejorar la calidad y la usabilidad de los datos.

Es necesario mejorar la ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire, para ello se debe utilizar principalmente un criterio técnico de distanciamiento geográfico, donde cada estación permita obtener información pertinente sobre cierto espacio geográfico y lograr una cobertura dentro del Valle de Aburrá superior al 75% con el fin de evitar la necesidad de modelaciones y se disponga de información más acertada para la toma de decisiones.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres

“Ya que son el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, por brindarme las herramientas y el apoyo en los momentos que los necesite por ser siempre mis mejores guías de vida. Hoy les dedico a ellos este logro como una meta más conquistada.

Gracias por ser quienes son y por creer en mí”

A mi tutora

“Nora Adriana Montealegre Hernández. Ya que, gracias a sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo se convirtió en una experiencia de formación académica y para la vida. Sus palabras se convirtieron en una ayuda cuando no salían de mis pensamientos las ideas para escribir lo que hoy he logrado. Muchas gracias por sus múltiples acciones de aliento, cuando más las necesite; por estar allí para mí cuando lo solicite. Gracias por sus orientaciones”

A los docentes

“Por compartir sus conocimientos y brindar un apoyo incondicional en mi proceso de formación gracias a ellos es que he logrado desarrollar las habilidades con las que hoy cuento. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo y los reconoceré por su dedicación perseverancia y tolerancia.”

BIBLIOGRAFIA

1. El Aire [Internet]. [citado el 19 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://aire.org.mx/el-aire/>
2. Más del 90% de los niños del mundo respiran aire tóxico a diario. Comunicado de prensa Ginebra. 2018 oct 29. [Internet] [consultado 2020] Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/29-10-2018-more-than-90-of-the-world%E2%80%99s-children-breathe-toxic-air-every-day>
3. Linares M. Contaminación intradomiciliaria. MedWave. 2009 Ene; 09(01). Disponible en: <https://www.medwave.cl/link.cgi/medwave/Reuniones/3697?ver=sindiseno>
4. Área Metropolitana del valle de Aburrá. POECA. [Internet] [Consultado 2020] Disponible en: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/POECA.aspx>
5. Grisales-Romero H, Piñeros-Jiménez JG, Nieto E, Porras-Cataño S, Montealegre N, González D, Ospina D. Local attributable burden disease to PM 2.5 ambient air pollution in Medellín, Colombia, 2010-2016. F1000Res. 2021 May 28;10:428. doi: 10.12688/f1000research.52025.1. PMID: 34745558; PMCID: PMC8564742. [Internet]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34745558/>
6. Ubilla C, Yohannessen K. Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria en el niño. Rev Med CLC. 2017 Feb; 28(1): 111-118.
7. Contaminación atmosférica [Internet]. Base de datos SIATA. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/contaminacion-atmosferica>
8. Calidad del aire. IDEAM. [Internet]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/calidad-del-aire>

9. Gómez Rivadeneira A. CIE-10. Monitor estratégico. 2015; (7) 66-73. Disponible en:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/SSA/cie10-cie11.pdf>
10. MinSalud. Preguntas frecuentes RIPS [Internet] [Consultado 2020] Disponible en:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/OT/FAQ-RIPS.pdf>
11. DANE. Manual de Usuario de los Módulos de Nacimientos y Defunciones, aplicación NDE del Proyecto Registro Unico de Afiliados al Sistema de la Protección Social - RUAF ND. [Internet] [Consultado 2020] Disponible en:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/OT/Manual-usuarios-RUAF-ND.pdf>
12. Ortega JA, De Querol MSS, Tortajada JP. Contaminación atmosférica y salud de los niños. AEP. 2018 Ago; 89(2): 77-79.
13. Organización Mundial de Salud. Contaminación atmosférica y salud infantil. Ginebra: OMS; 2018. Disponible en:
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/275548/WHO-CED-PHE-18.01-spa.pdf?ua=1>
14. de Santos Xochitl Donis. historia natural de la enfermedad. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas Salud Pública y Ciencias Sociales Unidad Didáctica de Salud Pública [Internet] [Consultado 2020] Disponible en:
<https://saludpublica1.files.wordpress.com/2015/01/semana-9-historia-natural-de-la-enfermedad.pdf>
15. López F. Epidemiología. Enfermedades transmisibles y crónicas degenerativas. 2 ed. México: Editorial el Manual Moderno, 2006; 13. (Tomado de Martínez y Martínez R: La salud del niño y el adolescente. 4Ed. México. El Manual Moderno, 2001; 20-21).
16. Castillo Espinosa J, Díaz Castillo A, García Cárdenas O, Ríos Rodríguez M. Factores de riesgo del huésped en las infecciones respiratorias agudas, en menores de 5 años de edad. Rev Cienc Méd La Habana [Internet]. 2008

[citado 15 Jun 2020]; 14(3): [aprox. 21 p.]. Disponible en:
<http://www.revcmhhabana.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/320>

17. Colombia. Instituto Nacional de Salud. Instructivo para la vigilancia en salud pública intensificada de infección respiratoria aguda y la enfermedad asociada al nuevo coronavirus 2019 (COVID-19). [Internet]; 2020. Fecha de consulta: 16 septiembre de 2020. Disponible en:
https://www.ins.gov.co/Noticias/Coronavirus/Anexo_%20Instructivo%20Vigilancia%20COVID%20v12%2024072020.pdf
18. Puri N. Coronavirus: what does vulnerable and high risk mean. Bupa. 2020 Abr 7; Sec Discover. Disponible en:
<https://www.bupa.co.uk/newsroom/ourviews/coronavirus-vulnerable-high-risk>
19. PAF; Estimación de la carga de la enfermedad atribuible a la contaminación del aire por PM_{2.5} y O₃ en Medellín, 2009-2017; Emmanuel Nieto L -abril de 2019.
20. Calidad del aire y salud. Organización Mundial de la Salud. 2018 May 2; Sec Centro de Prensa. Disponible en: [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)
21. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Resolución 2254 de 2017, por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El ministerio; 2017.
22. Montoya A. “Por razones históricas en marzo podría presentarse una contingencia ambiental en Medellín” [Internet]. Facultad de Minas | Universidad Nacional de Colombia. 2017 [citado el 30 de enero de 2022]. Disponible en: <https://minas.medellin.unal.edu.co/noticias/facultad/1484-por-razones-historicas-en-marzo-podria-presentarse-una-contingencia-ambiental-en-medellin>