

ANEXO 6

ASOCIACIÓN ENTRE
LA EXPOSICIÓN DE CORTO PLAZO A
 PM_{10} , $PM_{2.5}$ Y O_3 Y EVENTOS CENTINELA DE SALUD EN EL
VALLE DE ABURRÁ
2008-2015

CONTRATO NO. CCT 1088 DE 2016



EJECUTA



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad Nacional de Salud Pública
Héctor Abad Gómez

UN PROYECTO DE





Un Proyecto de

Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Eugenio Prieto Soto

Director

María del Pilar Restrepo Mesa

Subdirectora Ambiental





EQUIPO DE TRABAJO

Hugo de Jesús Grisales Romero, Mt. Esp. PhD.
Emmanuel Salvador Nieto López, E. Mg
Fernán Alonso Villa Garzón, I.S. Mg. PhD
Nora Adriana Montealegre MD. Esp. PhD
Juan Gabriel Piñeros Jiménez, MD. PhD
Dorian Ignacio Ospina Galeano, GESIS
Dayana Liceth Jiménez Vanegas, GESIS
Sara Catalina Grisales Vargas, I.A
Sandra Milena Porras Castaño, GESIS
Sandra Liliana Vargas, Bio.PHD
Martha Liliana Hernández P. Mg.
Alejandra Hoyos López. Gsa, Mg.
Juan Pablo Hoguín, Practicante GESIS

Supervisión Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Ana Zuleima Orrego Guarín
Ángela Lucía Molina Chica
Zoraida Piedrahita Calle





CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE	1-10
INTRODUCCIÓN	2-11
CAPÍTULO I	2-12
INTRODUCCIÓN	6-13
1. OBJETIVOS	7-15
1.1 General	7-15
1.2 Específicos	7-15
2. METODOLOGÍA	7-16
2.1 Diseño del estudio	7-16
2.2 Estrategia del Estudio	7-17
a. Evidencias clínicas	7-18
b. Evidencias experimentales	7-22
c. Evidencias Epidemiológicas	7-26
2.2.3 Caracterización de los Eventos centinela	7-32
2.3 Fuentes de información	7-42
2.3.1 Morbilidad	7-42
a. Registro Individuales de Prestación de Servicios de Salud (RIPS)	7-42
b. Sistema de vigilancia en salud pública- SIVIGILA	7-43
2.3.2 Mortalidad	7-44
2.4 Estrategia de la Información	7-46
2.4.1 Procesamiento de los datos (Extracción, Transformación y Carga)	7-46
2.4.2 Estructuración de los datos	7-47
a. Consideraciones en la valoración de la calidad del dato	7-49
b. Calidad de los datos de Morbilidad	7-51
c. Calidad de los datos de Mortalidad	7-52
d. Identificación de casos de eventos centinela de Morbilidad	7-53





e.	Eventos centinela relacionados con enfermedades respiratorias agudas	7-55
f.	Eventos centinela de enfermedades circulatorias y otras enfermedades	7-55
2.5	Análisis de la información	7-56
2.5.1	Morbilidad	7-56
2.5.2	Mortalidad	7-58
a.	Análisis de tasas ajustadas de mortalidad	7-59
b.	Calculo de Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP)	7-59
3.	RESULTADOS	7-64
3.1	Morbilidad	7-64
3.1.1	Calidad de los datos	7-64
3.1.2	Análisis descriptivo de la morbilidad por eventos centinela	7-73
a.	Descripción de la morbilidad en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2008 – 2015.	7-73
b.	Análisis descriptivo de la morbilidad por eventos centinela por municipio	7-83
Municipio de Barbosa		7-83
Municipio de Bello		7-88
Municipio de Caldas		7-92
Municipio de Copacabana		7-97
Municipio de Envigado		7-101
Municipio de Girardota		7-105
Municipio de Itagüí		7-110
Municipio de La Estrella		7-114
Municipio de Medellín		7-118
Municipio de Sabaneta		7-123
3.2	Mortalidad	7-128
3.2.1	Calidad de los datos	7-129
3.2.2	Análisis descriptivo de las defunciones por eventos centinela	7-130
a.	Descripción de la mortalidad en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. 2008 – 2015.	7-130
b.	Análisis descriptivo de las defunciones por eventos centinela por municipio	7-138
Municipio de Barbosa		7-138
Municipio de Bello		7-146





Municipio de Caldas	7-155
Municipio de Copacabana	7-162
Municipio de Envigado	7-170
Municipio de Girardota	7-178
Municipio de Itagüí	7-187
Municipio de La Estrella.....	7-195
Municipio de Medellín	7-203
Municipio de Sabaneta.....	7-212
3.2.3 Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP)	7-224
a. APVP según grupo de categorías y subcategorías de la CIE 10 relacionados con los eventos centinela	7-226
b. APVP según subgrupo de causas relacionados con los eventos centinela.....	7-230
c. APVP por municipio	7-234
4. CONCLUSIONES.....	7-238
5. REFERENCIAS.....	7-243
Capítulo II.....	8-252
INTRODUCCIÓN.....	10-254
1. OBJETIVOS.....	10-256
2. METODOLOGIA.....	10-256
2.1 Diseño del estudio	10-256
2.2 Población de estudio	10-257
2.3 Unidad de análisis	10-259
2.3.1 Fuentes de información	10-259
2.4 Variables analizadas.....	10-260
2.5 Procesamiento de los datos	10-261
2.6 Posibles sesgos y formas de control	10-262
2.6.1 Sesgos de selección.....	10-262
2.6.2 Sesgos de información	10-262
2.7 Análisis de la información.....	10-263





2.7.1 Análisis bivariado	10-263
2.7.2 Modelos aditivos generalizados (GAM).....	10-264
2.7 Software utilizados.....	10-265
2.8 Consideraciones éticas.....	10-265
3 RESULTADOS.....	10-266
3.1 Morbilidad asociada a eventos centinela por los contaminantes PM ₁₀ , PM _{2.5} y O ₃	10-266
3.1.1 Municipio de Barbosa	10-266
a. Análisis Bivariado.....	10-266
b. Modelos aditivos generalizados-GAM para los eventos centinela relacionados con la morbilidad. 10-274	
3.1.2 Municipio de Bello.....	10-275
a. Análisis bivariado	10-275
b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad 10-287	
3.1.3 Municipio de Caldas	10-288
a. Análisis Bivariado.....	10-288
b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad 10-297	
3.1.4 Municipio de Copacabana	10-300
a. Análisis Bivariado.....	10-300
b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad 10-312	
3.1.5 Municipio de Envigado	10-313
a. Análisis bivariado.....	10-313
b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad 10-327	
3.1.6 Municipio de Girardota	10-329
a. Análisis bivariado	10-329
a. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad 10-343	
3.1.7 Municipio de Itagüí	10-345
a. Análisis bivariado	10-345
b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad 10-358	





3.1.8 Municipio de La Estrella.....	10-361
a. Análisis bivariado	10-361
b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad 10-369	
3.1.9 Municipio de Medellín	10-370
a. Análisis bivariado	10-370
b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad 10-384	
3.1.10 Municipio de Sabaneta	10-392
a. Análisis bivariado	10-392
a. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad 10-403	
3.2 Mortalidad asociada a eventos centinela por contaminantes PM ₁₀ , PM _{2.5} y O ₃	407
3.2.1 Municipio de Medellín	407
a. Análisis bivariado	407
b. Modelos aditivos generalizados-GAM para los eventos centinela relacionados con las defunciones.....	431
4. CONCLUSIONES.....	436
5. REFERENCIAS.....	439
Capítulo III.....	441
INTRODUCCIÓN.....	442
1. OBJETIVOS.....	445
1.1 General	445
1.2 Específicos	445
2. METODOLOGÍA.....	446
2.1 Análisis estadístico.....	447
3. RESULTADOS	450
3.1 Episodio de contaminación atmosférica en Girardota.....	451
3.2 Episodios de contaminación atmosférica en Medellín.....	453
3.2.1 Efectos en la salud de los episodios de contaminación en Medellín.....	457
a. Casos de urgencias	461
b. Casos de morbilidad.....	463





a. Casos de defunciones	465
4. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN	469
5. REFERENCIAS.....	472
ANEXOS.....	476
Anexo 1. Operacionalización de variables de RIPS de archivos seleccionados para análisis	476
Anexo 2. Operacionalización de variables de mortalidad seleccionadas para análisis...	481
Anexo 3. Operacionalización de otras co-variables definidas para análisis epidemiológicos	482
Anexo 4. Corredor endémico de Influenza para identificación de días con presencia de brote	482
Anexo 5. Modelos Entidad-Relación de base de datos del proyecto	487
Anexo 6. Resultados de los modelos aditivos generalizados en tablas- (Anexo externo)	489
Anexo 7. Códigos en R de los GAM para urgencias, morbilidad y mortalidad en Medellín 2015 y 2016	489
Anexo 8: Salidas de los GAM en R para urgencias, morbilidad y mortalidad durante los episodios de PM10 y PM2.5 en Medellín, 2015 y 2016.	494
Anexo 9. Resultados GAM de morbilidad- Enfermedad respiratoria (Anexo exterior-Microsoft excel)	507
Anexo 10. Resultados GAM de morbilidad- Enfermedad circulatoria (Anexo exterior-Microsoft excel)	507
Anexo 11. Resultados GAM de Mortalidad (Anexo exterior-Microsoft excel).....	507
Anexo 12. Resultados GAM Muertes (Anexo externo).....	507





1 IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE

Información General	
Título del proyecto	Contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud de los habitantes del Valle de Aburrá 2008-2016
Componente	Epidemiológico
Objetivo	Establecer la asociación entre la morbilidad y la mortalidad por eventos centinela relacionados con el incremento en las concentraciones de contaminantes atmosféricos (PM10, PM2.5 y O3) en los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2008-2016.
Tipo de informe:	Parcial ___ Final _x___
Número de contrato	CCT 1088 de 2016
Dependencia	Subdirección Ambiental
Coordinador	Juan Gabriel Piñeros Jiménez
Entidad ejecutora	Universidad de Antioquia, Facultad Nacional de Salud Pública
Grupos de Investigación (Código COLCIENCIAS)	-Salud y Ambiente (COL0016049 Categoría A de Colciencias) -Demografía y Salud (COL0003249 Categoría A1 de Colciencias) -Salud y Sociedad (COL0027456 Categoría A de Colciencias) -Sistemas de Información en Salud (COL0152688 en proceso de reconocimiento)
Fecha de inicio del proyecto	20-12-2016
Fecha de entrega del informe	12-06-2018





2 INTRODUCCIÓN

El componente epidemiológico fue el asunto medular del proyecto: *Contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud de los habitantes del Valle de Aburrá 2008-2016* (Contrato No. CCT 1088 de 2016), desarrollado por la Facultad Nacional de Salud Pública por encargo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. El objetivo de este componente fue establecer la asociación entre la morbilidad y la mortalidad con la evolución de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos PM_{10} , $PM_{2.5}$ y O_3 . Para su cumplimiento, se desarrolló un proceso metodológico complejo que incluyó: i) la identificación de eventos centinela a partir de la información disponible en los sistemas de información en salud mediante un ejercicio de minería de datos; ii) la construcción de bases de datos maestras para el análisis de grandes volúmenes de información; iii) el desarrollo de un plan de análisis estadístico a partir de la integración de información de distinto orden que permitiera establecer la relación entre eventos en salud y la exposición de corto plazo al cambio de concentraciones de contaminantes críticos; iv) la construcción de modelos explicativos por contaminante, evento en salud y grupo de edad para cada uno de los municipios; y v) el análisis de eventos de contaminación del aire de alto interés como los eventos atmosféricos críticos.

El documento está dividido en tres capítulos; en el primero se describe la morbilidad y mortalidad por eventos de salud centinela que se asocian al deterioro de la calidad del aire para cada uno de los municipios del AMVA, durante el período 2008-2015, es un ejercicio de construcción de la línea de base de salud como requisito para poder establecer la magnitud del impacto de la contaminación sobre la morbi-mortalidad en la región. En el segundo capítulo se reportan los resultados de los análisis de correlación entre los cambios de concentración de los distintos contaminantes criterio (PM_{10} , $PM_{2.5}$ y O_3) y el número de casos o defunción por los eventos centinela identificados, para la realización de este análisis se utilizaron los modelos aditivos generalizados (GAM) tipo Poisson con los cuales se construyeron modelos explicativos del fenómeno de correlación. Finalmente, en el tercer capítulo se presentan los resultados de la exploración del impacto en salud y en los servicios de salud del fenómeno de episodios de contaminación atmosférica que tuvieron lugar en los municipios de Girardota y Medellín durante los años 2015 y 2016 y que acrecentaron el porcentaje de consultas y de morbilidad específica. En cada una de las partes del informe se da cuenta de la metodología y principales conclusiones a las que se llegaron y se establecen recomendaciones metodológicas y de análisis técnico para futuras experiencias de monitoreo epidemiológico.





3 CAPÍTULO I

4 Morbi-mortalidad por eventos centinela relacionada con la contaminación atmosférica en el Valle de Aburrá

5 2008-2015





6 INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire se ha convertido en una de las principales preocupaciones en salud pública a nivel mundial, dado los efectos que ésta conlleva para la salud humana en el corto y largo plazo. Parte de la problemática se expresa en que la exposición a los diferentes tipos de contaminantes del aire se ha relacionado con un aumento de riesgo de mortalidad¹ y morbilidad², por enfermedades respiratorias y cardiovasculares(1); así, el comportamiento de la morbimortalidad constituye un aspecto de vital importancia a la hora de valorar el estado de salud de una población y para el caso específico, la salud en relación con la contaminación del aire.

La magnitud del problema; tanto de la mortalidad como la morbilidad, permite ser explicada en la carga global de la enfermedad, para el año 2013, la contaminación del aire contribuía a 5,5 millones de muertes en el mundo y 141,5 millones de Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD) con una disminución para el año 2015, donde se estimó 4,2 millones de muertes y 103,1 millones de AVAD(2,3). En el año 2015 las principales causas de mortalidad mundial por la contaminación del aire hacen referencia a la cardiopatía isquémica con un 35,9%, el 21,1% por accidente cerebrovascular, el 20,4% por enfermedad obstructiva crónica, 15,9% por infecciones respiratorias agudas y 6,9% por cáncer pulmonar y de vías respiratorias(3).

Para América Latina se calcula que cada año mueren alrededor de 35.000 personas por la contaminación del aire intraurbano y 276.000 años de vida se pierden por la misma causa(4). La causa principal de contaminación del aire urbano se atribuye al uso intensivo de combustibles fósiles en los sectores industriales y de transporte; si bien, la calidad de los combustibles ha mejorado poco a poco en la región de las Américas, dado que la gasolina sin plomo y el diésel con bajos niveles de azufre se utilizan cada vez más, el problema aún persiste(4).

En Colombia, la contaminación atmosférica ha sido uno de los factores de mayor preocupación en los últimos años por los impactos generados en la salud humana y del ecosistema. La problemática atmosférica actual genera altos costos sociales y ambientales después de los generados por la contaminación del agua y los desastres naturales(5). De acuerdo al informe del estado de la calidad del aire 2011-2015 los contaminantes que presentaron mayor preocupación fueron en su orden PM_{2.5} y PM₁₀. Sus concentraciones excedieron frecuentemente los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 610 de 2010; adicionalmente, los resultados del cálculo del Índice de Calidad del Aire evidenciaron que representan los mayores riesgos de afectación a la salud de la población. Estas observaciones se destacan especialmente en los grandes centros urbanos de Bogotá, Bucaramanga y del Valle de Aburrá, así como en la jurisdicción de la CAR y en la Zona Minera del Departamento del Cesar (6).

La calidad del aire en Medellín y su área metropolitana, desde el punto de vista del material particulado respirable, no es buena y ha generado consecuencias en la salud de sus habitantes (7). Un análisis

¹ La mortalidad se define como el número de defunciones en una población durante un periodo de tiempo determinado.

² La morbilidad es el número de personas que se enferman en una población en un periodo de tiempo determinado.





ecológico realizado en Medellín ha mostrado como desde hace 27 años se presenta un aumento de la mortalidad por enfermedades respiratorias crónicas y cáncer de pulmón (8).

Si bien, en el Valle de Aburrá se han llevado a cabo diferentes investigaciones que han explorado la relación entre la contaminación del aire y los efectos en salud(9–11), se reconoce la importancia de la evidencia epidemiológica actualizada, que permita la implementación del uso de nuevas metodologías analíticas para la toma de decisiones políticas que contribuyan a una mejor planificación pública a nivel territorial y ambiental, la intervención de los determinantes sociales de la salud que condicionan directamente la calidad de vida de la población y el fortalecimiento de sistemas de vigilancia que integren elementos ambientales y de la atención en salud.

Por lo anterior, en diciembre de 2016 la Facultad Nacional de Salud Pública fue contratada por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) para realizar el proyecto: *Contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud de los habitantes del Valle de Aburrá 2008-2016* (Contrato No. CCT 1088 de 2016), cuyo componente 2 tiene como objetivo establecer la asociación entre la morbilidad y la mortalidad y la evolución de las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5} y menores según variables de persona y lugar; por lo tanto, para dar cumplimiento a dicho objetivo, se caracterizó previamente la morbilidad y mortalidad por eventos asociados a la contaminación ambiental generada por concentraciones de contaminantes O₃, PM₁₀ y PM_{2.5} en municipios del AMVA durante el periodo 2008-16.

La evaluación de los efectos sobre la salud asociados a la mala calidad del aire implica la descripción de la línea de base de morbi-mortalidad por eventos centinela durante el periodo de estudio, como insumo para la comprensión del peso del efecto poblacional asociado a este factor de riesgo. Los eventos centinela son una estrategia epidemiológica para el estudio de la enfermedad, se definen como una enfermedad prevenible, que puede conducir a la discapacidad o muerte prematura, su ocurrencia sirve como una señal de advertencia para fortalecer las acciones preventivas o terapéuticas; estas condiciones son fácilmente reconocibles en la práctica, cuando son detectadas es necesario buscar sus causas subyacentes con base en los sistemas de vigilancia epidemiológica.

Así, una vez definidos los eventos centinela asociados a la contaminación del aire, se procedió a caracterizar la morbilidad y mortalidad por dichos eventos mediante la realización de un análisis descriptivo, lo cual constituyó un elemento central para la determinación de la frecuencia y cambios de las enfermedades durante el tiempo del estudio. De la misma manera, se determinaron las tasas de mortalidad y los años de vida potencialmente perdidos.





7 1. OBJETIVOS

7.1 General

Caracterizar la morbilidad y la mortalidad por eventos centinela asociados a la contaminación del aire en los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá durante el periodo 2008-2015.

7.2 Específicos

- Identificar los eventos de morbilidad y mortalidad asociados a la contaminación del aire según la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE10).
- Identificar casos de eventos de morbilidad y mortalidad asociados a la contaminación del aire en fuentes de información oficial.
- Describir la morbilidad y mortalidad por eventos asociados a la contaminación del aire generada en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Calcular los Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP) por eventos relacionados con la contaminación del aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.





1. METODOLOGÍA

2.1 Diseño del estudio

Como parte de los antecedentes del estudio, se destaca la importancia de revisar que la epidemiología buscan caracterizar la relación entre los efectos en la salud y la exposición a la contaminación en los grupos humanos, los resultados pueden documentar la ocurrencia de eventos adversos, que en el caso de los contaminantes se denominan "eventos centinelas".

En este marco surgen preguntas relacionadas como: ¿A qué nivel de exposición de los contaminantes se presentaron los eventos centinela en la población del Valle de Aburrá? ¿Cómo valorar los eventos en salud en la población del Valle de Aburrá potencialmente susceptibles a los contaminantes? ¿Cuál es el estudio más adecuado, a partir de la información secundaria con la que se cuenta que relacione los eventos centinela y los contaminantes atmosféricos?

Los estudios de medición de los contaminantes y la salud humana pueden tener dos enfoques, uno en función del tiempo y otro en el nivel de anclaje o unidad de análisis. Los estudios en función del tiempo pueden ser transversales o longitudinales cuya unidad de análisis es el individuo. En los estudios transversales todas las observaciones se practican una sola vez en el tiempo, su limitante se relaciona en que los efectos de la exposición pueden estar sesgados por las tendencias de las personas susceptibles, y por lo tanto la relación entre la exposición y la enfermedad no es claramente observable. A diferencia los estudios longitudinales de casos y controles o de cohorte, las observaciones se realizan a lo largo del tiempo en forma prospectiva o retrospectiva y pueden establecer la secuencia entre la exposición y la enfermedad(12).

Respecto al nivel de anclaje o unidad de estudio, se encuentran los de tipo individual, presentados anteriormente, y los estudios ecológicos, cuya unidad de análisis es un conglomerado que se agrupa según criterios demográficos, socioeconómicos u otros. Los estudios ecológicos se caracterizan porque sus datos son secundarios y constituyen agregados en unidades geopolíticas o municipios. Su limitante se relaciona en que los resultados encontrados no se aplican a cada individuo (Falacia ecológica); aspecto que debe tenerse en cuenta, pues no pueden reproducirse tales resultados a nivel individual(12). Su ventaja es que tienen en cuenta factores sociales o ambientales tales como los contaminantes (PM₁₀, PM_{2.5}), las variables climatológicas, variables geográficas y atributos (día festivo, brote, entre otras) que corresponde al ámbito del contexto y que carecen de utilidad a nivel individual; éstos factores se relacionan con el comportamiento del número de eventos de la morbilidad y la mortalidad (defunciones) por día, lo cual implica que los indicadores como las tasas de morbilidad o de mortalidad no tienen utilidad, además las técnicas estadísticas más apropiadas están referidas al empleo de distribuciones apropiadas como la distribución de Poisson.





2.2 Estrategia del Estudio

El estudio ha implicado numerosas estrategias para construir la estructura de la morbi-mortalidad y su relación con la contaminación atmosférica; para este abordaje, se realizó como primera medida una recolección de evidencias a partir de revisiones organizadas de fuentes de información que contenían estudios observacionales, series de casos o estudios analíticos de casos y controles, cohortes y algunas revisiones sistemáticas que permitieron caracterizar desde el abordaje de la patogenia de la enfermedad y la epidemiología, los efectos de los contaminantes en la salud, lo cual dio como resultado las enfermedades asociadas a la contaminación ambiental; es decir, la determinación de los eventos centinela como objeto de estudio en el presente informe.

Una vez identificados los eventos centinela se inició el desarrollo de los procesos informáticos, con el fin de obtener datos para las bases estructuradas de los contaminantes, las co-variables y los eventos centinela en salud. Para la información se precisaron criterios, tales como, las definiciones de las fuentes, su utilidad, usos, flujos, obtención y calidad de la misma.

Con el fin de dar cobertura a las necesidades del estudio se realizaron varias actividades en cuanto a los procesos de gestión de la información, criterios de elegibilidad, aspectos de la confidencialidad, principios éticos de los datos, procesos analíticos y los aspectos demográficos de las áreas geográficas sujetas a la caracterización de los contaminantes ambientales.





2.2.1 Evidencias a partir de la revisión de la literatura

Los resultados de la revisión de la literatura desarrollada en uno de los componentes del proyecto³ permitieron concluir que la contaminación del aire por PM₁₀, PM_{2,5} y gases como NO₂, SO₂, CO y O₃, es un fenómeno mundial altamente relacionado con la morbi-mortalidad de la población. Los eventos en salud que se han encontrado con mayor frecuencia han sido de tipo respiratorio, cardiovascular y cerebrovascular. La atención en los servicios de salud por consulta externa, urgencias, hospitalización por estas causas ha sido otro tipo de eventos relacionados con la contaminación del aire.

El desarrollo de los eventos en salud tienen una relación directa con el tiempo de exposición a los contaminantes; es decir, cambios en las concentraciones de los mismos en unidades de tiempo horaria, diarias, semanales, mensuales o anuales condicionan la aparición de las enfermedades aún después de realizar ajustes por diferentes co-variables. La tendencia de las investigaciones han estudiado con mayor frecuencia las concentraciones PM₁₀ y PM_{2,5} tomando como medida estándar las variaciones en la concentración de 10µg/m³ de los contaminantes.

Así mismo ha sido necesario caracterizar los diferentes componentes del material particulado (azufrados, carbonos, bencenos, aluminio, entre otros) y su relación específica con los eventos en salud no solo con alteraciones respiratorias, cardiovasculares y cerebrovasculares sino con aquellas que requieren ser estudiadas en mayor profundidad tales como el cáncer, las enfermedades mentales y/u otros eventos.

Para mayor ampliación de éste apartado ver el informe de "Revisión de la literatura mundial: relación epidemiológica entre la contaminación del aire urbano y eventos en salud, 2008-2016".

De igual manera, para delimitar el objeto de estudio de la morbi-mortalidad y definir así los eventos centinela objeto de análisis, se revisaron los modelos que tratan de dar cuenta de la relación entre la salud y la contaminación ambiental, obteniendo evidencia clasificada en tres grandes grupos: epidemiológicas, experimentales y clínicas. Cada una de ellas se describe a continuación.

a. Evidencias clínicas

Diversos estudios han mostrado que el contacto respiratorio con el O₃ agrava los problemas de asma, reduce la función pulmonar, incrementa el riesgo de neumonía y bronquitis, su exposición prolongada produce cambios en la estructura pulmonar. Para los compuestos de NO_x, la exposición respiratoria incrementa la susceptibilidad y la severidad de las infecciones respiratorias y asma. La exposición de prolongada a NO₂ se relaciona a la enfermedad pulmonar crónica (13–16).

Con respecto al material particulado, el ingreso a la cavidad nasal es un contacto inicial, por esta vía se deposita en la tráquea, bronquios, alvéolos e interacciona con la mucosa, específicamente con el

³ Documento de revisión: relación epidemiológica entre la contaminación del aire urbano y eventos en salud, 2008-2016





surfactante pulmonar, además entran en contacto con células epiteliales tipo II, las cuales engloban las partículas y la internalizan, a través del endocitosis lo que origina injuria en los tejidos(17–19).

A continuación, en la **Tabla 1** se presenta el resumen de los efectos de los contaminantes por sistemas, especificando los estudios que los sustentan.

Tabla 1. Descripción de la evidencia clínica de los efectos en salud por causa de los contaminantes ambientales

Sistema	Contaminante	Efecto	Evidencia
Respiratorio	PM	Ingreso al epitelio microalveolar	Ghio, A.J., Huang, Y.C., 2004. Exposure to concentrated ambient particles (CAPs): a review. <i>Inhal. Toxicol.</i> 16, 53.
	PM ₁₀	Cavidad nasal	
	PM _{0,1}	Microcirculación alveolar Traslocación de nanopartículas desde el epitelio pulmonar hasta la circulación y posterior toxicidad del endotelio vascular	
	O ₃	Inflamación pulmonar	Uysal, N., Schapira, R.M., 2003. Effects of ozone on lung function and lung diseases. <i>Curr. Opin. Pulm. Med.</i> 9, 144.
	O ₃ crónica	Reducción función pulmonar	Rastogi, S.K., Gupta, B.N., Husain, T., Chandra, H., Mathur, N., Pangtey, B.S., Chandra, S.V., Garg, N., 1991. A cross-sectional study of pulmonary function among workers exposed to multimetals in the glass bangle industry, <i>Am. J. Ind. Med.</i> 20, 391
		Asma, Enfisema y Cáncer	Kuo, C.Y., Wong, R.H., Lin, J.Y., Lai, J.C., Lee, H., 2006. Accumulation of chromium and nickel metals in lung tumors from lung cancer patients in Taiwan. <i>J. Toxicol. Environ. Health A</i> 69, 1337
Cardiovascular	CO	Une a la HB, reduce la capacidad de transporte de O ₂ . Dificultades concentración, reflejos lentos, confusión	Badman, D.G., Jaffe, E.R., 1996. Blood and air pollution: state of knowledge and research needs. <i>Otolaryngol. Head Neck Surg.</i> 114, 205
	PM	Inflamación, interfiere con la coagulación	Riediker, M., Cascio, W.E., Griggs, T.R., Herbst, M.C., Bromberg, P.A., Neas, L., Williams, R.W., Devlin, R.B., 2004. Particulate matter exposure in cars is associated with cardiovascular effects in healthy young men, <i>Am. J. Respir. Crit. Care Med.</i> 169, 934.





	PM _{0,1}	Enfermedad cardiovascular e infarto por alteraciones en la coagulación, activando el sistema nervioso autónomo, alterando la frecuencia cardíaca	<p>C.A. Pope 3rd, R.L. Verrier, E.G. Lovett, A.C. Larson, M.E. Raizenne, R.E. Kanner, J. Schwartz, G.M. Villegas, D.R. Gold, D.W. Dockery, Heart rate variability associated with particulate air pollution, <i>Am. Heart J.</i> 138 (1999) 890–899.</p> <p>S.R. Magari, R. Hauser, J. Schwartz, P.L. Williams, T.J. Smith, D.C. Christiani, Association of heart rate variability with occupational and environmental exposure to particulate air pollution, <i>Circulation</i> 104 (2001) 986–991.</p> <p>R.D. Brook, J.R. Brook, B. Urch, R. Vincent, S. Rajagopalan, F. Silverman, Inhalation of fine particulate air pollution and ozone causes acute arterial vasoconstriction in healthy adults, <i>Circulation</i> 105 (2002) 1534–1536.</p> <p>A. Peters, D.W. Dockery, J.E. Muller, M.A. Mittleman, Increased particulate air pollution and the triggering of myocardial infarction, <i>Circulation</i> 103 (2001) 2810–2815.</p> <p>S.R. Magari, R. Hauser, J. Schwartz, P.L. Williams, T.J. Smith, D.C. Christiani, Association of heart rate variability with occupational and environmental exposure to particulate air pollution, <i>Circulation</i> 104 (2001) 986–991.</p> <p>R.D. Brook, J.R. Brook, B. Urch, R. Vincent, S. Rajagopalan, F. Silverman, Inhalation of fine particulate air pollution and ozone causes acute arterial vasoconstriction in healthy adults, <i>Circulation</i> 105 (2002) 1534–1536.</p>
Sistema Hematopoyético	Metales pesados	Inhibición de la hematopoyesis, Taquicardia, hipertensión, anemia	Huang, Y.C., Ghio, A.J., 2006. Vascular effects of ambient pollutant particles and metals. <i>Curr. Vasc. Pharmacol.</i> 4, 199.
Sistema nervioso	Metales pesados	Neuropatías, trastornos de la memoria, trastornos del sueño, enojo, fatiga, temblores en las manos, visión borrosa, disartria. Plomo interfiere con el sistema Dopamina y N metil aspartato glutamato	<p>Ewan, K.B., Pamphlett, R., 1996. Increased inorganic mercury in spinal motor neurons following chelating agents. <i>Neurotoxicology</i> 17, 343.</p> <p>Lasley, S.M., Gilbert, M.E., 2000. Glutamatergic components underlying lead induced impairments in hippocampal synaptic plasticity. <i>Neurotoxicology</i> 21, 1057.</p>





	Dioxinas	Neuropatías, trastornos de la memoria, trastornos del sueño, enojo, fatiga, temblores en las manos, visión borrosa, disartria. Disminuyen la conducción nerviosa	Ewan, K.B., Pamphlett, R., 1996. Increased inorganic mercury in spinal motor neurons following chelating agents. <i>Neurotoxicology</i> 17, 343. Thomke, F., Jung, D., Besser, R., Roder, R., Konietzko, J., Hopf, H.C., 1999. Increased risk of sensory neuropathy in workers with chloracne after exposure to 2,3,7,8-polychlorinated dioxins and furans, <i>Acta Neurol. Scand</i> 100, 1.
Renal	Metales pesados	Daño renal. Disfunción tubular, incremento en la excreción proteínas bajo peso molecular, disminución en la FG.	Damek-Poprawa, M., Sawicka-Kapusta, K., 2003. Damage to the liver, kidney, and testis with reference to burden of heavy metals in yellow-necked mice from areas around steelworks and zinc smelters in Poland. <i>Toxicology</i> 186, 1. Boffetta, P., Merler, E., Vainio, H., 1993. Carcinogenicity of mercury and mercury compounds. <i>Scand. J. Work Environ Health</i> 19, 1.
Gastrointestinal	Dioxinas	,	Kimbrough, R.D., Carter, C.D., Liddle, J.A., Cline, R.E., 1977. Epidemiology and pathology of a tetrachlorodibenzodioxin poisoning episode. <i>Arch. Environ. Health</i> 32, 77. Mandal, P.K., 2005. Dioxin: a review of its environmental effects and its aryl hydrocarbon receptor biology. <i>J. Comp. Physiol.</i> 175, 221 [B].
General	Contaminantes	Coagulación sangre puede obstruir los vasos sanguíneos, angina o infarto miocardio	Vermlyen, J., Nemmar, A., Nemery, B., Hoylaerts, M.F., 2005. Ambient air pollution and acute myocardial infarction. <i>J. Thromb. Haemost.</i> 3, 1955.
Desarrollo fetal	Metales pesados Pb	Aborto espontáneo, bajo peso al nacer, Malformaciones congénitas. Deterioro habilidades cognitivas y motoras del RN	Bellinger, D.C., 2005. Teratogen update: lead and pregnancy. <i>Birth Defects Res. A Clin. Mol. Teratol</i> 73, 409. Garza, A., Vega, R., Soto, E., 2006. Cellular mechanisms of lead neurotoxicity. <i>Med. Sci. Monit.</i> 12, RA57.
	Dioxinas	Placenta. Disrupción endocrina desarrollo del SNC fetal	Wang, S.L., Lin, C.Y., Guo, Y.L., Lin, L.Y., Chou, W.L., Chang, L.W., 2004. Infant exposure to polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls (PCDD/Fs, CBs) correlation between prenatal and postnatal exposure. <i>Chemosphere</i> 54, 1459.





Fuente: (20,21,30–38,22–29)

b. Evidencias experimentales

La revisión de las evidencias experimentales, permitió sintetizar las afectaciones más importantes a la salud, debido a diversos contaminantes atmosféricos, como fueron:

Ozono

El ozono es un oxidante potente, que genera efectos directos sobre lípidos y proteínas o indirectamente través de las vías de activación del oxidante intracelular.

La capacidad oxidativa del ozono inhalado, en estudios en animales y humanos en vivo e in vitro, se relacionan con activación de las vías patológicas de stress oxidativo en las células epiteliales y alveolares inflamatorias, para que se produzca la inflamación, se activa el factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células B activadas (NF- κ B), produciéndose translocación en el núcleo, uniéndose a las secuencias de los genes que codifican citosinas, denominados promotores de la inflamación en el ácido desoxirribonucleico (DNA), por ej., granulocitos, macrófagos, factor estimulante del crecimiento de colonias, el factor de necrosis tumoral (TNF α), e interleucina, quemoquinas, moléculas de adhesión, que incrementan el reclutamiento de neutrófilos en las vías respiratorias y alveolos, responsables del daño tisular y la inflamación (39).

Dióxidos de nitrógeno

Se conoce poco de los efectos de dióxido de nitrógeno en el pulmón normal y enfermo. Estudios *in vitro* en animales y seres humanos confirman la capacidad de dióxido de nitrógeno para activar las vías oxidantes, aunque menos potente que el ozono, la respuesta inflamatoria la difiere al mejorar el reclutamiento de linfocitos T y macrófagos, estos compuestos podrían contribuir a las exacerbaciones de la enfermedad respiratoria es su capacidad para deteriorar la función de macrófagos alveolares y células epiteliales, aumentando el riesgo de infección pulmonar(40).

La exposición a corto plazo sigue siendo relativamente benigno, no se conoce del efecto a largo plazo en humanos; en roedores, la exposición prolongada a los compuestos de dióxido de nitrógeno de se ha observado destrucción de las vías respiratorias periféricas(40).

Material particulado

La influencia de este contaminante en la salud, se ha evidenciado en las siguientes exposiciones:

Tracto respiratorio: dependiendo del tamaño de las partículas, éstas pueden ser filtradas por el tracto respiratorio y depositarse en toda la vía aérea, desde la nariz, nasofaringe o árbol traqueobronquial, las que no son filtradas pasan a los pulmones; ubicándose en toda el área del epitelio pulmonar, específicamente en los alvéolos, siguiendo posteriormente la penetración al torrente sanguíneo; las





pruebas en animales han mostrado que no existen mecanismos de aclaramiento, lo que implica la interacción celular entre los contaminantes y las células del organismo(40).

Otro mecanismo implicado en la vía aérea superior es la proximidad del bulbo olfatorio con la cavidad nasal, el material particulado fino, puede migrar por conexión neuronal al cerebro, pasando la barrera hematoencefálica. Otras evidencias de laboratorio realizadas en roedores y primates muestran que estas nanopartículas pueden sufrir translocación en las vías neuronales y distribuirse en el hipocampo y la corteza cerebral (40).

Los avances en la comprensión de estos efectos van más allá de los modelos animales; con la aplicación de la dinámica de fluidos computacionales, se ha simulado los patrones de flujo de aire y el depósito del material particulado en la cavidad nasal, lo cual facilito la comprensión de los mecanismos de depósito en el bulbo olfatorio entre humanos y ratas. Los resultados de éste tipo de pruebas permitieron demostrar la existencia de absorción del material particulado a nivel del aparato respiratorio (40).

Exposición dérmica: se reconoce actualmente que pueden existir dos rutas de exposición y penetración a través de la piel; la primera, por medio de las células intercelulares epidérmicas por un mecanismo de recambio y difusión, la segunda, a través de los poros. Como resultado hay inflamación y apoptosis celular, los resultados in vitro han demostrado que estos efectos se observan con metales pesados y partículas transportadas por vía aérea, lo cual podría facilitar su absorción(40).

Exposición ocular: el material particulado puede entrar a los tejidos debido al contacto con las manos por maniobras de frotamiento de los ojos, esto facilita el ingreso de éste contaminante a la cavidad nasal y al cerebro; se han encontrado evidencias de síntomas como sensación de cuerpo extraño, pesadez de los párpados, sensación de quemadura y fotofobia (40).

A continuación, la **Tabla 2** presenta las principales afectaciones debido a la exposición a contaminantes atmosféricos, con base a la evidencia experimental.

Tabla 2. Descripción de la evidencia experimental de los efectos en salud por causa de los contaminantes ambientales

Sistema	Contaminantes	Efecto	Evidencia
Aparato respiratorio	NO ₂	Lesiones tipo enfisema	
	Material particulado	La nariz y los bronquiolos no pueden filtrar de manera eficiente, retiene en un 5% UP de 100nm y un 80% partículas de 1nm La alta eficiencia de deposición aumenta la Posibilidad de efectos de toxicidad en el pulmón y después de la penetración	Y.S. Cheng, Aerosol deposition in the extrathoracic region, Aerosol Sci. Technol. 37 (2003) 659–671. R. Stearns, G. Murthy, W. Skornik, V. Hatch, M. Katler, J. Godleski, Detection of ultrafine copper oxide particles in the lungs of hamsters by electron spectroscopic imaging, Proceedings of ICEM, vol. 13 1994, pp. 763–





epitelio alveolar y en el torrente sanguíneo 764.

Dosimetría de partículas se modelo el depósito de partículas a través de un modelo

F.R. Cassee, H. Muijser, E. Duistermaat, J.J. Freijer, K.B. Geerse, J.C. Marijnissen, J.H. Arts, Particle size-dependent total mass deposition in lungs determines inhalation toxicity of cadmium chloride aerosols in rats. Application of a multiple path dosimetry model, Arch. Toxicol. 76 (2002) 277–286.

S. Anjilvel, B. Asgharian, A multiple-path model of particle deposition in the rat lung, Fundam. Appl. Toxicol. 28 (1995) 41–50

Las pruebas en animales mostraron que el cuerpo no tiene mecanismos eficientes para eliminar las ultrapartículas desde la región alveolar al pulmón, las partículas de 100nm se retenían en la vías aéreas; las partículas ultrafinas al depositarse lo que incrementa la interacción entre células y partículas

M. Semmler, J. Seitz, F. Erbe, P. Mayer, J. Heyder, G. Oberdorster, W.G. Kreyling, Long-term clearance kinetics of inhaled ultrafine insoluble iridium particles from the rat lung, including transient translocation into secondary organs, Inhal. Toxicol. 16 (2004) 453–459.

W.G. Kreyling, M. Semmler, F. Erbe, P. Mayer, S. Takenaka, H. Schulz, G. Oberdorster, A. Ziesenis, Translocation of ultrafine insoluble iridium particles from lung epithelium to extrapulmonary organs is size dependent but very low, J. Toxic. Environ. Health A 65 (2002) 1513–1530.

[76] W. Moller, K. Felten, K. Sommerer, G. Scheuch, G. Meyer, P. Meyer, K. Haussinger, W.G. Kreyling, Deposition, retention, and translocation of ultrafine particles from the central airways and lung periphery, Am. J. Respir. Crit. Care Med. 177 (2008) 426–432.

Cerebro - Bulbo olfatorio

Asociarse a enfermedades neurodegenerativas tipo Alzheimer, Parkinson por depósito de $PM_{2.5}$ y $PM_{0.1}$ en la cavidad nasal por traslocación, ingresar la barrera hematoencefálica, experimentos en roedores y primates

M. Yegambaram, B. Manivannan, T.G. Beach, R.U. Halden, Role of environmental contaminants in the etiology of Alzheimer's disease: a review, Curr. Alzheimer. Res. 12 (2015) 116–146.

L.G. Costa, T.B. Cole, J. Coburn, Y.C. Chang, K. Dao, P.J. Roque, Neurotoxicity of traffic-related air pollution, Neurotoxicology (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuro.2015.11.008>.





F. Liu, Y. Huang, F. Zhang, Q. Chen, B.Wu, W. Rui, J.C. Zheng, W. Ding, Macrophages treated with particulate matter PM2.5 induce selective neurotoxicity through glutaminase-mediated glutamate generation, *J. Neurochem.* 134 (2015) 315–326

A. Minn, S. Leclerc, J.M. Heydel, A.L. Minn, C. Denizcot, M. Cattarelli, P. Netter, D. Gradinaru, Drug transport into the mammalian brain: the nasal pathway and its specific metabolic barrier, *J. Drug Target.* 10 (2002) 285–296.

J. Ali, M. Ali, S. Baboota, J.K. Sahani, C. Ramassamy, L. Dao, Bhavna, Potential of nanoparticulate drug delivery systems by intranasal administration, *Curr. Pharm. Des.* 16 (2010) 1644–1653.

K.B.Knudsen, H. Northeved, P.K. Ek, A. Permin, T.L. Andresen, S. Larsen, K.M.Wegener, H.R. Lam, J. Lykkesfeldt, Differential toxicological response to positively and negatively charged nanoparticles in the rat brain, *Nanotoxicology* 8 (2014) 764–774.

Piel

No se ha demostrado penetración de PM en vivo, los estudios demuestran que las PM_{2.5} pueden alterar las células, produciendo apoptosis y reconstrucción, se propone 2 vías: poros, transdérmica

S.E. Mancebo, S.Q. Wang, Recognizing the impact of ambient air pollution on skin health, *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol.* 12 (2015) 2326–2332.

C. Bennat, C. Müller-Goymann, Skin penetration and stabilization of formulations containing microfine titanium dioxide as physical UV filter, *Int. J. Cosmet. Sci.* 22 (2000) 271–283.

N.D. Magnani, X.M. Muresan, G. Belmonte, F. Cervellati, C. Sticozzi, A. Pecorelli, C. Miracco, T. Marchini, P. Evelson, G. Valacchi, Skin damage mechanisms related to airborne particulate matter exposure, *Toxicol. Sci.* 149 (2016) 227–236.

B. Gulson, M. McCall, M. Korsch, L. Gomez, P. Casey, Y. Oytam, A. Taylor, L. Kinsley, G. Greenoak, Small amounts of zinc from zinc oxide particles in sunscreens applied outdoors are absorbed through human skin, *Toxicol. Sci.* 118 (2010) 140–149.





Ojo

El ojo esta expuesto a la $PM_{0.1}$, ya que estas flotan en el aire. Contacto con las manos.
Enfermedad por disconfor, pesadez de los párpados, sensación de cuerpo extraño, ojos secos, ardor, escozor y fotofobia con inflamación y otras enfermedades oculares

R. Chen, et al., Beyond PM2.5: The role of ultrafine particles on adverse health effects of air pollution, *Biochim. Biophys.Acta* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbagen.2016.03.019>. Referencias 54, 98-101, 98-102. 100,103, 104.

Ap. Cardiovascular

$PM_{0.1}$ hay evidencias de crisis hipertensivas, en especial gases de escape de los motores diesel.
Se ha documentado toxicidad cardíaca, respiratoria, reproductivo, sistema nervioso central y a nivel celular tiene potencial genotóxico, carcinogénico

R. Chen, et al., Beyond PM2.5: The role of ultrafine particles on adverse health effects of air pollution, *Biochim. Biophys.Acta* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbagen.2016.03.019>.

Fuente: (41,42,51–53,43–50)

c. Evidencias Epidemiológicas

En los años ochenta, surgen cambios en la concepción sobre la investigación en la relación entre la contaminación del aire y los eventos en salud(11). Un antecedente importante, que constituye un hecho llamativo en dichos cambios, fueron los episodios críticos de los contaminantes, dado que en algunas regiones, las concentraciones de dióxido de azufre y el material particulado se encontraban en cientos, y no se evidenciaban como concentraciones de tipo críticas. Este hecho hizo que la atención de los estudios, se concentrara en los efectos del clima, las variaciones día a día de los contaminantes y las variaciones de los efectos en la salud a través del tiempo, lo que originó el desarrollo de estudios de series de tiempo. Para explicar estas variaciones, se identificaron estudios en el corto y largo plazo que dieron cuenta de las mismas; así como los estudios de case crossover y de esperanza de vida (el cual puede dar una valoración del impacto de la contaminación sobre la salud). A continuación se hace referencia a algunos de ellos:

Estudios a corto plazo

También se les ha denominado estudios de panel, se enfocan en indagar la mortalidad y las admisiones hospitalarias. Este tipo de estudios fueron realizados en Estados Unidos y Europa con participantes voluntarios, en ellos se evaluó la función pulmonar y los efectos cardiovasculares por la contaminación del aire; destacándose el estudio Air Pollution and Health: European Approach (APHEA) (54), el cual fue realizado en dos fases, así:





APHEA-1: se realizó en 6 ciudades europeas, los resultados mostraron que existe un incremento de la mortalidad diaria del 2.9% por cada incremento en $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de ozono, en 1 hora máxima de concentración del contaminante.

APHEA-2: esta fase se inició a partir de los años noventa, incluyó la medición de la fracción de PM_{10} ; la población de estudio fueron 43 millones de personas que residían en 29 ciudades, entre sus resultados se destaca la estimación del efecto combinado para la mortalidad diaria del PM_{10} , el cual incrementaba la mortalidad en 0.6% (IC 95% de 0.4-0.8) por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del contaminante.

Con respecto a las admisiones hospitalarias, la cobertura del estudio fue de 38 millones de personas, que residían en 8 ciudades, el lapso del seguimiento fue entre 3 a 9 años. Se destacan como hallazgos que en las personas mayores de 65 años, por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración de PM_{10} , las admisiones por asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica incrementaron en un 1.0% (IC 0.4-1.5); para la enfermedad cardiovascular el incremento de las admisiones fue de 0.5% (IC 0.2-0.8) por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} .

En los Estados Unidos entre los años 1987-1994 se llevó a cabo el estudio National Mortality, Morbidity and Air Pollution Studies (NMMAPS), éste se centró en 20 áreas metropolitanas abarcando 50 millones de habitantes. Como principal hallazgo se encontró que por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , se observó un incremento de 0.5% (0.1-0.9) en la mortalidad diaria por todas las causas, siendo resultados similares al estudio europeo (55).

Con respecto a las admisiones hospitalarias, la cobertura del estudio fue de 1.843.000 personas que residían en 10 ciudades, para las personas mayores de 65 años, se destacó que por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , la enfermedad pulmonar obstructiva crónica tuvo un incremento de 1.5% (1.0-1.9), para la enfermedad cardiovascular de 1.1% (0.9-1.3). El ozono se presentó un efecto débil en la mortalidad observado en el verano.





Estudios Case Crossover

El diseño de case crossover o casos cruzados, es un tipo de estudio epidemiológico observacional para valorar si alguna exposición intermitente o inusual ha desencadenado un evento agudo a muy corto plazo(56). Este tipo de diseño se ha utilizado especialmente en epidemiología ambiental. Sus ventajas en el establecimiento de la relación entre exposiciones ambientales y eventos en salud radican principalmente en la eliminación de sesgos de selección, por la elección de sujetos control, y las posibles variables de confusión que se mantienen estables en el tiempo quedan automáticamente controladas por el diseño (57).

La revisión de literatura llevada a cabo⁴, permitió evidenciar que los eventos de salud más investigados por este tipo de estudios fue la morbilidad por enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cerebrovasculares, además de la mortalidad general y específica por las mismas causas. El sitio de estudio con mayor literatura encontrada fue Asia, donde los resultados se orientaron a relacionar enfermedades respiratorias como el asma, con desenlaces diferenciados de acuerdo a factores como la estacionalidad climática (58).

La variación en la exposición a los contaminantes estudiados, en la asociación con los eventos, se presentó en su mayoría a partir de un incremento en $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ de la concentración y en uno sólo de los casos de estos estudios, de presentaron resultados por la disminución en la concentración del contaminante, asociada a mortalidad evitable(59).

Estudios a largo plazo

Dentro de los estudios da largo plazo se destaca el Pollution Effects on Asthmatic Children in Europe (PEACE), este fue realizado en 28 regiones europeas durante el invierno, los resultados no mostraron el efecto del ozono, y el dióxido de nitrógeno sobre la función pulmonar y los síntomas agudos del asma, debido a que no se realizó en época de verano(60).

El estudio de cohortes de Boston, realizado en 1990, es uno de los estudios más completos, los resultados relacionaron los efectos del dióxido de nitrógeno y el $\text{PM}_{2.5}$ con arritmias potencialmente mortales; las ventajas de este estudio hacen relevancia a la inclusión de variaciones climáticas, y el poder estadístico de este estudio se centró en que los datos de admisiones hospitalarias recolectados fueron miles, lo cual tuvo como consecuencia que se detectaron pequeños aumentos en la población expuesta. Este estudio no incluyó características individuales. En algunos pacientes se realizó una intervención catéter al cual se le implantó un medidor de $\text{PM}_{2.5}$, encontrándose que las concentraciones fueron más altas en las horas y los días previos al infarto.

La **Tabla 3** presenta la evolución de los estudios que apoyan la evidencia epidemiológica investigada.

⁴ **Revisión de la literatura mundial: relación epidemiológica entre la contaminación del aire urbano y eventos de salud (ver informe final, componente 3)**





Tabla 3. Descripción de la evidencia epidemiológica de los eventos en salud por causa de los contaminantes ambientales

Año	Estudio	Lugar	Hallazgos	Observación	Referencia
1936	N/A	The Meuse Valley, Belgium. Inversión térmica	Episodio de exposición urbana y los efectos de corta exposición a contaminantes a altas concentraciones . Síntomas respiratorios, y empeoramiento del estado clínico cardiovascular	Plausibilidad biológica, pues los animales se reportaron como saludables	Firket J (1936) Fog along the Meuse valley. Trans Faraday Soc 32:1192-1197.
1948	N/A	Donora, Pensilvania. Inversión térmica	Incremento número esperado de defunciones 60 :6. Autopsia revelo irritación pulmonar	Plausibilidad biológica, pues los animales se reportaron como saludables	Shy CM, Goldsmith JR, Hackney JD et al. (1978a) Health effects of air pollution. ATS News 6: 1-63. Anderson HR. Air Pollution and Mortality : A history. Atmospheric Environment 43 (2009) 143-152
1950	N/A	Londres 4000 defunciones a fog. Admisiones hospitalarias por problemas respiratorios	Estandarizaron cuestionarios sobre problemas respiratorios, uso espirometros		Shy CM, Goldsmith JR, Hackney JD et al. (1978a) Health effects of air pollution. ATS News 6: 1-63.
1960	N/A	Estudio de los contaminantes interiores			Benson FB, Henderson JJ and Caldwell DE (1972) Indoor-Outdoor Air Pollution Relationships: A Literature Review. Pub. no. AP-112. Research Triangle Park, NC: US EPA. Samet JM, Marbury MC and Spengler JD (1987a) Health effects and sources of indoor air pollution. Part I. Am Rev Respir Dis 136:1486-1508. US EPA (1993) Indoor-Outdoor





Air Pollution Relationships,
volume II: An Annotated
Bibliography. Pub. no. AP-112b.
Research Triangle Park, NC: US
EPA.

1970	Estudio epidemiológico de salud comunitaria y Sistema de Vigilancia	U.S.A - EPA	Funciono como programa, a pesar de los problemas con la calidad de los datos, represento una de los esfuerzos a gran escala para determinar los efectos en la salud, usando el método epidemiológico	US EPA (1974) Health Consequences of Sulphur Oxides: A Report from CHES, 1970-1971. EPA-650/1-74-004. Research Triangle Park, NC: US EPA.
1970	Estudio longitudinal	U.S.A. Harvard School of Public Health	6 ciudades, 20.000 niños y adultos , exposición a SO ₂ y PM.	
1978	Primeros trabajos sobre los efectos en la salud	Londres		Shy CM, Goldsmith JR, Hackney JD et al. (1978a) Health effects of air pollution. ATS News 6: 1-63.
1989	Diseños estudios cross sectionall y estudios longitudinales	U.S.A		Samet JM (1989) Definitions and methodology in COPD research. In: Hensley M and Saunders N (eds) Clinical Epidemiology of Chronic Obstructive Lung Disease. New York: Marcel Dekker, pp. 1-22.





1990	Estudios de series de tiempo	U.S.A	Estudios sobre los contaminantes y series de tiempo de morbimortalidad y mediciones diarias. Ej. Hospitalizaciones e ingreso a urgencias.	American Thoracic Society (1996a) Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly: Bascom R, Bromberg PAL, Costa DA et al. Health effects of outdoor air pollution. Part 1. Am J Respir Grit Care Med 153: 3-50. American Thoracic Society (1996b) Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly: Bascom R, Bromberg PAL, Costa DA et al. Health effects of outdoor air pollution. Part 2. Am J Respir Grit Care Med 153: 477-498.
1997	Estudios de series de tiempo	U.S.A	Nuevos métodos estadísticos para el análisis de series de tiempo. Mejoria en hardware y software. Analizan bases de datos de información rutinaria (regulación, información disponible)	Dockery DW and Pope CA III (1994) Acute respiratory effects of particulate air pollution. Ann Rev Public Health 15: 107-132. Dockery DW, Pope CA III, Xu X et a/. (1993) An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. NEngJMed329(24): 1753-1759.

Fuente: (61–68)

Estudios sobre la esperanza de vida (EV)

La contaminación atmosférica se ha evidenciado como uno de los factores influyentes en la salud y longevidad de las personas (69) de esta manera lo han demostrado estudios realizados a finales de la década de los setenta e inicios de los ochenta en los Estados Unidos. Entre estos, se destaca el estudio de cohorte: Adventist Health Air Pollution Study (AHSMOG), en el cual se encontró una relación significativa entre la exposición de PM₁₀ y los efectos sobre la morbimortalidad en enfermedades respiratorias y cáncer, tomando personas no fumadoras de la Iglesia Adventista del Séptimo Día. Se encontró que el efecto estimado sobre la esperanza de vida es de 1 a 2 años de pérdida de la misma. Con el seguimiento de esta cohorte, los efectos más consistentes fueron el cáncer de pulmón y las defunciones por enfermedades cardiovasculares.





Más adelante, estudios principalmente llevados a cabo por Pope III et al, evidenciaron que una reducción en la exposición a la contaminación ambiental por partículas finas, contribuía a mejoras significativas y medibles en la esperanza de vida en los Estados Unidos, a partir de relacionar datos sobre cambios sustanciales en la EV, con cambios diferenciales en las concentraciones de material particulado fino durante los 80's y 90's (70)

Hallazgos más recientes han corroborado lo anterior, encontrando que la disminución de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración de $\text{PM}_{2.5}$ se asoció con un aumento en la expectativa de vida media de 0.35 años (SD = 0.16 años, P = 0.033). Esta asociación fue más fuerte en los condados más urbanos y densamente poblados de Estados Unidos, a partir de una muestra de 545 condados. Esto también ha permitido concluir a este tipo de estudios, que el control de la contaminación del aire en la última década en EEUU ha seguido teniendo un impacto positivo en la salud pública (71).

Por otro lado, los estudios europeos no han mostrado relación con la EV, y algunas de las investigaciones realizadas en Asia han permitido concluir (72) que la exposición a largo plazo a material particulado fino, principalmente $\text{PM}_{2.5}$ ha contribuido enormemente a la pérdida EV en China. Se observó una discontinuidad espacial en la contaminación del aire por partículas (PM), presumiblemente por la combustión de carbón y una discontinuidad espacial de EV reducida en 5+. Los datos sugieren según Pope et al, la existencia de enormes costos en salud asociados con la contaminación del aire en China, lo cual tiene importantes implicaciones para la política de salud pública, ambiental y económica del país (71).

2.2.3 Caracterización de los Eventos centinela

Las evidencias clínicas, experimentales y epidemiológicas presentados anteriormente, orientan sobre las relaciones entre la salud y los contaminantes, éstas permitieron definir el contexto para la caracterización de los eventos centinela apoyados en las herramientas epidemiológicas. Para la epidemiología, la historia natural de la enfermedad es básica para la comprensión de los fenómenos de salud - enfermedad en las poblaciones, a estas descripciones se agregan elementos de investigación y vigilancia epidemiológica, lo que trae como resultado la caracterización de la morbi-mortalidad de este estudio. A continuación, se describen la historia natural de la enfermedad, los eventos centinela y los procesos de caracterización realizados.

Historia natural de la enfermedad

La historia natural de la enfermedad, representa el curso de los acontecimientos biológicos entre la acción secuencial de las causas (etiología), el desarrollo de la enfermedad y el desenlace (curación, paso a la cronicidad, discapacidad o muerte); así como, sus componentes básicos como los períodos pre patogénico y patogénico, los cuales corresponden a las manifestaciones de la enfermedad (73). El criterio causal está más disponible cuando la condición simplemente se define como las consecuencias de un determinado agente o proceso (p.ej., contaminación y enfermedades respiratorias) (**Figura 1**).



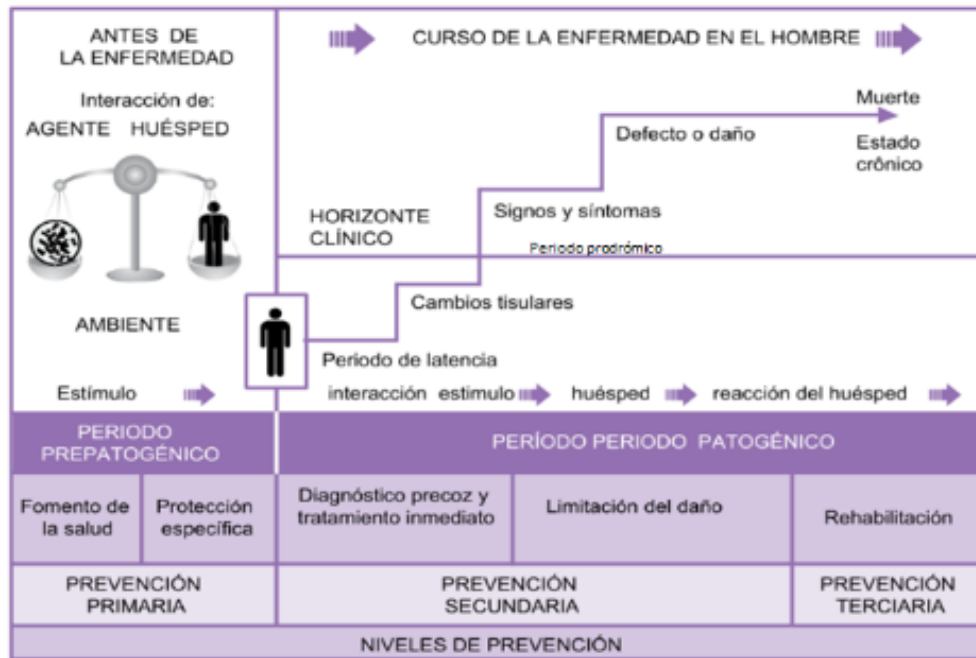


Figura 1. Historia natural de la enfermedad, acciones de promoción y prevención

*Adaptación de López Ramos, Francisco. Epidemiología: enfermedades transmisibles y crónico degenerativas/Francisco López Ramos. 3ª edición. México: Editorial el Manual Moderno, 2010. XX, 488 p.

Leavell HR, Clark EA. Preventive medicine for the doctor in this community. McGraw Hill ed. New York; 1969

Con la delimitación de los objetos de estudio, se recurrió a los criterios de manifestaciones y entidades nosológicas únicas tales como asma, infarto agudo de miocardio, accidente cerebrovascular, entre otras, relacionadas con las evidencias, lo cual permitió utilizar las clasificaciones que fueron útiles para el estudio de acuerdo a la historia natural de la enfermedad, etiología, tratamiento o prevención.

Dado que los eventos deben identificarse, se utilizó la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud - CIE-10 -, pues toda afección mórbida o motivo de atención debe incluirse dentro de una categoría(73). En consecuencia, toda clasificación que agrupe enfermedades o diagnósticos afines, facilitará la deducción de principios generales, para agrupar las enfermedades objeto del estudio. Con el fin de facilitar la identificación estadística para el estudio de la enfermedad y los contaminantes, la clasificación anterior fue utilizada para organizar las enfermedades y otros eventos que estuvieran previamente registrados en los hechos vitales, hospitalarios y de otras áreas de la salud. De esta revisión se encuentran las afecciones del aparato respiratorio y circulatorio, y otros, las cuales son detalladas, en las fuentes de información, con las cuales se caracteriza la enfermedad.

Eventos centinela





Para caracterizar la relación entre el ambiente y la salud, se identificaron enfermedades que se relacionaron con factores de riesgo ambientales; donde el municipio como unidad geopolítica es el factor más importante para el análisis. En la vigilancia y seguimiento de este grupo de enfermedades se ha utilizado el denominado evento centinela propuesto por Rutstein, Mullan y colaboradores(74), aplicado posteriormente por Rothwell y colaboradores(75), y cuya adaptación para el país se encuentra en el primer diagnóstico de salud ambiental realizado en el año 2012 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible(8).

El evento centinela, es una estrategia epidemiológica para el estudio de la enfermedad y se define como una enfermedad prevenible, discapacidad o muerte prematura cuya ocurrencia sirve como señal de advertencia de que las acciones preventivas o terapéuticas deben ser intervenidas para ser mejoradas; estas condiciones son fácilmente reconocibles en la práctica, son enfermedades prevenibles a las cuales se les debe dar un manejo adecuado, además cuando es detectada es necesario buscar las causas subyacentes con base en los sistemas de vigilancia epidemiológica.

Son reconocidos en el país los sistemas de vigilancia epidemiológica y los procesos de captación de casos por la Unidades Primarias Generadoras del Dato (UPGD), las cuales utilizan estrategias de captación y registro para la atención, acciones de prevención, tratamiento individual y comunitario, de enfermedades objeto de la vigilancia, en el caso de los eventos centinela de morbi-mortalidad se consideró el protocolo de vigilancia de la Infección Respiratoria Aguda (IRA) y su definición de caso(76). La definición adoptada de la IRA incluye un grupo de enfermedades que afectan el sistema respiratorio alto y bajo; puede cursar desde un resfriado común hasta complicación más severa como la neumonía. Por otro lado, la selección de los eventos centinela asociados a enfermedades circulatorias (al igual que las respiratorias) se realizó a partir de las evidencias clínicas, experimentales y epidemiológicas.

A continuación, se listan los eventos centinela de morbilidad y mortalidad objeto de estudio identificados utilizando la CIE-10. Así mismo, se describe el periodo de transmisibilidad para cada evento de morbilidad, definido a partir de su historia natural. Este último, determinante para el ejercicio de identificación estadística de los casos de eventos centinela de morbilidad (**Tabla 4**).





Tabla 4. Eventos centinela de Morbilidad seleccionados para el estudio.

Grupo diagnóstico	Código CIE10	Descripción	Periodo de transmisibilidad*
Enfermedades isquémicas del corazón (I20–I25)	I219	Infarto agudo de miocardio, sin otra especificación	
	I249	Enfermedad isquémica aguda del corazón, no especificada	
Enfermedades cerebrovasculares (I60–I69)	I610	Hemorragia intracerebral en hemisferio, subcortical	
	I611	Hemorragia intracerebral en hemisferio, cortical	
	I612	Hemorragia intracerebral en hemisferio, no especificada	
	I613	Hemorragia intraencefalica en tallo cerebral	
	I614	Hemorragia intraencefalica en cerebelo	
	I615	Hemorragia intraencefalica, intraventricular	
	I616	Hemorragia intraencefalica de localizaciones múltiples	
	I618	Otras hemorragias intraencefalicas	
	I619	Hemorragia intraencefalica, no especificada	
	I620	Hemorragia subdural (aguda) (no traumática)	
	I621	Hemorragia extradural no traumática	
	I629	Hemorragia intracraneal (no traumática), no especificada	
	I630	Infarto cerebral debido a trombosis de arterias pre cerebrales	
	I631	Infarto cerebral debido a embolia de arterias pre cerebrales	
	I632	Infarto cerebral debido a oclusión o estenosis no especificada de arterias pre cerebrales	
	I633	Infarto cerebral debido a trombosis de arterias cerebrales	
	I634	Infarto cerebral debido a embolia de arterias cerebrales	
	I635	Infarto cerebral debido a oclusión o estenosis no especificada de arterias cerebrales	
	I636	Infarto cerebral debido a trombosis de venas cerebrales, no piógeno	
	I638	Otros infartos cerebrales	
I639	Infarto cerebral, no especificado		
I64X	Accidente vascular encefálico agudo, no especificado como hemorrágico o isquémico		
I678	Otras enfermedades cerebrovasculares especificadas		
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30–J39)	J304	Rinitis alérgica, no especificada	
	J302	Otra rinitis alérgica estacional	
	J303	Otras rinitis alérgicas	
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	J40X	Bronquitis, no especificada como aguda o crónica	
	J410	Bronquitis crónica simple	





(J40–J47)	J42X	Bronquitis crónica no especificada	
	J440	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con infección aguda de las vías respiratorias inferiores	
	J441	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda, no especificada	
	J448	Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas especificadas	
	J449	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, no especificada	
	J450	Asma predominantemente alérgica	
	J451	Asma no alérgica	
	J458	Asma mixta	
	J459	Asma, no especificada	
	J46X	Estado asmático	
	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos (J60–J70)	J670	Pulmón del granjero
Enfermedades del oído medio y de la mastoides (H65–H75)	H660	Otitis media supurativa aguda	
	H669	Otitis media, no especificada	
Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (J00–J06)	J00X	Rinofaringitis aguda (resfriado común)	15
	J010	Sinusitis maxilar aguda	5
	J011	Sinusitis frontal aguda	5
	J012	Sinusitis etmoidal aguda	5
	J013	Sinusitis esfenoidal aguda	5
	J014	Pansinusitis aguda	5
	J018	Otras sinusitis agudas	5
	J019	Sinusitis aguda, no especificada	5
	J020	Faringitis estreptocócica	21
	J028	Faringitis aguda debida a otros microorganismos especificados	21
	J029	Faringitis aguda, no especificada	21
	J030	Amigdalitis estreptocócica	15
	J038	Amigdalitis aguda debida a otros microorganismos especificados	15
	J039	Amigdalitis aguda, no especificada	15
	J040	Laringitis aguda	15
	J041	Traqueítis aguda	15
	J042	Laringotraqueitis aguda	15
	J050	Laringitis obstructiva, aguda [crup]	10
	J051	Epiglotitis aguda	10
	J060	Laringofaringitis aguda	15
	J068	Otras infecciones agudas de sitios múltiples de las vías respiratorias superiores	21





Influenza [gripe] y neumonía
(J09–J18)

J069	Infección aguda de las vías respiratorias superiores, no especificada	15
J100	Influenza con neumonía, debida a virus de la influenza identificado	5
J101	Influenza con otras manifestaciones respiratorias, debida a virus de la influenza identificado	5
J108	Influenza, con otras manifestaciones, debida a virus de la influenza identificado	5
J110	Influenza con neumonía, virus no identificado	5
J111	Influenza con otras manifestaciones respiratorias, virus no identificado	5
J118	Influenza con otras manifestaciones, virus no identificado	5
J120	Neumonía debida a adenovirus	5
J121	Neumonía debida a virus sincitial respiratorio	5
J122	Neumonía debida a virus parainfluenza	5
J128	Neumonía debida a otros virus	5
J129	Neumonía viral, no especificada	10
J13X	Neumonía debida a streptococcus pNeumoníae	10
J14X	Neumonía debida a haemophilus influenzae	10
J150	Neumonía debida a klebsiella pNeumoníae	10
J151	Neumonía debida a pseudomonas	10
J152	Neumonía debida a estafilococos	14
J153	Neumonía debida a estreptococos del grupo b	10
J154	Neumonía debida a otros estreptococos	10
J155	Neumonía debida a escherichia coli	10
J156	Neumonía debida a otras bacterias aerobicas gramnegativas	10
J157	Neumonía debida a mycoplasma pNeumoníae	10
J158	Otras Neumonías bacterianas	10
J159	Neumonía bacteriana, no especificada	10
J160	Neumonía debida a clamidias	10
J168	Neumonía debida a otros microorganismos infecciosos especificados	10
J170	Neumonía en enfermedades bacterianas clasificadas en otra parte	10
J171	Neumonía en enfermedades virales clasificadas en otra parte	10
J172	Neumonía en micosis	10
J178	Neumonía en otras enfermedades clasificadas en otra parte	10
J180	BroncoNeumonía, no especificada	10
J181	Neumonía lobar, no especificada	10





	J182	Neumonía hipostática, no especificada	10
	J188	Otras Neumonías, de microorganismo no especificado	10
	J189	Neumonía, no especificada	10
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20–J22)	J200	Bronquitis aguda debida a mycoplasma pNeumoníae	21
	J201	Bronquitis aguda debida a haemophilus influenzae	21
	J202	Bronquitis aguda debida a estreptococos	14
	J203	Bronquitis aguda debida a virus coxsackie	14
	J204	Bronquitis aguda debida a virus parainfluenza	6
	J205	Bronquitis aguda debida a virus sincitial respiratorio	6
	J206	Bronquitis aguda debida a rinovirus	6
	J207	Bronquitis aguda debida a virus echo	6
	J208	Bronquitis aguda debida a otros microorganismos especificados	21
	J209	Bronquitis aguda, no especificada	21
	J210	Bronquiolitis aguda debida a virus sincitial respiratorio	21
	J218	Bronquiolitis aguda debida a otros microorganismos especificados	21
	J219	Bronquiolitis aguda, no especificada	21
	J22X	Infección aguda no especificada de las vías respiratorias inferiores	21
Complicaciones del trabajo de parto y del parto (O60–O75)	O60X	Parto prematuro	
Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto (O30–O48)	O364	Atención materna por muerte intrauterina	
Otros trastornos originados en el período perinatal (P90–P96)	P95X	Muerte fetal de causa no especificada	
Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal (P05–P08)	P050	Bajo peso para la edad gestacional	
	P051	Pequeño para edad gestacional	
	P052	Desnutrición fetal, sin mención de peso o talla bajos para la edad gestacional	
	P059	Retardo del crecimiento fetal, no especificado	
	P070	Peso extremadamente bajo al nacer	
	P071	Otro peso bajo al nacer	
	P072	Inmadurez extrema	

*Periodo definido considerando la historia natural de la enfermedad, expresado en días.

Tabla 5. Eventos centinela de Mortalidad seleccionados para el estudio

Grupo diagnóstico	Código CIE10	Descripción
I20-I25 Enfermedades	I200	Angina inestable





Isquémicas del corazón

I209	Angina de pecho, no especificada
I210	Infarto transmural agudo de miocardio de la pared anterior
I211	Infarto transmural agudo de miocardio de la pared inferior
I212	Infarto agudo transmudar del miocardio de otros sitios
I213	Infarto transmural agudo de miocardio, de sitio no especificado
I214	Infarto subendocardico agudo de miocardio
I219	Infarto agudo de miocardio, sin otra especificación
I221	Infarto subsecuente del miocardio de la pared inferior
I248	Otras formas de enfermedad isquémica aguda del corazón
I249	Enfermedad isquémica aguda del corazón, no especificada
I250	Enfermedad cardiovascular aterosclerótica, así descrita
I251	Enfermedad aterosclerótica del corazón
I253	Aneurisma cardiaco
I255	Cardiomiopatía isquémica
I256	Isquemia silente del miocardio
I258	Otras formas de enfermedad isquémica aguda del corazón
I260	Embolia pulmonar con mención de corazón pulmonar agudo

I26–I28 Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar

I269	Embolia pulmonar sin mención de corazón pulmonar agudo
------	--

I60–I69 Enfermedades cerebrovasculares

I600	Hemorragia subaracnoidea de sifón y bifurcación carotidea
I601	Hemorragia subaracnoidea de arteria cerebral media
I602	Hemorragia subaracnoidea de arteria comunicante anterior
I603	Hemorragia subaracnoidea de arteria comunicante posterior
I604	Hemorragia subaracnoidea de arteria basilar
I606	Hemorragia subaracnoidea de otras arterias intracraneales
I607	Hemorragia subaracnoidea de arteria intracraneal no especificada
I608	Hemorragia subaracnoidea de otras arterias intracraneales
I609	Hemorragia subaracnoidea, no especificada
I610	Hemorragia intracerebral en hemisferio, subcortical
I611	Hemorragia intracerebral en hemisferio, cortical
I612	Hemorragia intracerebral en hemisferio, no especificada
I613	Hemorragia intraencefalica en tallo cerebral
I614	Hemorragia intraencefalica en cerebelo
I615	Hemorragia intraencefalica en tallo cerebral
I616	Hemorragia intraencefalica de localizaciones múltiples
I618	Otras hemorragias intraencefalicas
I619	Hemorragia intraencefalica, no especificada
I620	Hemorragia subdural (aguda) (no traumática)
I621	Hemorragia extradural no traumática
I629	Hemorragia intracraneal (no traumática), no especificada
I630	Infarto cerebral debido a trombosis de arterias pre cerebrales





	I632	Infarto cerebral debido a oclusión o estenosis no especificada de arterias pre cerebrales
	I633	Infarto cerebral debido a trombosis de arterias cerebrales
	I634	Infarto cerebral debido a embolia de arterias cerebrales
	I635	Infarto cerebral debido a oclusión o estenosis no especificada de arterias cerebrales
	I638	Otros infartos cerebrales
	I639	Infarto cerebral, no especificado
	I64X	Accidente vascular encefálico agudo, no especificado como hemorrágico o isquémico
	I674	Encefalopatía hipertensiva
	I678	Otras enfermedades cerebrovasculares especificadas
	I679	Enfermedad cerebrovascular, no especificada
J09–J19 Influenza [gripe] y neumonía	J110	Influenza con neumonía, virus no identificado
	J111	Influenza con otras manifestaciones respiratorias, virus no identificado
	J121	Neumonía debida a virus sincitial respiratorio
	J128	Neumonía debida a otros virus
	J129	Neumonía viral, no especificada
	J13X	Neumonía debida a streptococcus pneumoníae
	J150	Neumonía debida a klebsiella pneumoníae
	J151	Neumonía debida a pseudomonas
	J152	Neumonía debida a estafilococos
	J154	Neumonía debida a otros estreptococos
	J155	Neumonía debida a escherichia coli
	J156	Neumonía debida a otras bacterias aerobicas gramnegativas
	J157	Neumonía debida a mycoplasma pneumoníae
	J158	Otras neumonías bacterianas
	J159	Neumonía bacteriana, no especificada
	J180	Bronconeumonía, no especificada
	J181	Neumonía lobar, no especificada
	J182	Neumonía hipostática, no especificada
	J188	Otras neumonías, de microorganismo no especificado
J189	Neumonía, no especificada	
J20–J22 Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	J205	Bronquitis aguda debida a virus sincitial respiratorio
	J208	Bronquitis aguda debida a otros microorganismos especificados
	J209	Bronquitis aguda, no especificada
	J210	Bronquiolitis aguda debida a virus sincitial respiratorio
	J219	Bronquiolitis aguda, no especificada
	J22X	Infección aguda no especificada de las vías respiratorias inferiores
J30–J39 Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	J390	Absceso retro faríngeo y para faríngeo
	J392	Otras enfermedades de la faringe
	J398	Otras enfermedades especificadas de las vías respiratorias superiores





J40-J47 Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	J399	Enfermedad de las vías respiratorias superiores, no especificada
	J40X	Bronquitis, no especificada como aguda o crónica
	J42X	Bronquitis crónica no especificada
	J440	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con infección aguda de las vías respiratorias inferiores
	J441	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica con exacerbación aguda, no especificada
	J448	Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas especificadas
	J449	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, no especificada
	J458	Asma mixta
	J459	Asma, no especificada
J46X	Estado asmático	
J80-J84 Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio	J80X	Síndrome de dificultad respiratoria del adulto
	J81X	Edema pulmonar
	J850	Gangrena y necrosis del pulmón
J85-J86 Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores	J851	Absceso del pulmón con neumonía
	J852	Absceso del pulmón sin neumonía
	J860	Pitorax con fistula
	J869	Pitorax sin fistula
J90-J94 Otras enfermedades de la pleura	J90X	Derrame pleural no clasificado en otra parte
	J930	Neumotórax espontaneo a presión
	J939	Neumotórax, no especificado
J95-J99 Trastornos del sistema respiratorio consecutivos	J960	Insuficiencia respiratoria aguda
	J961	Insuficiencia respiratoria crónica
	J969	Insuficiencia respiratoria, no especificada

Una vez reconocidos los eventos centinela, se definió la estrategia del estudio para caracterizar la morbi-mortalidad a través del uso de datos de fuentes secundarias. Cada evento se caracterizó en los registros de morbilidad institucional de las Instituciones Prestadoras de Servicios de salud (IPS), como los Registros Individuales de Prestación de Servicios (RIPS), además en el Sistema de Información de la Protección Social (SISPRO), se tuvo en cuenta que la periodicidad de esta información es la que se recolecta en forma rutinaria diariamente en la prestación de los servicios de salud.

Para la mortalidad se identificaron las defunciones no fetales diarias ocurridas en los municipios del área metropolitana, estos corresponden al Registro Único de Afiliados módulo de Nacimientos y Defunciones – (RUAf –ND) el cual se consolida en el SISPRO.





2.3 Fuentes de información

2.3.1 Morbilidad

El término morbilidad es un término de uso médico y científico, que sirve para señalar la cantidad de personas o individuos considerados enfermos o víctimas de una enfermedad en un espacio y tiempo determinados. La morbilidad es, entonces, un dato estadístico de importancia para comprender la evolución y avance o retroceso de una enfermedad, así como también las razones de su surgimiento y las posibles soluciones(77).

A partir de los resultados obtenidos, basados en indicadores de morbilidad, puede conocerse el efecto que tiene una enfermedad en una población, al mismo tiempo que se pueden analizar las causas de tal situación y buscar las posibles soluciones para el futuro (soluciones que pueden ir desde vacunas o remedios específicos hasta cambios en el acceso a las condiciones de vida esenciales para el ser humano) (78).

A continuación, se relaciona las fuentes de información que fueron empleadas para la obtención de los datos de morbilidad.

a. Registro Individuales de Prestación de Servicios de Salud (RIPS)

Es el conjunto de datos mínimos y básicos que el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) requiere para los procesos de dirección, regulación, control y soporte de la atención. Los datos de este registro 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; cuya denominación, estructura y características se han unificado y estandarizado para todas las entidades que pertenecen al SGSSS. Los RIPS registran número de egresos, consultas, atención de urgencias, exámenes de laboratorio y diferentes procedimientos, entre otros (**Tabla 6**) (79,80).

Tabla 6. Características de los Registros Individuales de Prestación de Servicios (RIPS).

Objetivo	Suministra información de la prestación y del costo de los servicios de salud
Población	RIPS de los 10 municipios del área metropolitana
Unidad de medida	Procesos de atención
Archivos	CT=Archivo de control AF=Archivo de transacciones US=Archivo de usuarios AD=Archivo de descripción agrupada de los servicios de salud prestados





	AC=Archivo de consulta AP=Archivo de procedimientos AH=Archivo de hospitalización AU=Archivo de urgencias AN=Archivo de recién nacidos AM=Archivo de medicamentos AT=Archivo de otros servicios
Unidad de análisis	Dato de la afección o afecciones principales del Individuo

Según la Resolución 3374 del año 2000, todas las IPS deben proceder a la actualización (la cual consiste en el registro primario del dato), modificación, eliminación e ingreso de los datos en medios magnéticos o electrónicos; se debe realizar la validación (la verificación de los datos registrados), en términos de la correspondencia con la definición, estructura y características a través de un validador dispuesto por el Ministerio de Salud y Protección Social. Posteriormente, los registros son organizados para el envío a la Empresa Promotora de Salud (EPS) (ya sea del régimen contributivo o subsidiado) y al ente regulador del departamento, quien los dispone para ser actualizados en el SISPRO(81).

Para el estudio, se utilizaron los datos correspondieron a los RIPS de los diez municipios que constituyen el AMVA, registrados en el período 2008 a 2015. Se realizó la gestión en la Oficina de Información de la Secretaria de Salud y Protección Social del departamento de Antioquia del total de registros, incluyendo los archivos de usuario, control y transacciones (US-AC-AU-AH) que contienen datos personales de los pacientes (**Anexo 1**). Para tal efecto y salvaguardando los principios de ética y confidencialidad se generó un convenio de confidencialidad ante tal institución.

b. Sistema de vigilancia en salud pública- SIVIGILA

Este sistema provee en forma sistemática y oportuna, la información sobre la dinámica de los eventos prioritarios que afecten o puedan afectar la salud de la población colombiana, con el fin de orientar las políticas y la planificación en salud pública, tomar las decisiones para la prevención y control de enfermedades y factores de riesgo en salud, optimizar el seguimiento y evaluación de las intervenciones, racionalizar y optimizar los recursos disponibles, y lograr la efectividad de las acciones en esta materia, propendiendo por la protección de la salud individual y colectiva (79) (**Tabla 7**).

Tabla 7. Características del Sistema de Vigilancia epidemiológica en Salud Pública –SIVIGILA

Objetivo	Información de eventos de interés en salud pública
Población	Eventos de interés de los 10 municipios del área metropolitana
Unidad de medida	Evento notificado (Enfermedad respiratoria (ERA IRA)
Componente	Ficha individual de notificación





Unidad de análisis	Dato de notificación de ERA e IRA
Cobertura	10 municipios área metropolitana en la Unidad Primaria Generadora del Dato

En los eventos de notificación u objeto de vigilancia intervienen las IPS y las EPS como Unidades Informadoras (UI) y Unidades Primarias Generadoras del Dato (UPGD). Estas realizan procesos de notificación, captación y análisis. La Unidad Notificadora Municipal (UNM), realiza el proceso de recepción de la notificación, administra y realiza la investigación epidemiológica de campo, analiza la información y la notifica.

Con estos procesos intervienen las Unidades Notificadoras Departamentales y Distritales (UND), las cuales reciben, gerencian, investigan, analizan y notifican; ésta información es enviada al Instituto Nacional de Salud (INS), quien cumple funciones de operación, divulgación, análisis, supervisión, retroalimentación y gestión del sistema de salud pública, a través de la generación y actualización de los protocolos.

Por medio de un módulo de enlace, esta información es actualizada en el SISPRO; en esta fase el Ministerio de Salud y Protección Social, realiza los procesos de dirección, coordinación, reglamentación y análisis; la información según las características y el proceso de atención (Notificación inmediata), se oficializa a la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y a la Organización Mundial de la Salud (OMS)(79).

2.3.2 Mortalidad

La mortalidad es un término demográfico que designa el número de defunciones ocurridas en una población, en un tiempo y lugar determinados. Es un indicador particularmente sensible del estado de salud, por lo tanto, permite valorar la situación de salud de las poblaciones y junto con los indicadores de morbilidad permite apoyar la planeación y gestión de políticas públicas. La estructura y dinámica de la defunción se asocia con diversos factores como pueden ser los demográficos, biológicos, económicos, sociales, culturales, entre otros. La utilización de éste indicador para fines analíticos en epidemiología y el diseño de políticas permite una visión del estado de salud de una población(82).

La fuente de información de dicho indicador se relaciona con el certificado de defunción, éste es un documento destinado a acreditar la "defunción de todo individuo nacido vivo o nacido muerto, según el caso". Es un registro que contiene datos de identificación; también, según la edad, clasifica las defunciones en fetales y no fetales, así como aspectos relacionados con la mujer en edad fértil, la defunción de una materna, o muerte violenta, datos de las causas de defunción utilizados en las estadísticas vitales y de quien certifica la defunción (82).





En Colombia el Sistema de Registro Civil y Estadísticas Vitales, está orientado a recoger información sobre la defunción. Dentro de este sistema se identifican dos subsistemas, el de registro civil y el de estadísticas vitales (83,84). El primero es una institución pública cuyo objetivo es registrar y almacenar información sobre el acaecimiento de hechos vitales y sus características con fines jurídicos, administrativos y de otra índole; y el segundo, es un proceso que acopia información de los hechos vitales, las características pertinentes a los propios sucesos, para luego compilar, sistematizar, analizar, evaluar, presentar y difundir dichos datos. Los registros vitales de la defunción, son estadísticas continuas que recogen información sobre defunciones fetales y no fetales. Estos registros permiten contar con información que revela los cambios ocurridos en los niveles de mortalidad, proporcionando una visión dinámica de la población, como complemento al enfoque estático que proveen los censos (82).

El hecho vital de la defunción reviste interés por el enfoque de las acciones en salud, dado que se enfoca en mitigar su impacto en la población. El propósito de las estadísticas de mortalidad, es establecer el registro sistemático, así como el análisis, interpretación y comparación de los datos de mortalidad.

a. Registro único de afiliados-RUAF Módulo Nacimientos Defunciones y Registros del DANE.

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) central descarga diariamente, del módulo de nacimientos y defunciones del Registro Único de Afiliados al Sistema de la Protección Social-Nacimientos y Defunciones (RUAF-ND), la base de datos con la información de los nacimientos y defunciones certificados en línea (82).

En su portal de internet, el DANE pone a disposición del público el Archivo Nacional de Datos (ANDA), un catálogo donde los usuarios pueden explorar, buscar, comparar, solicitar acceso y descargar información relacionada con censos, encuestas por muestreo y uso estadístico de registros administrativos. El ANDA contiene metadatos de operaciones estadísticas que producen el DANE y otras entidades del Sistema Estadístico Nacional (SEN). Asimismo, algunos de los archivos tienen disponibles micro datos de acceso público entre ellas las provenientes de las estadísticas vitales (81).

El Sistema Integral de Información de la Protección Social "SISPRO", es una bodega de datos gestionada por el Ministerio de Salud y Protección Social el cual integra la información de una herramienta informática que permite al usuario obtener, procesar y consolidar la información de aseguramiento, financiamiento, oferta, demanda y uso de servicios; es de libre acceso en la página del Ministerio de Salud, siempre que se disponga de la respectiva clave de acceso (85).

Para el estudio se utilizaron los datos publicados en el cubo de estadísticas vitales del SISPRO, constituidos por los registros diarios de defunciones ocurridas en cada uno de los municipios del AMVA en el periodo 2008-2015.





2.4 Estrategia de la Información

2.4.1 Procesamiento de los datos (Extracción, Transformación y Carga)

a. Normalización de los datos

El referente adoptado para efectuar el proceso de normalización y minería de datos, fue la Metodología Cross Industry Standard Process for Data Mining "CRISP-DM"(86). Esta metodología provee una vista general al ciclo de vida de los proyectos de minería de datos y describe las fases del mismo, sus tareas y relaciones. Las relaciones existentes entre tareas están definidas por los objetivos, el contexto y el interés sobre los datos que posea el proyecto. El ciclo de vida de un proyecto de minería de datos supone seis fases que se ilustran en la **Figura 2**.

La secuencia de dichas fases no es rígida, por la naturaleza del proyecto fue necesario realizar movimientos hacia adelante y atrás en las diferentes fases. Las flechas indican las dependencias más importantes y frecuentes entre las fases. El ciclo comenzó con la fase de comprensión del proyecto (*Business Understanding*), la cual sugirió la comprensión de los objetivos y requerimientos desde una perspectiva de proyecto y convirtió dicho conocimiento en la definición y diseño preliminar de un problema de minería de datos para conseguir los objetivos(86).

Principalmente, en el estudio se efectuaron las tareas de las fases de comprensión (*Data understanding*) y preparación de los datos (*Data preparation*)(86). La primera, relacionada con la recolección de los datos e identificación de problemas de calidad; la segunda con la transformación, limpieza e integración de los mismos. Dichos procedimientos fueron realizados bajo técnicas específicas de extracción, transformación (limpieza) y carga (ETL) (87).

Fuente: Chapman P. et al. CRISP-DM -Cross-Industry Standard Process for Data Mining- 1.0 Step-by-step data mining guide. 2010





Figura 2. Fases del modelo CRISP-DM

2.4.2 Estructuración de los datos

El proceso de estructuración de los datos integró el primer paso hacia la consolidación de la base de datos relacional, denominado proceso de extracción(87). Este consistió en la extracción de los datos desde los diferentes sistemas de origen o registro; dado que estos utilizaron diferentes formatos, una de las actividades desarrolladas durante la extracción fue su conversión a un formato óptimo para iniciar el proceso de transformación (**Figura 3**).



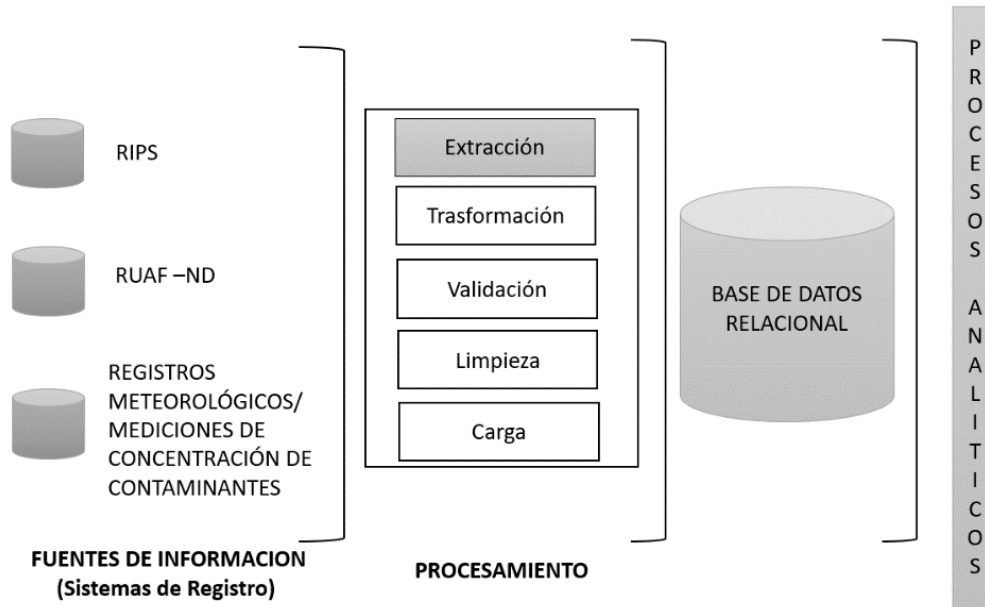


Figura 3. Procesamiento de los datos en su fase de Extracción. Proceso ETL

En el caso de los datos relacionados con la morbilidad (RIPS), fueron transferidos al estudio conforme a la mayoría de las especificaciones técnicas estipuladas por la Resolución 3374 del 2000 (79), a excepción de su formato. Sin embargo, fueron proporcionados en formato no estructurado o de archivo reporte (Crystal Reports File/.rpt). Dado que los datos fueron proporcionados en formato de reporte, fue necesario realizar su estructuración para su posterior tratamiento en los procedimientos analíticos subsecuentes. Básicamente, la estructuración consistió en la conversión de los archivos a un formato tal que pudiesen ser procesados en cualquier gestor de bases de datos, es decir, separar su contenido utilizando cualquier signo delimitador (coma (,) o punto y coma (;) (**Figura 4**).

AN2009: Bloc de notas

Remision	Origen_Rips	Cod_EAS	Num_Factura	Cod_IPS	Tipo_Documento_Madre
050790407701003010	I	NULL	3010	050790407701	MS
050790407701003010	I	NULL	3010	050790407701	MS
050790407701002942	I	NULL	2942	050790407701	MS
050790407701002942	I	NULL	2942	050790407701	MS
050790407701002952	I	NULL	2952	050790407701	MS
050790407701002952	I	NULL	2952	050790407701	MS
050790407701002993	I	NULL	2993	050790407701	MS
050790407701002897	I	NULL	2897	050790407701	MS
050790407701002954	I	NULL	2954	050790407701	MS
050790407701003004	I	NULL	3004	050790407701	MS
0507904077002826	I	NULL	2826	050790407701	MS

(11 filas afectadas)

Datos no estructurados





Datos estructurados

```
AN2009: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
remision;origen_rips;cod_eas;num_factura;cod_ips;tipo_documento_madre;num_documento_madre;fecha_nacimiento;hora_nacimiento;ed
50790407701003000;I;NULL;3010;50790407701;MS;11284141801;00:00.0;50:00.0;34;2;M;2600;Z370;;NULL;NULL;54:03.7;USUARIO;0;G;NULL
50790407701003000;I;NULL;3010;50790407701;MS;393599931;00:00.0;20:00.0;38;1;F;3000;Z370;;NULL;NULL;54:04.0;USUARIO;0;G;NULL
50790407701002900;I;NULL;2942;50790407701;MS;392111401;00:00.0;30:00.0;40;1;M;2750;Z370;;NULL;NULL;59:21.4;USUARIO;0;G;NULL
50790407701002900;I;NULL;2942;50790407701;MS;392155671;00:00.0;40:00.0;40;1;M;4200;Z370;;NULL;NULL;59:21.6;USUARIO;0;G;NULL
50790407701002900;I;NULL;2952;50790407701;MS;392126721;00:00.0;50:00.0;40;1;F;3200;Z370;;NULL;NULL;05:15.0;USUARIO;0;G;NULL
50790407701002900;I;NULL;2952;50790407701;MS;218157101;00:00.0;30:00.0;38;1;M;3600;Z370;;NULL;NULL;05:15.4;USUARIO;0;G;NULL
50790407701002900;I;NULL;2993;50790407701;MS;191859691;00:00.0;15:00.0;36;2;F;2100;Z370;;NULL;NULL;35:53.8;USUARIO;0;G;NULL
50790407701002800;I;NULL;2897;50790407701;MS;392108461;00:00.0;15:00.0;39;1;F;3400;Z370;;NULL;NULL;18:06.7;USUARIO;0;G;NULL
50790407701002900;I;NULL;2954;50790407701;MS;392105641;00:00.0;30:00.0;40;1;M;4200;Z370;;NULL;NULL;19:12.1;USUARIO;0;G;NULL
50790407701003000;I;NULL;3004;50790407701;MS;10352249741;00:00.0;20:00.0;38;1;F;2650;Z370;;NULL;NULL;19:04.4;USUARIO;0;G;NULL
507904077002826;I;NULL;2826;50790407701;MS;438256701;00:00.0;10:00.0;38;1;M;3900;Z370;;NULL;NULL;45:24.5;USUARIO;0;G;NULL
```

Figura 4. Ejemplo de estructuración de archivos RIPS para tratamiento en software de aplicación

Para el componente de mortalidad, la gestión de los datos se basó en una consulta OLAP (procesamiento analítico en línea / On-Line Analytical Processing). Ésta, es una solución utilizada en los sistemas de información que corresponde al campo denominado inteligencia de negocios (o Business Intelligence), cuyo objetivo es agilizar la consulta de grandes cantidades de datos. En un modelo de datos OLAP la información es visualizada como un cubo, el cual se compone de categorías descriptivas (dimensiones) y los valores cuantitativos (medidas). Este modelo de datos multidimensional simplifica a los usuarios formular consultas complejas, arreglar datos en un reporte, cambiar de datos resumidos a uno más detallado, o filtrar los datos en conjuntos significativos(88).

Así, fueron descargados del cubo de estadísticas vitales del SISPRO, los registros diarios de defunciones por eventos centinela de mortalidad (descritos en la sección anterior), ocurridas en los diez municipios del AMVA considerando las siguientes variables: fecha de defunción (día), sexo y edad del difunto, municipio de residencia y causa básica de muerte.

a. Consideraciones en la valoración de la calidad del dato

Los datos se constituyen en un conjunto discreto de factores objetivos sobre un hecho real; éstos hacen referencia a los registros primarios de los cuales se generan y se usan en la operación de los procesos. Son importantes para las organizaciones, dado que constituyen la base para la creación de información. A su vez, son fuente de información para la práctica médico asistencial diaria, de interés en los campos docente, investigación científica, jurídico legal, epidemiológica, de evaluación y gestión de la calidad asistencial, de los recursos sanitarios y como fondo histórico-documental(5,89).

Los datos deben manejarse en forma efectiva, oportuna, actualizada, organizada, exacta y clara; por ello las normas que rigen los contenidos de la historia clínica y demás registros de morbilidad y mortalidad del





país aparte de detallar los atributos que se deben incluir, aducen procesos informáticos como la validación y organización, administración y transferencia de los datos; la disposición de la información, la estructura y flujo de ellos. Igualmente, estandariza las formas de registro manual y automatizado para garantizar su confiabilidad y validez.

Por tanto, valorar la calidad de los datos con que se realizan los ejercicios investigativos es una tarea imperante que se debe realizar previamente antes de efectuar cualquier análisis particular. Se ha considerado a la calidad de los datos como un concepto subjetivo, dado que depende en gran proporción del criterio del analista y del uso que se les dará. No obstante, algunas aproximaciones a su definición sugieren que este concepto está relacionado, principalmente, con las propiedades o características del dato que le permiten ser pieza clave para alcanzar un objetivo particular (90).

Entre las principales dimensiones que caracterizan la calidad del dato, se describen:

- Exactitud: el dato mide el grado en que la información refleja lo que está pasando.
- Totalidad: refleja el grado en que las bases de datos cuentan con toda la información crítica.
- Oportunidad: mide la disponibilidad de la información requerida para tomar una decisión.
- Relevancia: expresa la utilidad de la información para la persona a la que se le proporciona.
- Consistencia: la información deber ser la misma en cada uno de los usos que se le dé.





El proceso de valoración de la calidad de los datos, constituyó el penúltimo paso previo a la consolidación

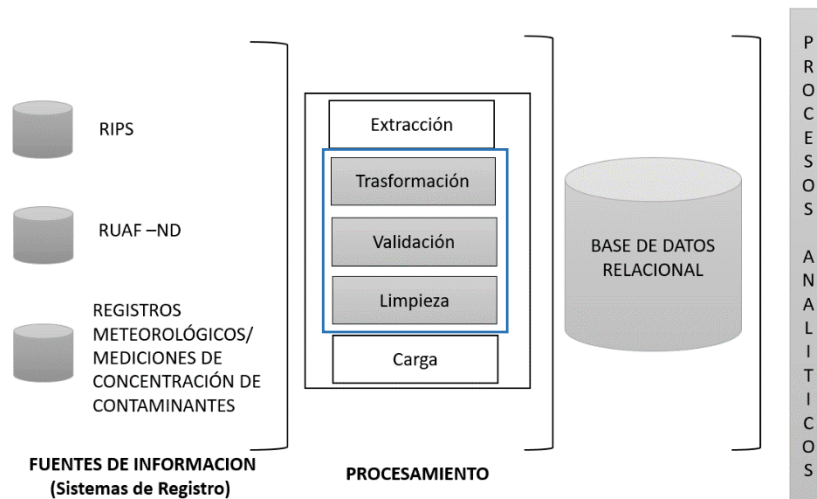


Figura 5. Procesamiento de los datos en su fase de Transformación. Proceso ETL

de la base de datos relacional, donde se integraron los datos de diferentes sistemas de registro utilizados en el estudio. Así, luego de efectuar las tareas relacionadas con el proceso de extracción, se ejecutaron aquellas relacionadas con la transformación (incluyendo la validación y limpieza) de los datos tal como se observa en la **Figura 5** (87).

b. Calidad de los datos de Morbilidad

Para valorar el criterio de totalidad en RIPS suministrados al estudio se cotejaron los registros recibidos de la Secretaria Seccional de Salud y Protección Social del Departamento de Antioquia, y los reportes disponibles en la bodega de datos del SISPRO, particularmente al cubo de datos de prestación de servicios de salud. El acceso a dicha bodega fue libre y solo se requirió el uso del usuario y contraseña designado al grupo de sistemas de información en salud de la Universidad de Antioquia, el cual hizo parte del estudio(90).

Con el fin de valorar los criterios de calidad, fiabilidad y contenido en los datos RIPS, se calcularon algunos indicadores que permitieron operacionalizar cada dimensión(89). En el caso de la dimensión de fiabilidad, se calculó para cada municipio y tipo de archivo (o de servicio: consulta externa, hospitalización y urgencias) de la base de datos, el indicador de duplicidad el cual está expresado como la relación entre el número de registros con al menos un duplicado y el total de registros. Se consideró como registros duplicados aquellos que reflejaban exactamente los mismos datos sobre una misma atención. Además, se calculó el indicador de completitud para cada tipo de archivo, entendido como la relación entre el número de atributos con totalidad de datos y el total de atributos.





En lo concerniente a la dimensión contenido, se calculó en primera instancia, para cada atributo de cada tipo de archivo, el indicador de consistencia. Su cálculo se limitó a aquellos atributos de obligatoria respuesta y cuyos datos estaban delimitados a un listado de opciones. No se consideraron atributos con respuesta abierta u opcional. Este indicador representa la relación entre el número de registros con datos consistentes y el total de datos válidos.

Finalmente, se calculó el indicador de no respuesta, entendido como la relación entre los datos con no respuesta o vacíos en cada atributo y el total de datos esperados para cada atributo. Dicho indicador fue calculado únicamente para aquellos archivos que presentaron porcentajes de completitud menores al cien por ciento.

c. Calidad de los datos de Mortalidad

Se realizó el ajuste por sub-registro a las muertes ocurridas por eventos centinela en los municipios del AMVA durante el periodo de estudio, utilizando el método de Preston-Coale; esta técnica estima el sub-registro con base en las defunciones de un año y en la tasa de crecimiento poblacional. El método asume que la población es estable, es decir, la mortalidad y la fecundidad son constantes y no ha dado migración. Este método estima la cobertura relativa del sub-registro a través de la comparación del total de defunciones registradas y el número total estimado de defunciones en un futuro para los grupos quinquenales de edad y sexo(91).

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional se utilizaron las proyecciones de población del DANE para cada municipio que constituye el Área Metropolitana del Valle de Aburrá 2008-15. El método requirió la estructuración de las defunciones según distribución por sexo y grupos quinquenales de edad para cada municipio, en función de la causa básica de muerte. En otras palabras, la estimación del sub-registro se efectuó para cada combinación de año de defunción, municipio, evento centinela, sexo y edad.

El proceso de ajuste se realizó con la siguiente secuencia: se dispuso de la distribución de la población del municipio en particular para el año inicial (2008) y final (2015) del periodo estudiado, según grupos quinquenales de edad y sexo. Así, se procedió a calcular el Factor de Preston para cada sexo por grupos de edad quinquenal, para esto se aplicó el logaritmo natural de la población final y se restó el logaritmo natural de la población inicial, lo cual se divide en el número de años que forman el periodo de estudio (p.e.: $[(LN(2014) - LN(2008)) / 7 \text{ años}]$). Luego, para cada año se calculó el sub-registro de la mortalidad por sexo y grupos etarios (es necesario estructurar las muertes según grupos etarios y sexo, identificando aquellas muertes sin información de sexo o edad, para su distribución proporcional posterior).





Una vez fue identificado el sub-registro en la mortalidad por año, evento centinela y sexo, se procedió a realizar el ajuste de la mortalidad por evento centinela a estudiar, teniendo en cuenta la cantidad de muertes generales observadas por año que se ajustaron inicialmente por el método de distribución proporcional, la diferencia de muertes estimadas con Preston y las registradas.

d. Identificación de casos de eventos centinela de Morbilidad

Luego de efectuar el proceso de transformación, validación y limpieza de los datos RIPS, y considerando la caracterización de los eventos centinela de morbilidad definidos previamente, se efectuó la identificación de casos observados de eventos centinela durante el periodo 2008-15 en los municipios del AMVA. La variable utilizada (código CIE10) para identificar cada caso en el archivo (servicio) de consulta externa fue "diagnóstico principal", "diagnóstico principal de egreso" en hospitalización y "diagnóstico de salida" en urgencias. Los eventos centinela fueron distinguidos en (a) eventos centinela relacionados con enfermedades respiratorias agudas y (b) enfermedades circulatorias y otras enfermedades, cada categoría supuso un procedimiento particular a la hora de la identificación de los casos.

Como unidad de análisis se consideró cada individuo, identificado con el tipo y número de identificación personal. Dado que el principio ineludible para la selección de los casos fue la identificación de cada persona y su seguimiento durante el periodo de estudio (2008-15), no se consideraron los casos que estaban asociados a registros de atenciones cuyo tipo de documento era MS (menor sin identificación) o AS (adulto sin identificación).

Otro de los criterios a tener en cuenta a la hora de la identificación de los casos está relacionado con las remisiones que se realizan entre los servicios de atención, es decir, considerar que un paciente puede ser atendido en los tres servicios (consulta externa, urgencias y hospitalización) durante una misma consulta. Dado que el sistema de registro está configurado para guardar datos de todos los servicios recibidos por un paciente, fue necesario considerar la trazabilidad existente durante el proceso de atención para evitar la sobre-estimación de los casos. Así, para efectos del estudio se definieron cuatro reglas para la selección de un caso específico, en situaciones donde éste hubiese recibido atención en más de un servicio; la selección se fundamentó principalmente en el grado de rigurosidad en la definición del diagnóstico que poseen los servicios:

- Paciente cuyos registros evidenciaban haber recibido atención en los tres servicios (consulta externa, urgencias y hospitalización), se le consideró como un caso observado en el servicio de Hospitalización.





- Paciente cuyos registros evidenciaban haber recibido atención en los servicios de consulta externa y hospitalización, se le consideró como un caso observado en el servicio de hospitalización.
- Paciente cuyos registros evidenciaban haber recibido atención en los servicios de consulta externa y urgencias, se le consideró como un caso observado en el servicio de consulta externa.
- Paciente cuyos registros evidenciaban tener atención en los servicios de urgencias y hospitalización, se le consideró como un caso observado en el servicio de hospitalización.





e. Eventos centinela relacionados con enfermedades respiratorias agudas

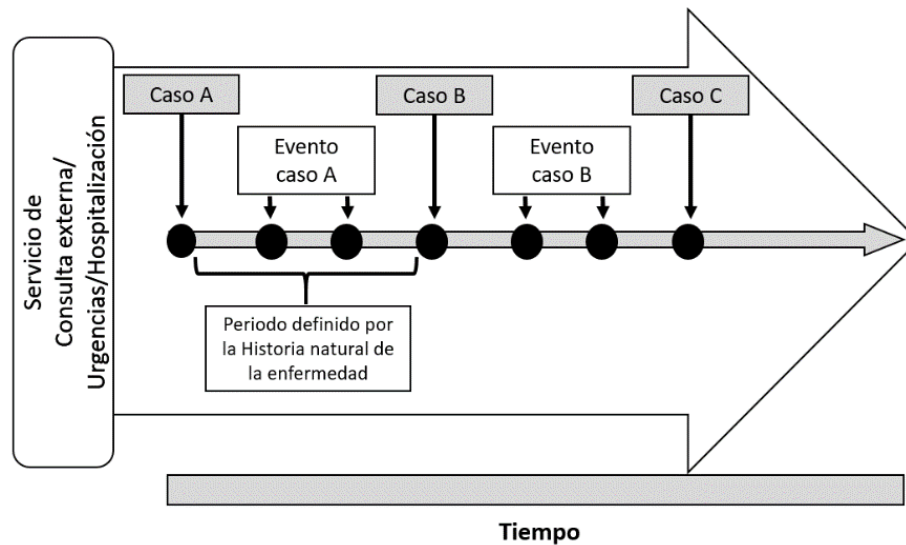


Figura 6. Proceso de identificación de casos y eventos, de eventos centinela agudos de morbilidad

Los grupos de eventos centinela que configuran esta categoría fueron los relacionados con las enfermedades del oído medio y de la mastoides (H65–H75), infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (J00–J06), influenza [gripe] y neumonía (J09–J18), y otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20–J22). Dada la naturaleza aguda de estos eventos, fue necesario realizar la distinción entre “caso” y “evento” de un evento centinela en particular. Considerando como momento cero del estudio el día 1 de Enero de 2008, y asumiendo como ventana temporal de análisis, aquella definida por los periodos de transmisibilidad de cada evento centinela, se definió como “caso” al primer registro observado asociado a un individuo (unidad de análisis) y como “evento”, a todos los registros observados posteriores cuya fecha de ocurrencia estuviese dentro del periodo de transmisibilidad (Periodo definido considerando la historia natural de la enfermedad, expresado en días). Así, cada nuevo registro que se observe al finalizar dicho periodo, hará parte un nuevo caso. La línea interpretativa supone entonces que un caso de un evento centinela en particular puede o no poseer uno o más “eventos” asociados (**Figura 6**).

f. Eventos centinela de enfermedades circulatorias y otras enfermedades

Los grupos de eventos centinela que configuraron esta categoría fueron los relacionados con las enfermedades isquémicas del corazón (I20–I25), enfermedades cerebrovasculares (I60–I69), otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30–J39), enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40–J47), enfermedades del pulmón debidas a agentes externos (J60–J70), atención materna





relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto (O30–O48),

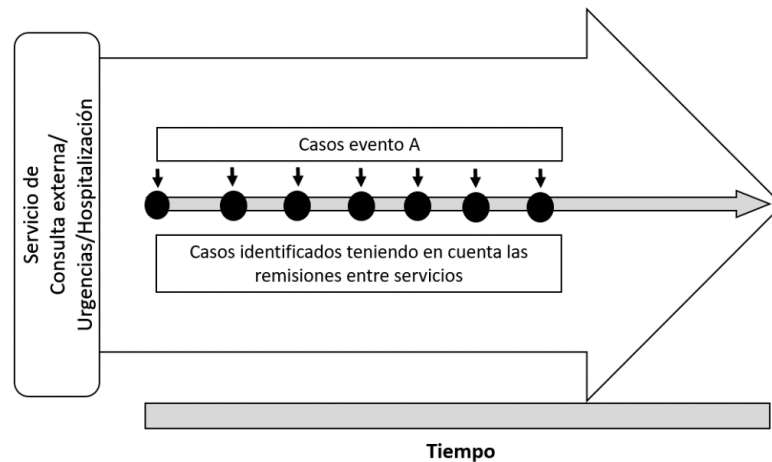


Figura 7. Proceso de identificación de casos y eventos para eventos centinela de enfermedades circulatorias y otras enfermedades

complicaciones del trabajo de parto y del parto (O60–O75), trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal (P05–P08) y otros trastornos originados en el período perinatal (P90–P96). La identificación de los casos de estos eventos partió de la identificación de cada individuo y la aplicación de las reglas de selección de casos descritas anteriormente. Básicamente, fueron identificados como casos todas las atenciones que cada individuo tuvo para un evento centinela específico durante todo el periodo de estudio (**Figura 7**).

2.5 Análisis de la información

En el presente estudio, se realizó un análisis observacional descriptivo para los componentes de morbilidad y mortalidad por municipio y el Área Metropolitana en su conjunto, cuya unidad de análisis fue el conglomerado de individuos de cada municipio que fallecieron o demandaron asistencia médica por enfermedades relacionadas con los eventos centinela.

2.5.1 Morbilidad

Se realizó la descripción de la morbilidad por eventos centinela para el total del AMVA y cada municipio que la conforma. El nivel máximo de desagregación del análisis de la morbilidad fueron los grupos de eventos centinela configurados a partir de las categorías descritas en la CIE10 (**Tabla 8**).







Tabla 8. Grupos de eventos centinela de morbilidad agrupados según capítulo y grupo de enfermedad CIE10 definidos para análisis descriptivo

Capítulo*	Grupo	Descripción
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides
IX	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores
X	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía
X	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores
X	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores
X	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores
X	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto
XV	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto
XVI	P05–P08	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal
XVI	P90–P96	Otros trastornos originados en el período perinatal

*VIII: Enfermedades del oído y de la apófisis mastoides; IX: Enfermedades del sistema circulatorio; X: Enfermedades del sistema respiratorio; XV: Embarazo, parto y puerperio; XVI: Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal.

Inicialmente, se calculó el peso de la morbilidad por eventos centinela sobre el total de la morbilidad en cada territorio para el periodo 2008-15. Posteriormente, se efectuó la caracterización de los eventos y casos de eventos centinela identificados, en función de los servicios de atención (consulta externa, hospitalización y urgencias), el sexo y la edad; así mismo, se calcularon frecuencias y porcentajes para las variables categóricas y medidas de tendencia central en el caso de las variables cuantitativas.

2.5.2 Mortalidad

Se realizó la descripción de las defunciones por eventos centinela para el total del Área Metropolitana y cada municipio, la cual, incluyó la caracterización de las muertes según año de defunción, grupo de evento centinela, sexo y grupo quinquenal de edad; así mismo se calcularon frecuencias y porcentajes para las variables categóricas.

Para efectos del análisis y dada la baja frecuencia de algunos eventos centinela en varios municipios se realizó la agrupación de las defunciones según los capítulos definidos en la CIE10, fundamentalmente en dos grupos, enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo IX) y respiratorio (Capítulo X) (**Tabla 9**).





Tabla 9. Grupos de Eventos centinela para análisis de defunciones y mortalidad agrupados, según capítulo CIE10.

Capítulo	Grupos de eventos centinela
Enfermedades del Sistema Circulatorio (IX)	Enfermedades Isquémicas del corazón (I20-I25)
	Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)
	Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)
	Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)
	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)
Enfermedades del sistema respiratorio (X)	Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)
	Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)
	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)
	Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)
	Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	

a. Análisis de tasas ajustadas de mortalidad

A partir de la base de datos de mortalidad por eventos centinela en los municipios del AMVA ocurridos durante el periodo 2008-2015, se efectuó el cálculo de las tasas específicas y brutas de mortalidad utilizando la población a mitad de periodo de cada municipio en cada año, éstas fueron calculadas para los eventos agrupados según los capítulos definidos en la CIE10 (capítulos IX-X); así mismo, se realizó el ajuste por edad y sexo de las tasas brutas de mortalidad anuales utilizando el método de ajuste directo.

Para la determinación de las tasas de mortalidad ajustadas, el método utilizado supone el cálculo de la tasa que se esperaría encontrar en las poblaciones estudiadas si todas tuvieran igual composición según la variable (edad), cuyo efecto se espera ajustar(92). Para llevar a cabo el ajuste se utilizó la población colombiana a mitad de periodo para cada, así, se generaron tasas ajustadas para cada municipio, según los dos grupos de eventos centinela y sexo (Hombres, Mujeres y Población total).

b. Calculo de Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP)

Consideraciones metodológicas

Durante años, diferentes indicadores han permitido la medición del impacto generado por el amplio grupo de enfermedades y lesiones que pueden repercutir desfavorablemente en la salud de las





poblaciones, entre ellos se encuentran los Años de Vida Potencialmente Perdidos (APVP) que surgieron como un complemento a los indicadores tradicionales de mortalidad (93).

El concepto de APVP ha sido empleado desde 1947 e impulsado desde 1950 por Haenszel, quien hizo notoria la limitación que presentan las tasas de mortalidad tradicionales para proporcionar el valor que debería tener la mortalidad que se presenta en las edades centrales (jóvenes) (94). Dicho indicador, facilita evaluar la importancia que tienen las diferentes causas de muerte desde su magnitud y temporalidad, permite conocer el estado de salud de las comunidades, acoger estrategias en pro del mejoramiento y calidad de los niveles de atención e identificar las prioridades para la asignación de los recursos disponibles en el sector(93,94). Así mismo, los APVP han sido usados como soporte metodológico en la evaluación de la mortalidad evitable, dado que estiman la media de años que una persona habría vivido si no hubiera muerto antes de lo esperado, por ello, mientras más temprano se da la muerte, mayor es la vida que se pierde(95).

La métrica de APVP, se usó en esta investigación para estimar la carga de la mortalidad por eventos relacionados con la contaminación del aire en el AMVA durante el periodo 2008-2015, teóricamente se obtiene sumando los productos del número de muertes de cada edad por la diferencia entre esa edad y una edad límite que Dempsey propuso fuera la esperanza de vida al nacer de la población, debido a que es un referente que permite comparar y hacer seguimiento al cambio de la mortalidad que se presenta en una determinada población como consecuencia de ciertas causas específicas. Es necesario tener en cuenta que las muertes que suceden en edades mayores al límite seleccionado no aportan a la estimación de los APVP, y aunque las causas de mortalidad infantil tienden a presentar un peso importante en los APVP se recomienda incluir todos los grupos de edad, incluyendo los 0 años de edad (96,97).

Procedimiento de cálculo de los APVP

Se efectuó la construcción del indicador de APVP por eventos relacionados con la contaminación del aire en el AMVA, tomando como referencia las defunciones por eventos centinela registradas en el SISPRO (cuya frecuencia fue ajustada por sub-registro por el método de Preston-Coale, presentado en los anteriores apartados); así, la unidad de análisis fue cada defunción con causa básica de muerte asociada a eventos centinela.

Para el cálculo de los APVP, se tomó como población de referencia los habitantes de los diez municipios del AMVA durante todo el periodo de estudio (2008-2015); así como la proyección anual del DANE frente a la esperanza de vida al nacer en Colombia del periodo 2008-2013 para los eventos sucedidos en el año 2008, y para el resto de las defunciones, se usó como valor de referencia la proyección 2009-2015.

Tanto la base de datos de mortalidad cruda como la ajustada por el sub-registro fueron revisadas en detalle, comparando cifras y completitud de datos necesarios para el cálculo de los APVP. En el caso de los registros ajustados por sub-registro, se realizó una validación manual del proceso seguido para realizar dicha corrección (métodos empleados: la distribución proporcional de la OPS y el método de Preston y





Coale), empleando como ejemplo los eventos de Medellín en el año 2008 por la causa J459 y el grupo J45 (Asma).

El procedimiento empleado para la preparación de los denominadores a emplear en el análisis, para todo el periodo de estudio, se realizó utilizando las proyecciones de población 2008-2015 del DANE para cada municipio, siguiendo las siguientes consideraciones:

- Para la población 2008-2015 para cada municipio se contempló la mediana de la población para cada grupo de edad por sexo. Ej. Población de Medellín de todo el periodo (2008-2015) fue igual a la mediana de las poblaciones de Medellín por año → Medellín 2008-2015 = mediana (Medellín 2008, Medellín 2009..., Medellín 2015).
- Para la población por año de toda el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se consideró la sumatoria por grupo de edad y sexo de las poblaciones de los 10 municipios que la componen, ej. Población AMVA 2008= población Medellín 2008+ población Bello 2008+...
- Para la población 2008-2015 de toda el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se tuvo en cuenta la mediana de las poblaciones AMVA por año. Ej. AMVA 2008-2015= mediana (AMVA2008, AMVA 2009, ... ,AMVA 2015). Es de anotar, que la población de AMVA por año se obtuvo de la sumatoria de los totales de los 10 municipios que la conforman.

Además, para dar cumplimiento con el análisis planteado fue necesario crear las siguientes variables en la base de datos de mortalidad ajustada por sub-registro:

- **X_i** : es la marca de clase que indica el punto medio que representa a cada intervalo de edad para el cálculo del indicador. Este se calculó dividiendo en 2 la sumatoria de los límites superior e inferior del grupo de edad.
- **EVN 2009-2015**: indica la esperanza de vida al nacer que corresponde a cada registro de defunción según el sexo y el año en el que ocurrió.
- **EVN- X_i 2008-2015**: es la diferencia entre la esperanza de vida al nacer y la edad que representa al grupo etario. Indica la pérdida de años de vida por individuo; siempre y cuando la marca de clase no sea superior a la esperanza de vida definida.
- **APVP 2008-2015**: es la multiplicación de los APVP individuales por el número de defunciones.





Para el cálculo de los años de vida perdidos por muerte prematura se utilizó el método de los Años de Vida Potenciales Perdidos (APVP), considerando como límite potencial para la vida la proyección anual de la esperanza de vida al nacer en Colombia durante el periodo 2008-2013 (Hombres=70,70 años y Mujeres=76,78 años) para los eventos sucedidos en el año 2008, y para el resto de las defunciones, se usó como valor de referencia la proyección 2009-2015 (Hombres= 70,83 años y Mujeres= 76,94 años). Es de anotar que, según los criterios del método, las personas que fallecen después de estos límites de edad no contabilizan para el indicador.

Además, para calcular los APVP se tuvo en cuenta grupos quinquenales de edad que permitieron que el cálculo fuera más preciso, por ello se empleó la marca de clase para comparar la esperanza de vida al nacer (EVN) en cada grupo etario, obteniéndose los APVP de multiplicar el número de defunciones (por grupo de edad) con la diferencia entre la EVN y la marca de clase; este proceso se llevó a cabo para calcular los APVP por cada una de las características de interés. De igual modo, se ajustó por la estructura de la edad a través de la tasa de años potenciales de vida perdidos (IAPVP).

La estructuración de resultados consideró la siguiente secuencia:

- Inicialmente se realizó la presentación de los resultados para cada año por municipio. Teniendo en cuenta la distribución de los APVP, porcentaje y tasa de APVP por grupo de edad y sexo, por capítulo (enfermedad del sistema circulatorio y enfermedades del sistema respiratorio) según grupo de edad y sexo, por subgrupo de eventos centinela y sexo, y para cada grupo de edad la distribución de los APVP según los 11 subgrupos de eventos centinela.
- Seguidamente se estructuraron los resultados generales del periodo para cada municipio. Para ello se hizo: la distribución de las muertes y tasa de mortalidad por sexo para cada año, la distribución porcentual y tasas de los APVP por sexo y año, por capítulo de enfermedades (enfermedad del sistema circulatorio y enfermedades del sistema respiratorio) por año, sexo y grupo de edad, y se presentó la distribución de los APVP (frecuencia absoluta, relativa y tasa) por subgrupos de causas.
- Finalmente, se organizaron los resultados de mortalidad y APVP del AMVA para el periodo 2008-2015, por año según sexo, grupo de causas, grupos de edad, subgrupos de causas y municipio. Los resultados se presentaron en tablas y gráficas de líneas y barras, considerando frecuencias absolutas, relativas y tasas por 100.000 habitantes.
- Cabe resaltar que las tasas globales de mortalidad y APVP para cada municipio fueron ajustadas por método directo, teniendo como población de referencia la mediana de las proyecciones





anuales 2008-2015 de Antioquia. El cálculo de las muertes y APVP esperados se estimó multiplicando la población estándar por la tasa calculada, dividido por una constante de 100.000.

Para la distribución de las tasas de mortalidad y APVP por municipio, se realizaron mapas temáticos desde el programa ArcGis. Para ello, se tuvo en cuenta la agrupación de las tasas en 5 rangos que se definieron de acuerdo al comportamiento de las tasas de todos los municipios, considerando como puntos de corte valores cercanos a los percentiles (20, 40, 60,80...) de las tasas.

Software utilizados

Para el análisis de datos se utilizaron los paquetes estadísticos R versión 3.4.4 y SPSS v 24. La captura y almacenamiento de los datos se realizó en el software gestor de bases de datos pgAdmin 4 v2.1; el procesador de texto fue Microsoft office Word 2015 y las tablas y gráficas fueron editadas en Microsoft office Excel 2015. En la construcción de los mapas se utilizó el software ArcGis v10.3. Los softwares comerciales contaron con licencia para uso general de la Universidad de Antioquia.





2. RESULTADOS

7.3 Morbilidad

Para la construcción de los resultados de morbilidad fue necesario; como primera medida, la realización de un análisis de calidad de los datos respectivos, los contribuyeron a facilitar el análisis descriptivo de la morbilidad por eventos centinela.

El presente apartado presenta la calidad de los datos, seguido de un análisis de la morbilidad para el AMVA en general, para luego definir su comportamiento en cada uno de los municipios de estudio; se destaca, un análisis de la morbilidad por grupos de edad, sexo, distribución de casos y servicios.

3.1.1 Calidad de los datos

En total, para los diez municipios, fueron suministrados 720 archivos en formato de reporte, los cuales contenían información de los diferentes procedimientos y procesos de prestación de servicios de salud. La descripción de los archivos recibidos y el número de registros totales se describe en la **Tabla 10**.

Tabla 10. Número de registros contenidos en archivos RIPS suministrados al proyecto correspondiente a los municipios del AMVA, 2008-2015.

Tipo archivo	Descripción archivo	Número de registros
AC	Consulta	83.014.700
AF	Transacciones	48.614.400
AH	Hospitalización	1.394.120
AM	Medicamentos	73.620.300
AN	Recién nacido	97.417
AP	Procedimientos	158.954.000
AU	Urgencias	2.177.880
US	Usuarios de los servicios de salud	26.837.600





Para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación relacionados con los análisis exploratorios de la morbilidad, se utilizaron los registros disponibles de los archivos RIPS de consulta externa, hospitalización, urgencias y usuario del servicio; los atributos seleccionados de cada archivo para efectuar análisis posteriores son listados en la **Tabla 11**. Para cada tipo de archivo, se consideró como registro duplicado aquel que presentara el dato de cada uno de sus atributos exactamente igual al observado en otro registro.





Tabla 11. Atributos seleccionados para análisis exploratorio de la morbilidad según tipo de archivo, RIPS

Archivo	Atributo	
Usuario	Tipo de documento	Sexo
	Número de documento de identidad	Edad
	Departamento de residencia	Tipo de edad
	Municipio de residencia	Tipo de afiliado
	Tipo de usuario	Zona de residencia
Consulta externa	Tipo de documento	Causa externa
	Número de documento de identidad	Diagnóstico principal
	Fecha de consulta	Tipo de diagnóstico principal
	Finalidad de la consulta	
Hospitalización	Tipo de documento	Fecha de egreso
	Número de documento de identidad	Diagnóstico principal de egreso
	Vía de ingreso	Estado de salida
	Fecha de ingreso	
Urgencias	Tipo de documento	Fecha de salida
	Número de documento de identidad	Destino de salida
	Fecha de ingreso	Estado de salida
	Diagnóstico de salida	

Al comparar la información disponible en la bodega SISPRO⁵ con los datos RIPS suministrados al proyecto por la fuente de información local, se evidenciaron diferencias a nivel general en el número de registros por municipio, servicio y año. La **Tabla 12** permite apreciar el número de registros para cada comparación específica.

⁵ La información disponible en la bodega de datos SISPRO incluye registros disponibles a partir del año 2009.





Tabla 12. Comparación de registros de atenciones realizadas considerando la residencia del paciente según servicio y año. Municipios del AMVA, 2009-2015

Municipio	Año	Servicio					
		Consulta externa		Hospitalización		Urgencias	
		Fuente local	SISPRO	Fuente local	SISPRO	Fuente local	SISPRO
Medellín	2008	866.706	-	50.685	-	21.512	-
	2009	923.251	6.515.155	47.025	128.331	19.498	255.078
	2010	3.259.795	6.109.008	50.303	127.355	18.963	334.053
	2011	3.682.937	7.215.049	82.904	146.092	72.838	340.453
	2012	5.240.489	6.949.669	104.567	150.666	191.764	475.732
	2013	6.481.066	6.509.800	143.085	123.390	272.156	423.567
	2014	12.462.448	8.836.037	208.189	165.582	384.928	543.830
	2015	17.981.286	8.434.335	180.952	125.132	383.934	422.414
Barbosa	2008	56.415	-	1.494	-	191	-
	2009	65.920	28.251	1.418	581	124	584
	2010	74.143	29.690	1.491	583	336	779
	2011	84.250	28.534	1.751	743	561	891
	2012	141.379	28.956	1.175	814	980	1.333
	2013	67.271	41.710	1.478	789	1.059	1.515
	2014	207.044	53.963	2.233	1.023	1.231	2.195
	2015	120.224	57.534	2.069	826	1.298	1.870
Bello	2008	100.145	-	2.689	-	1.808	-
	2009	107.242	433.859	3.745	6.270	1.649	11.430
	2010	215.139	425.989	4.680	6.833	7.914	17.157
	2011	297.843	462.431	7.468	9.096	3.239	14.858
	2012	712.399	418.864	8.561	9.391	20.876	25.471
	2013	613.872	560.648	14.119	7.501	21.633	22.822
	2014	759.959	810.499	22.309	10.936	29.405	30.620
	2015	1.283.763	508.576	20.332	7.730	29.594	22.717
Caldas	2008	10.504	-	582	-	440	-
	2009	126.173	140.372	1.898	1.803	232	2.503
	2010	119.757	110.646	1.446	1.753	119	3.488
	2011	33.826	117.084	1.982	2.237	599	4.376
	2012	136.244	122.174	900	2.218	1.166	5.000
	2013	153.010	128.456	3.344	1.893	2.488	4.263
	2014	309.085	154.417	4.915	2.577	3.229	6.104
	2015	211.644	148.152	3.375	1.800	2.594	4.962
Copacabana	2008	97.459	-	1.103	-	240	-
	2009	86.007	72.805	1.103	1.153	238	2.437
	2010	110.093	70.294	1.195	1.416	637	3.311
	2011	138.766	100.235	1.499	1.750	511	3.808





	2012	238.365	80.390	1.002	1.761	1.952	4.939
	2013	152.309	70.719	2.097	1.388	2.010	4.312
	2014	200.649	95.216	3.108	1.931	2.381	5.703
	2015	209.303	95.215	2.681	1.273	2.349	4.516
Envigado	2008	329.686	-	4.097	-	1.260	-
	2009	48.490	291.213	5.682	5.111	3.921	11.251
	2010	242.203	281.030	4.984	5.065	1.778	14.710
	2011	719.077	305.254	7.789	6.357	3.965	15.323
	2012	181.818	332.191	4.538	6.104	9.795	18.999
	2013	2.102.235	323.931	8.491	4.759	42.459	18.117
	2014	2.025.902	398.235	13.352	6.152	79.188	21.587
	2015	1.840.974	347.814	8.582	4.864	25.439	15.417
Girardota	2008	69.985	-	2.265	-	1.105	-
	2009	57.308	62.450	2.086	794	3.390	2.368
	2010	78.808	55.155	1.622	837	2.622	3.094
	2011	53.246	56.823	976	1.015	808	3.017
	2012	649.417	62.125	585	1.004	3.625	4.096
	2013	463.794	57.626	1.704	895	1.691	3.867
	2014	453.061	72.325	1.829	1.226	1.304	5.337
	2015	390.178	76.167	1.545	846	1.302	4.046
Itagüí	2008	252.776	-	7.167	-	20.650	-
	2009	78.797	330.813	4.878	5.706	5.790	22.751
	2010	240.222	314.424	7.912	5.584	982	26.435
	2011	416.997	393.376	9.881	6.885	19.768	26.559
	2012	865.394	409.386	5.856	7.360	23.964	32.720
	2013	1.023.047	415.954	10.919	6.524	48.284	25.166
	2014	1.478.348	528.784	9.957	8.386	31.243	31.122
	2015	2.176.065	495.389	9.318	6.128	33.848	21.770
La Estrella	2008	37.821	-	892	-	1.690	-
	2009	59.431	51.253	1.045	870	585	2.267
	2010	65.046	41.624	1.152	782	141	2.671
	2011	73.240	57.595	1.544	1.107	2.106	3.134
	2012	195.433	59.024	1.267	1.011	7.701	3.577
	2013	135.898	60.396	1.961	958	5.212	2.552
	2014	184.416	67.703	2.260	1.183	4.001	3.224
	2015	191.945	56.783	2.082	704	4.381	2.111
Sabaneta	2008	55.954	-	740	-	603	-
	2009	40.021	72.031	814	1.297	527	3.252
	2010	70.318	72.698	1.008	1.389	326	4.280
	2011	99.873	92.942	1.375	1.686	1.249	4.719
	2012	67.235	93.719	972	1.796	2.010	5.754





2013	181.767	85.730	1.939	1.415	6.117	4.847
2014	192.851	111.183	2.249	1.799	7.687	6.178
2015	216.033	105.943	2.203	1.345	4.799	4.378

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos RIPS y cubo de prestación de servicios del SISPRO.

Al valorar el criterio de fiabilidad en los RIPS, el indicador de duplicidad mostró que en el archivo de consulta externa se encontró cerca de un 33% de registros con al menos un duplicado. Al observar dicho indicador por municipio se apreció que Girardota (59%), Envigado (49%) e Itagüí (45%) fueron los municipios con mayores porcentajes de registros duplicados. Para el archivo de urgencias, se apreció que alrededor del 4% de los registros tenían duplicados, mientras en el caso de hospitalización fue de cerca del 3%. En ambos archivos, Girardota fue el municipio con mayor número de duplicados (33% y 19%) (Tabla 13).

Tabla 13. Descripción de porcentaje de registros duplicados según servicio y municipio, RIPS municipios AMVA, 2008-2015.

Servicio	Municipio	Registros con duplicados	Registros sin duplicados	Total registros	% Duplicidad
Consulta externa	Medellín	9.277.666	20.718.607	29.996.273	30,9
	Barbosa	126.528	449.201	575.729	22,0
	Bello	937.354	1.476.275	2.413.629	38,8
	Caldas	213.290	563.110	776.400	27,5
	Copacabana	191.257	746.055	937.312	20,4
	Envigado	1.137.150	1.209.064	2.346.214	48,5
	Girardota	424.422	295.742	720.164	58,9
	Itagüí	1.106.296	1.377.185	2.483.481	44,5
	La Estrella	150.799	380.997	531.796	28,4
	Sabaneta	127.872	454.475	582.347	22,0
	Total	13.692.634	27.670.711	41.363.345	33,1
Urgencias	Medellín	26.425	1.289.494	1.315.919	2,0
	Barbosa	222	4.965	5.187	4,3
	Bello	5.453	96.645	102.098	5,3
	Caldas	564	8.694	9.258	6,1
	Copacabana	480	8.565	9.045	5,3
	Envigado	18.087	81.849	99.936	18,1
	Girardota	2.346	4.833	7.179	32,7
	Itagüí	8.966	154.359	163.325	5,5
	La Estrella	1.290	16.985	18.275	7,1
	Sabaneta	1.936	15.991	17.927	10,8
	Total	65.769	1.682.380	1.748.149	3,8
Hospitalización	Medellín	19.259	819.994	839.253	2,3





Barbosa	288	12.278	12.566	2,3
Bello	3.412	74.205	77.617	4,4
Caldas	507	16.909	17.416	2,9
Copacabana	406	12.616	13.022	3,1
Envigado	3.071	44.775	47.846	6,4
Girardota	1.628	6.773	8.401	19,4
Itagüí	2.335	58.434	60.769	3,8
La Estrella	559	10.425	10.984	5,1
Sabaneta	436	9.827	10.263	4,2
Total	31.901	1.066.236	1.098.137	2,9

Los resultados del indicador de completitud no evidencian datos perdidos en los atributos seleccionados de los archivos de consulta externa, hospitalización y urgencias. No obstante, en el caso del archivo de usuarios del servicio, se observó que el 70% de los atributos de interés para el estudio tenían la totalidad de los datos esperados (**Tabla 14**).

Tabla 14. Descripción de porcentaje de completitud según tipo de archivo de base de datos RIPS, Municipios AMVA, 2008-2015

Tipo de Archivo	Atributos con totalidad de datos	Total atributos	% Completitud
Consulta externa	7	7	100,0
Urgencias	7	7	100,0
Hospitalización	7	7	100,0
Usuario	7	10	70,0

En el caso del criterio de contenido, el indicador de consistencia mostró que, en general para todos los atributos de interés de los cuatro archivos, el porcentaje de consistencia superó el 99%. Vale la pena reiterar que dicho indicador fue calculado únicamente considerando los atributos que tenían respuesta cerrada. Los atributos con mayor número de datos no válidos se evidenciaron en el archivo de usuarios del servicio (**Tabla 15**).



Tabla 15. Descripción de porcentaje de Consistencia en atributos con respuesta cerrada según tipo de archivo, RIPS Municipios AMVA, 2008-2015

Archivo	Atributo	Datos no válidos	Datos válidos	Datos consistentes	% Consistencia
Usuario	Tipo de documento	7.910	17.065.747	17.057.837	99,95
	Departamento de residencia	7.786	17.065.747	17.057.961	99,95
	Municipio de residencia	28.156	17.065.747	17.037.591	99,84
	Tipo de usuario	86.229	17.065.747	16.979.518	99,49
	Sexo	51	17.065.747	17.065.696	99,99
	Zona de residencia	85	17.065.747	17.065.662	99,99
Consulta externa	Tipo de documento	8.115	47.366.697	47.358.582	99,98
	Finalidad de la consulta	214	47.366.697	47.366.483	99,99
Hospitalización	Tipo de documento	7	1.330.440.00	1.330.433	99,99
	Vía de ingreso	-	1.330.440.00	1.330.440	100,00
	Estado de salida	-	1.330.440.00	1.330.440	100,00
Urgencias	Tipo de documento	1	1.997.473	1.997.472	99,99
	Destino de salida	-	1.997.473	1.997.473	100,00
	Estado de salida	-	1.997.473	1.997.473	100,00



Finalmente, se calculó el indicador de No respuesta para los atributos del archivo de usuarios del servicio, donde se observaron datos con no respuesta en los atributos de departamento, municipio de residencia, y sexo. Si bien, los porcentajes fueron bajos, estas variables suministraron datos indispensables para los análisis epidemiológicos posteriores (**Tabla 16**).

Tabla 16. Descripción de porcentaje de no respuesta en atributos de archivo usuario de base de datos RIPS, Municipios AMVA, 2008-2015

Atributo	Datos con no respuesta	Datos válidos	% No respuesta
Tipo de documento	0	17.065.747	-
Número de documento	0	17.065.747	-
Departamento de residencia	5,033	17.065.747	0,03
Municipio de residencia	5,033	17.065.747	0,03
Edad	0	17.065.747	-
Tipo de edad	0	17.065.747	-
Sexo	51	17.065.747	0,0003
Tipo de afiliado	0	17.065.747	-
Tipo de usuario	0	17.065.747	-
Zona de residencia	0	17.065.747	-





3.1.2 Análisis descriptivo de la morbilidad por eventos centinela

a. Descripción de la morbilidad en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2008 – 2015.

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, (AMVA), entre los años 2008 y 2015 se registraron 42.411.655 atenciones en salud: el municipio de Medellín registró el 72,4 %, en contraste con los municipios de Itagüí, Bello, Envigado y Copacabana quienes aportaron el 20% de la morbilidad registrada (**Tabla 17**).

Tabla 17. Distribución de la morbilidad por municipio. AMVA, 2008 – 2015.

Municipio	n	%
Medellín	30.720.401	72,4
Itagüí	2.589.492	6,1
Bello	2.533.431	6
Envigado	2.402.944	5,7
Copacabana	932.022	2,2
Caldas	795.263	1,9
Girardota	713.643	1,7
Sabaneta	594.899	1,4
Barbosa	575.225	1,4
La Estrella	554.335	1,3
Total	42.411.655	100

La mayor concentración de atenciones por servicio se registró en consulta externa (96%); los servicios de urgencia y hospitalización representaron menos del 3%. El comportamiento de las atenciones por servicio fue similar a la del Área Metropolitana en su conjunto. Por servicio se encontraron diferencias con respecto a las atenciones por municipio así: en consulta externa, el municipio de Medellín concentró el 72,3%, seguido de Itagüí, Bello, Envigado y Copacabana, los cuales agruparon el 26% de las atenciones. Para hospitalización la atención se concentró nuevamente en Medellín con el 79,2%; en su orden los municipios de Bello, Itagüí, Envigado y Copacabana agruparon el 15,3%; en urgencias, Medellín registró el 74,3%, Itagüí, Bello, Envigado y Copacabana agruparon el 22,6%. (

Tabla 18).

Tabla 18. Distribución de las atenciones por municipio según servicio. AMVA, 2008-2015.

Municipio	Hospitalización			Consulta externa			Urgencias			Total	
	n	%*	%**	n	%*	%**	n	%*	%**	n	%**
Medellín	735.562	2,4	76,2	29.404.865	95,7	72,3	579.974	1,9	74,3	30.720.401	72,0
Itagüí	52.895	2,0	5,5	2.454.050	94,8	6,0	82.547	3,2	10,6	2.589.492	6,1





Bello	71.485	2,8	7,4	2.409.352	95,1	5,9	52.594	2,1	6,7	2.533.431	6,0
Envigado	39.440	1,6	4,1	2.326.108	96,8	5,7	37.396	1,6	4,8	2.402.944	5,7
Copacabana	12.075	1,3	1,3	915.961	98,3	2,3	3.986	0,4	0,5	932.022	2,2
Caldas	16.083	2,0	1,7	774.968	97,4	1,9	4.212	0,5	0,5	795.263	1,9
Girardota	7.487	1,0	0,8	703.371	98,6	1,7	2.785	0,4	0,4	713.643	1,7
Sabaneta	8.847	1,5	0,9	578.899	97,3	1,4	7.153	1,2	0,9	594.899	1,4
Barbosa	11.922	2,1	1,2	561.153	97,6	1,4	2.150	0,4	0,3	575.225	1,4
La Estrella	9.880	1,8	1,0	536.731	96,8	1,3	7.724	1,4	1,0	554.335	1,3
Total	965.676	2,3	100	40.665.458	95,9	100	780.521	1,8	100	42.411.655	100

* Distribución porcentual de la atención por servicio en función de la fila

** Distribución porcentual de la atención por servicio en función de la columna

Se observó un incremento de las atenciones en salud desde el 2008 al año 2015, correspondiendo para este último el mayor número (

Figura 8). Durante el periodo estudiado, se encontró un promedio de 14.524 casos, de los cuales 13.926 fueron atendidos por consulta externa, 330 por hospitalización y 267 atendidos en urgencias. El servicio de consulta externa predominó en todos los años en estudio.

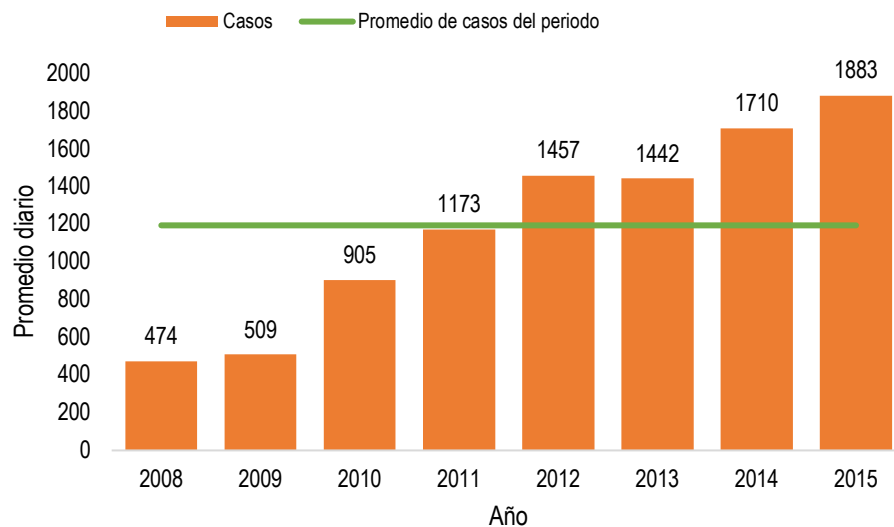


Figura 8. Distribución de las atenciones según años. AMVA, 2008-2015.

Con respecto a la edad predominante del paciente al momento de la atención, fueron los menores de 5 años y mayores de 65 quienes consultaron en mayor porcentaje a los servicios de salud con un 26,2%; las personas menores de 40 años acumulan el 50% de los casos presentados durante el periodo de estudio (Tabla 19).







Tabla 19. Distribución de la morbilidad por grupo de edad. AMVA, 2008-2015

Edad	N	%	% Acumulado
<5	3.653.000	8,6	8,6
5-9	1.884.472	4,4	13,0
10-14	1.669.699	3,9	16,9
15-19	2.630.536	6,2	23,1
20-24	3.417.240	8,1	31,2
25-29	3.126.441	7,4	38,6
30-34	2.690.234	6,3	44,9
35-39	2.318.323	5,5	50,4
40-44	2.434.520	5,7	56,1
45-49	2.902.812	6,8	62,9
50-54	3.008.807	7,1	70,0
55-59	2.739.347	6,5	76,5
60-64	2.461.116	5,8	82,3
>/65	7.475.108	17,6	99,9
Total	42.411.655	100	

De acuerdo a la distribución de la morbilidad por grupo de edad y sexo, durante el periodo estudiado, las mujeres presentaron mayor frecuencia de uso a los servicios en comparación con los hombres en todos los grupos de edad, a excepción de los menores de 5 años donde los hombres presentaron un mayor porcentaje de uso (52,4%). El mayor porcentaje de uso de los servicios en las mujeres se destaca en los 15 a 19 años con un 70,5%. Los hombres presentaron una mayor frecuencia de uso de los servicios en las edades más jóvenes (**Figura 9**).



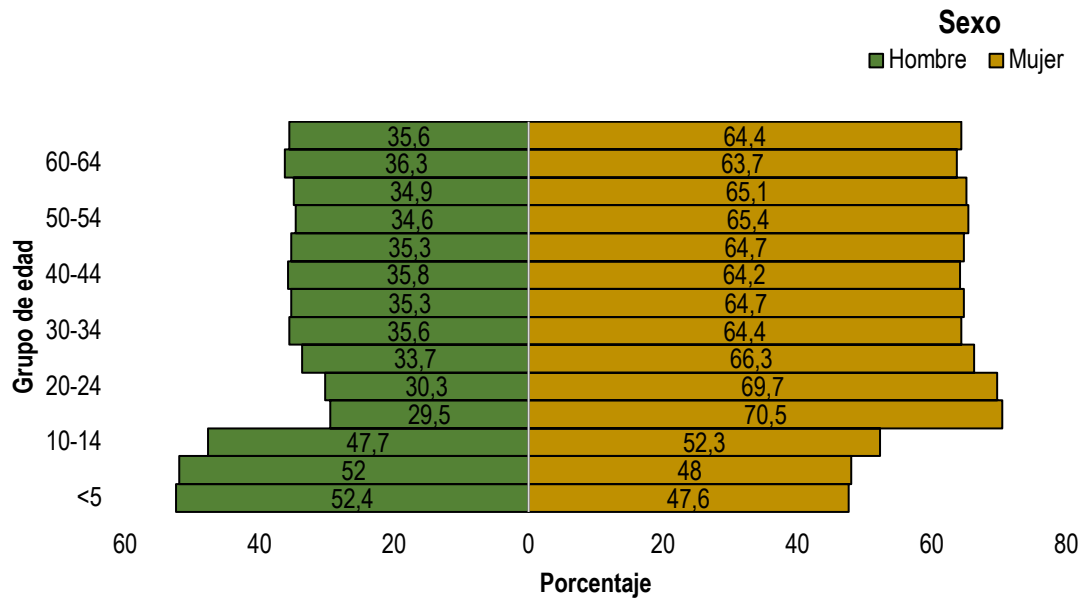


Figura 9. Distribución de la morbilidad por sexo según grupo etario. AMVA, 2008-2015.

Se registraron 3.487.304 eventos centinela relacionados con la contaminación ambiental en el AMVA. Los predominantes fueron los relacionados con las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (53,87%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (23,74%). Las enfermedades de los grupos XV y XVI representaron el menor porcentaje de los eventos centinela en el AMVA. (Tabla 20).





Tabla 20. Distribución de los eventos centinela por capítulo y grupo de la CIE-10. AMVA, 2008-2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	n	%
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	113.183	3,25
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	24.917	0,71
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	41.347	1,19
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	1.878.584	53,87
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	159.704	4,58
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	227.343	6,52
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	197.438	5,66
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	827.989	23,74
	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	5	0,00
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	1.091	0,03
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	4.201	0,12
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	11.491	0,33
	P05–P08	Otros trastornos originados en el período perinatal	11	0,00
Total			3.487.304	100,00

De acuerdo con la distribución de los eventos centinela por municipio, estos predominaron en Medellín con un 72,5% seguido de los municipios de Itagüí, Envigado y Bello, los cuales registraron en conjunto el 17,4% de los casos. La Estrella fue el municipio que registró el menor número de casos con un 1,2%. **(Tabla 21)**



Tabla 21. Distribución de los eventos centinela por municipio. AMVA, 2008-2015

Municipio	n	%
Medellín	2.528.376	72,5
Itagüí	214.776	6,2
Envigado	202.843	5,8
Bello	189.207	5,4
Caldas	73.758	2,1
Copacabana	69.957	2
Sabaneta	56.584	1,6
Barbosa	54.294	1,6
Girardota	53.967	1,5
Estrella	43.542	1,2
Total	3.487.304	100

La mayor concentración de los eventos centinela por servicio, se presentó en consulta externa con más del 90% de los casos, el municipio de Medellín registró el 72,4% , seguido de los municipios de Itagüí, Envigado, Bello, Caldas y Copacabana. Los servicios de hospitalización y urgencias aportaron en conjunto el 5,6% de los casos, el municipio de Medellín predominó en estos dos servicios. **(Tabla 22)**



Tabla 22. Distribución porcentual de las atenciones de eventos centinela por servicio según municipio. AMVA, 2008-2015

Municipio	Hospitalización			Consulta Externa			Urgencias			Total	
	n	%*	%**	n	%*	%**	n	%*	%**	n	%*
Medellín	81.160	3,2	73,4	2.384.692	94,3	72,4	62.524	2,5	74,9	2.528.376	72,5
Itagüí	6.727	3,1	6,1	198.665	92,5	6	9.384	4,4	11,2	214.776	6,2
Envigado	3.931	1,9	3,6	195.936	96,6	5,9	2.976	1,5	3,6	202.843	5,8
Bello	8.799	4,7	8	173.952	91,9	5,3	6.456	3,4	7,7	189.207	5,4
Caldas	2.344	3,2	2,1	71.158	96,5	2,2	256	0,3	0,3	73.758	2,1
Copacabana	1.640	2,3	1,5	67.975	97,2	2,1	342	0,5	0,4	69.957	2
Sabaneta	1.041	1,8	0,9	55.030	97,3	1,7	513	0,9	0,6	56.584	1,6
Barbosa	2.437	4,5	2,2	51.718	95,3	1,6	139	0,3	0,2	54.294	1,6
Girardota	1.014	1,9	0,9	52.769	97,8	1,6	184	0,3	0,2	53.967	1,5
Estrella	1.479	3,4	1,3	41.326	94,9	1,3	737	1,7	0,9	43.542	1,2
Total	110.572	3,2	100	3.293.221	94,4	100	83.511	2,4	100	3.487.304	100

* Distribución porcentual de la atención por servicio en función de la fila

** Distribución porcentual de la atención por servicio en función de la columna

Con respecto a la edad predominante del paciente al momento de la atención, fueron los menores de 5 años y mayores de 65 quienes presentaron el mayor porcentaje con un 40,9%, las personas menores de 29 años acumulan más del 50% de los eventos centinela presentados en el periodo de estudio. Se puede observar que las edades extremas son quienes más eventos centinela registran en el AMVA. (Tabla 23)

Tabla 23. Distribución de la morbilidad por eventos centinela según grupo de edad. AMVA, 2008 – 2015.

Edad	Frecuencia	%	% Acumulado
<5	820.220	23,5	23,5
5-9	289.046	8,3	31,8
10-14	171.364	4,9	36,7
15-19	142.203	4,1	40,8
20-24	215.361	6,2	47
25-29	213.484	6,1	53,1
30-34	176.761	5,1	58,2
35-39	140.415	4	62,2
40-44	132.281	3,8	66
45-49	144.654	4,1	70,1
50-54	150.451	4,3	74,4
55-59	144.502	4,1	78,5
60-64	138.635	4	82,5
>/65	607.927	17,4	99,9





Total 3.487.304 100

De acuerdo a la distribución de la morbilidad por eventos centinela según grupo de edad y sexo, a partir de los 15 años, se observa un mayor porcentaje de eventos centinela en las mujeres, los hombres presentan un mayor porcentaje en los grupos de edad más bajos. Para el caso de las mujeres, el mayor porcentaje de morbilidad por eventos centinela se presentó entre los 50 a 54 años (65,5%), en los hombres, el mayor porcentaje obedeció a los menores de 5 años con un porcentaje de 53,4% (Figura 10).

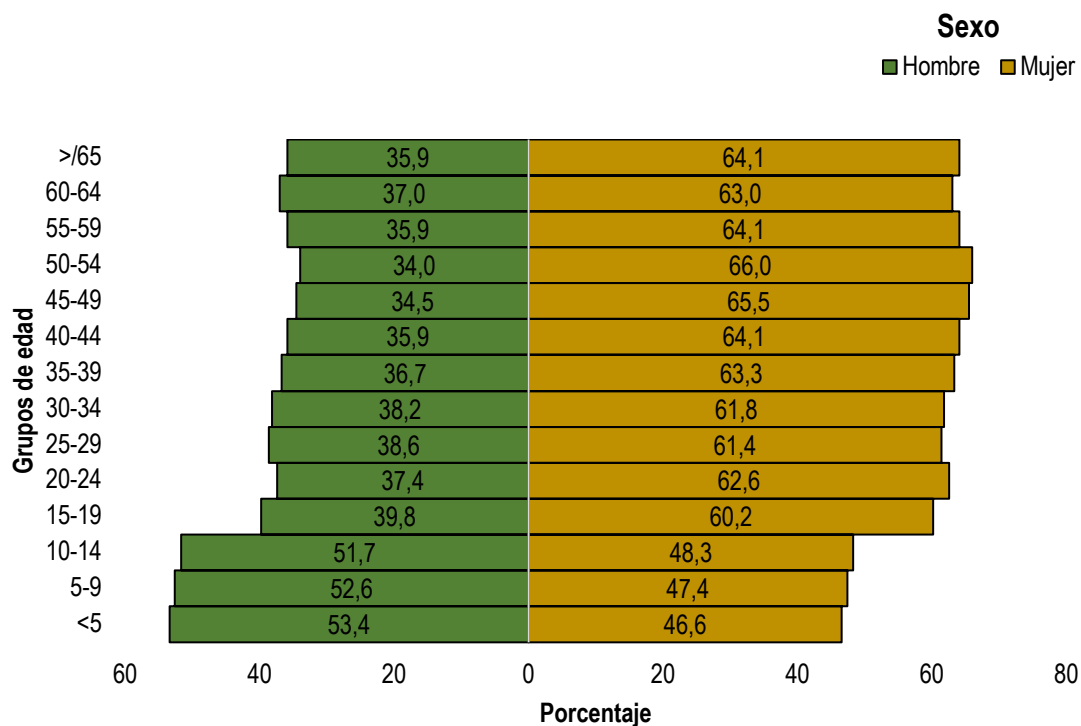


Figura 10. Distribución de los eventos centinela por grupos etarios según sexo. AMVA, 2008 – 2015

Del total de la morbilidad registrada en el AMVA durante el periodo de estudio, los eventos centinela representaron cerca del 8,2%. Se observó mayor peso de los eventos centinela en los municipios de Sabaneta, Barbosa y Caldas

Tabla 24).

Tabla 24. Distribución de los eventos centinela y peso relativo respecto al total de morbilidad por municipio. AMVA, 2008 – 2015.

Municipio	N*	n**	n/N
-----------	----	-----	-----





Medellín	30.720.401	2.528.376	8,2
Itagüí	2.589.492	214.776	8,3
Bello	2.533.431	189.207	7,5
Envigado	2.402.944	202.843	8,4
Copacabana	932.022	69.957	7,5
Caldas	795.263	73.758	9,3
Girardota	713.643	53.967	7,6
Sabaneta	594.899	56.584	9,5
Barbosa	575.225	54.294	9,4
La Estrella	554.335	43.542	7,9
Total	42.411.655	3.487.304	8,2

* Número de eventos de morbilidad general

** Número de eventos centinela

En el año 2015 se presentó el mayor número de eventos centinela con un promedio de 1.883 casos diarios en el AMVA. Se puede observar que desde el año 2012 se superó el promedio de casos del periodo ($x=1.194$). En el 2008 se presentó el menor promedio diario del periodo, registrando 474 casos diarios de eventos centinela (Figura 11).

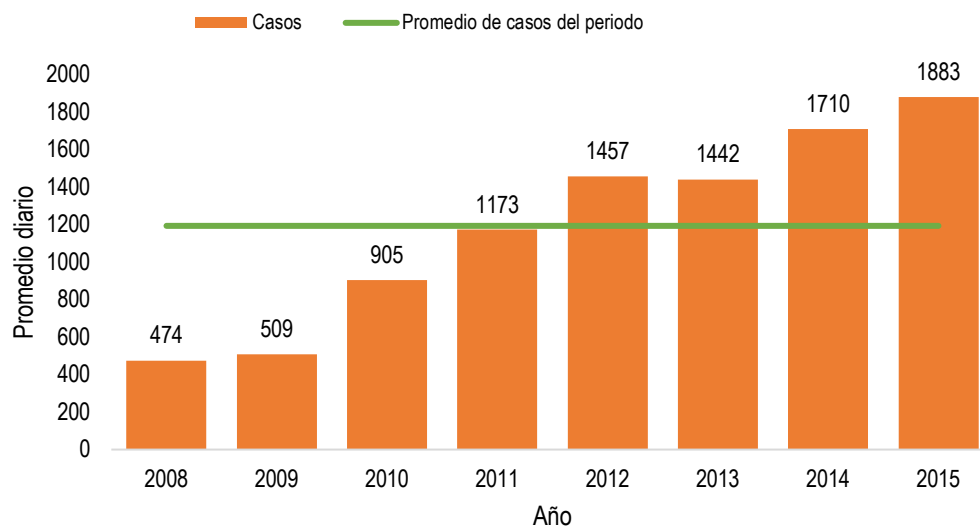


Figura 11. Distribución de los promedios diarios de casos de eventos centinela según año. AMVA 2008 – 2015





b. Análisis descriptivo de la morbilidad por eventos centinela por municipio Municipio de Barbosa

En la distribución de los eventos centinela por grupo etario, entre los menores de 5 años y los mayores de 65 representaron el 40,1% de la morbilidad, siendo mayor la proporción en los hombres menores de 5 años (29,9%), en el caso de las mujeres la mayor proporción de morbilidad por eventos centinela también se presentó en este grupo de edad con un porcentaje de 20,3%. Los grupos etarios que menos morbilidad registraron para el caso de los hombres fue en el rango de edad de 35 a 39 años y en las mujeres entre los 30 a 34 años (**Tabla 25Tabla 1**).

Tabla 25. Distribución de los eventos centinela por grupos etarios. Barbosa, 2008 – 2015

	n (%)	n (%)	n (%)
<5	6.196 (20,3)	7.080 (29,9)	13.276 (24,5)
5-9	2.549 (8,3)	2.857 (12,1)	5.406 (10)
10-14	1.668 (5,5)	1.597 (6,7)	3.265 (6)
15-19	1.606 (5,2)	966 (4,1)	2.572 (4,7)
20-24	1.728 (5,6)	1.026 (4,3)	2.754 (5,1)
25-29	1.536 (5)	788 (3,3)	2.324 (4,3)
30-34	1.403 (4,6)	699 (2,9)	2.102 (3,9)
35-39	1.432 (4,7)	593 (2,5)	2.025 (3,7)
40-44	1.426 (4,7)	690 (2,9)	2.116 (3,9)
45-49	1.890 (6,2)	690 (2,9)	2.580 (4,8)
50-54	1.601 (5,2)	797 (3,4)	2.398 (4,4)
55-59	1.675 (5,5)	838 (3,5)	2.513 (4,6)
60-64	1.472 (4,8)	995 (4,2)	2.467 (4,5)





>/65	4.414 (14,4)	4.082 (17,2)	8.496 (15,6)
Total	30.596 (100)	23.698 (100)	54.294 (100)

Al observar la distribución de los casos de eventos centinela, la mayoría de estos fueron atribuidos a las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (45,6%), seguido de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (26,5%). Se puede observar que la enfermedades del pulmón debido a agentes externos y los otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos con menos casos registrados en el municipio de Barbosa. (**Tabla 26**).





Tabla 26. Distribución de los casos de eventos centinela por grupos diagnósticos CIE 10. Barbosa, 2008 – 2015

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	n	%
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	2.468	4,5
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	248	0,5
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	350	0,6
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	24.760	45,6
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	4.532	8,3
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	5.669	10,4
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	1.719	3,2
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	14.387	26,5
	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	1	0,0
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	21	0,0
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	80	0,1
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	59	0,1
Total			54.294	100,0

En la distribución de los eventos centinela se observaron semejanzas por sexo; las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (45,6%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (26,4%) fueron los grupos que más casos registraron tanto para los hombres como las mujeres en el municipio de Barbosa; las enfermedades del pulmón debido a agentes externos y los otros trastornos originados en el periodo perinatal fueron el grupo que menos casos registraron para ambos sexos en el periodo 2008 al 2015. El mayor porcentaje de eventos centinela fue para las mujeres con un 56,4% (Tabla 27).

Tabla 27. Distribución de los casos de eventos centinela según sexo. Barbosa, 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Mujer	Hombre	Total
			n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	1.404 (4,58)	1.064 (4,48)	2.468 (4,54)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	98 (0,32)	150 (0,63)	248 (0,45)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	136 (0,44)	214 (0,9)	350 (0,64)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	14.703 (48)	10.057 (42,4)	24.760 (45,6)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	2.333	2.199	4.532





		(7,62)	(9,27)	(8,34)
J20-J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	3.325 (10,8)	2.344 (9,89)	5.669 (10,4)
J30-J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	961 (3,14)	758 (3,19)	1.719 (3,16)
J40-J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	7.505 (24,5)	6.882 (29)	14.387 (26,4)
J60-J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	1 (0)	0 (0)	1 (0)
XV	O30-O48 Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	21 (0,06)	0 (0)	21 (0,03)
	O60-O75 Complicaciones del trabajo de parto y del parto	80 (0,26)	0 (0)	80 (0,14)
XVI	P90-P96 Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	29 (0,09)	30 (0,12)	59 (0,1)
Total		30.596 (100)	23.698 (100)	54.294 (100)

En el análisis de los eventos centinela por servicio de atención, más del 95,3% de los casos fueron registrados en consulta externa. En consulta externa y urgencias las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores contribuyeron con el 47,7% y 20,8% de los casos respectivamente. En el servicio de hospitalización, la influenza [gripe] y neumonía aportaron el 45,2% de los casos. Las enfermedades del pulmón debido a agentes externos y los otros trastornos originados en el período perinatal son los dos grupos diagnósticos que menos casos aportaron en cada uno de los tres servicios de atención (





Tabla 28;Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Tabla 28. Distribución de los casos de eventos centinela según servicio. Barbosa, 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Hospitalización	Consulta Externa	Urgencias	Total
			n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	5 (0,2)	2.462 (4,76)	1 (0,71)	2.468 (4,54)
					4 (2,87)	
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	27 (1,1)	217 (0,41)	6 (4,31)	350 (0,64)
					6 (4,31)	
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	46 (1,88)	24.685 (47,7)	29 (20,8)	24.760 (45,6)
					36 (25,8)	
X	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	1.103 (45,2)	3.393 (6,56)	16 (11,5)	4.532 (8,34)
					16 (11,5)	
X	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	71 (2,91)	5.582 (10,7)	0 (0)	1.719 (3,16)
					0 (0)	
X	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	2 (0,08)	1.717 (3,31)	45 (32,3)	14.387 (26,4)
					45 (32,3)	
X	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	1.108 (45,4)	13.234 (25,5)	0 (0)	1 (0)
					0 (0)	
XV	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	0 (0)	1 (0)	0 (0)	1 (0)
					0 (0)	
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	2 (0,08)	19 (0,03)	0 (0)	21 (0,03)
					0 (0)	
XV	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	17 (0,69)	61 (0,11)	2 (1,43)	80 (0,14)
					2 (1,43)	
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	8 (0)	51 (0,09)	0 (0)	59 (0,1)
Total			2.437 (100)	51.718 (100)	139 (100)	54.294 (100)

En el año 2014 se presentó el mayor número de eventos centinela con un promedio de 24 casos diarios en el municipio de Barbosa. Se puede observar que los años 2009 a 2011 y 2014 superaron el promedio de





casos del periodo ($x=19$). En el 2013 se presentó el menor promedio diario del periodo, registrando 12 casos diarios de eventos centinela (**Figura 12**).

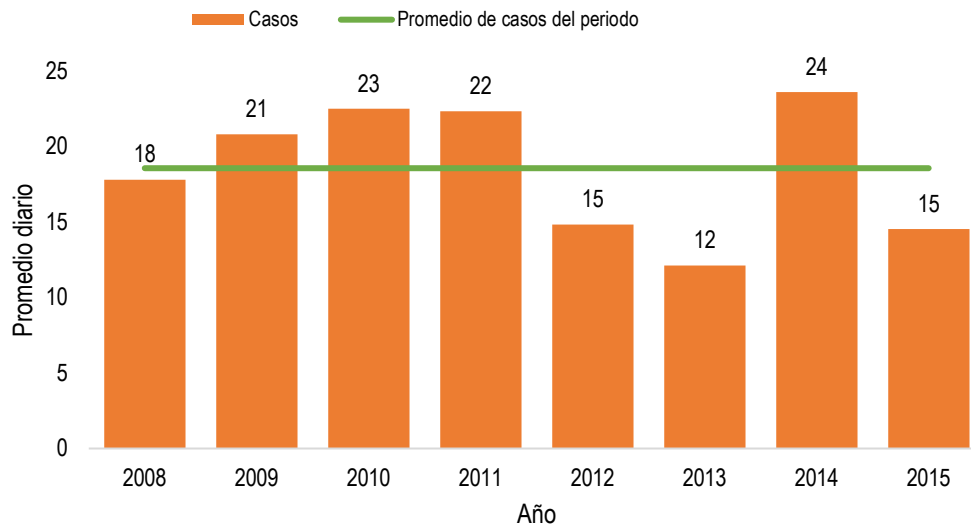


Figura 12. Distribución de los promedios diarios de casos de eventos centinela según año. Barbosa 2008 – 2015.

Municipio de Bello

En la distribución de los eventos centinela por grupo etario, entre los menores de 5 años y los mayores de 65 representaron el 39,1% de la morbilidad, siendo mayor la proporción en los hombres y mujeres menores de 5 años con un 32,6% y 21% respectivamente. Los grupos etarios que menos morbilidad registraron en el caso de los hombres fue en los grupos de edad de 40 a 44, 50 a 54 y 60 a 64 años con un valor porcentual del 3%; para las mujeres, la morbilidad se presentó en menor porcentaje entre los 60 a 64 años con un valor de 3,8% (**Tabla 29**)

Tabla 29. Distribución de los eventos centinela por grupos etarios. Bello, 2008 – 2015

Edad	Mujer	Hombre	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
<5	22.531 (21)	26.771 (32,6)	49.302 (26,1)
5-9	7.766 (7,2)	8.780 (10,7)	16.546 (8,7)
10-14	4.290 (4)	4.758 (5,8)	9.048 (4,8)
15-19	4.658 (4,3)	2.954 (3,6)	7.612 (4)
20-24	82.88 (7,7)	4.954 (6)	13.242 (7)





25-29	8.012 (7,5)	4.971 (6,1)	12.983 (6,9)
30-34	6.803 (6,3)	4.229 (5,2)	11.032 (5,8)
35-39	5.199 (4,9)	2.719 (3,3)	7.918 (4,2)
40-44	4.964 (4,6)	2.460 (3)	7.424 (3,9)
45-49	5.044 (4,7)	2.514 (3,1)	7.558 (4)
50-54	5.276 (4,9)	2.463 (3)	7.739 (4,1)
55-59	4.799 (4,5)	2.744 (3,3)	7.543 (4)
60-64	4.094 (3,8)	2.487 (3)	6.581 (3,5)
>/65	15.470 (14,4)	9.206 (11,2)	24.676 (13)
Total	107.194 (100)	82.010 (100)	189.204 (100)

Al observar la distribución de los casos de eventos centinela, la mayoría de estos fueron atribuidos a las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (54,7%), seguido de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (22,4%). Se puede observar que las enfermedades del pulmón debido a agentes externos y los otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos con menos casos registrados en el municipio de Bello (**Tabla 30**).

Tabla 30. Distribución de los casos de eventos centinela por grupos diagnósticos CIE 10. Bello, 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	n	%
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	6.753	3,6
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	1.444	0,8
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	2.163	1,1
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	103.558	54,7
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	9.318	4,9
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	11.093	5,9
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	11.348	6,0
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	42.386	22,4
	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	2	0,0
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	46	0,0
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	284	0,2
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	812	0,4
Total			189.207	100,0





En la distribución de los eventos centinela se observaron semejanzas por sexo; las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (54,7%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (22,4%) fueron los grupos que más casos registraron tanto para los hombres como las mujeres en el municipio de Bello; las enfermedades del pulmón debido a agentes externos y los otros trastornos originados en el periodo perinatal fueron el grupo que menos casos registraron para ambos sexos en el periodo 2008 al 2015. El mayor porcentaje de eventos centinela fue para las mujeres con un 56,7% (**Tabla 31**).

Tabla 31. Distribución de los casos de eventos centinela según sexo. Bello, 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Mujer	Hombre	Total
			n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	3.674 (3,42)	3.079 (3,75)	6.753 (3,56)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	631 (0,58)	813 (0,99)	1.444 (0,76)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	1.028 (0,95)	1.135 (1,38)	2.163 (1,14)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	60.488 (56,4)	43.069 (52,5)	103.557 (54,7)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	4.848 (4,52)	4.470 (5,45)	9.318 (4,92)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	6.145 (5,73)	4.947 (6,03)	11.092 (5,86)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	5.890 (5,49)	5.458 (6,65)	11.348 (5,99)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	23.781 (22,1)	18.604 (22,6)	42.385 (22,4)
	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	2 (0)	0 (0)	2 (0)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	46 (0,04)	0 (0)	46 (0,02)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	284 (0,26)	0 (0)	284 (0,15)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	377 (0,35)	435 (0,53)	812 (0,42)
Total			107.194 (100)	82.010 (100)	189.204 (100)

En el análisis de los eventos centinela por servicio de atención, más del 91,9% de los casos fueron registrados en consulta externa. En consulta externa y urgencias las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores contribuyeron con el 57,7% y 43,1% de los casos respectivamente. En el servicio de hospitalización, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 37,9% de los casos. Las enfermedades del pulmón debido a agentes externos y los otros trastornos originados en el





período perinatal son los dos grupos diagnósticos que menos casos aportaron en cada uno de los tres servicios de atención (**Tabla 32**).

Tabla 32. Distribución de los casos de eventos centinela según servicio. Bello, 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Hospitalización	Consulta Externa	Urgencias	Total
			n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	28 (0,31)	6.538 (3,75)	187 (2,89)	6.753 (3,56)
	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	320 (3,63)	1.058 (0,6)	66 (1,02)	1.444 (0,76)
IX	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	346 (3,93)	1.774 (1,01)	43 (0,66)	2.163 (1,14)
	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	282 (3,2)	100.488 (57,7)	2.788 (43,1)	103.558 (54,7)
X	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	3.100 (35,2)	5.471 (3,14)	747 (11,5)	9.318 (4,92)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	1.120 (12,7)	8.991 (5,16)	982 (15,2)	11.093 (5,86)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	13 (0,14)	11.315 (6,5)	20 (0,3)	11.348 (5,99)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	3.342 (37,9)	37.445 (21,5)	1.599 (24,7)	42.386 (22,4)
	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	0 (0)	2 (0)	0 (0)	2 (0)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	10 (0,11)	28 (0,01)	8 (0,12)	46 (0,02)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	123 (1,39)	151 (0,08)	10 (0,15)	284 (0,15)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	115 (1,3)	691 (0,39)	6 (0,09)	812 (0,42)
Total			8.799 (100)	173.952 (100)	6.456 (100)	189.207 (100)

En el año 2015 se presentó el mayor número de eventos centinela con un promedio de 136 casos diarios en el municipio de Bello. Se puede observar que los años 2012 a 2015 superaron el promedio de casos del periodo ($\bar{x}=65$). En el 2008 se presentó el menor promedio diario del periodo, registrando 19 casos diarios de eventos centinela (**Figura 13**).



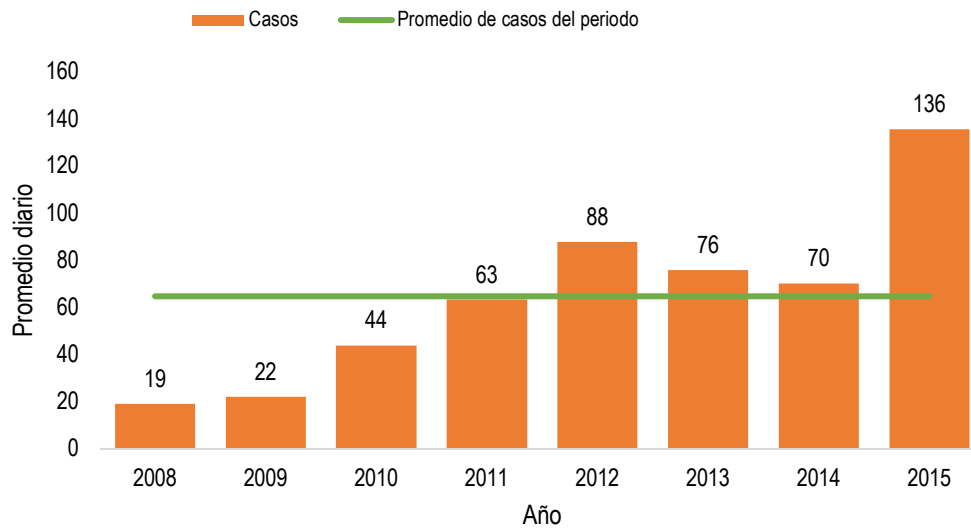


Figura 13. Distribución de los promedios diarios de casos de eventos centinela según año. Bello 2008 – 2015.

Municipio de Caldas

En la distribución de los eventos centinela por grupo etario, entre los menores de 5 años y los mayores de 65 representaron el 30,5% de la morbilidad, siendo mayor la proporción en los hombres y mujeres menores de 5 años con un 22,7% y 15,8% respectivamente. Los grupos etarios que menos morbilidad registraron en el caso de los hombres fue en los grupos de edad de 50 a 54 años con un valor porcentual del 3,4%; para las mujeres, la morbilidad se presentó en menor porcentaje entre los 60 a 64 años con un valor de 3,9% (**Tabla 33**).





Tabla 33. Distribución de los eventos centinela por grupos etarios. Caldas, 2008 – 2015

Edad	Mujer	Hombre	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
<5	6.505 (15,8)	7.388 (22,7)	13.893 (18,8)
5-9	3.279 (8)	3.751 (11,5)	7.030 (9,5)
10-14	2.187 (5,3)	2.410 (7,4)	4.597 (6,2)
15-19	2.171 (5,3)	1.515 (4,6)	3.686 (5)
20-24	3.330 (8,1)	2.245 (6,9)	5.575 (7,6)
25-29	3.375 (8,2)	2.392 (7,3)	5.767 (7,8)
30-34	3.052 (7,4)	1.902 (5,8)	4.954 (6,7)
35-39	2.249 (5,5)	1.349 (4,1)	3.598 (4,9)
40-44	2.162 (5,3)	1.289 (4)	3.451 (4,7)
45-49	2.173 (5,3)	1.236 (3,8)	3.409 (4,6)
50-54	2.115 (5,1)	1.109 (3,4)	3.224 (4,4)
55-59	1.821 (4,4)	1.296 (4)	3.117 (4,2)
60-64	1.626 (3,9)	1.171 (3,6)	2.797 (3,8)
>/65	5.130 (12,5)	3.530 (10,8)	8.660 (11,7)
Total	41.175 (100)	32.583 (100)	73.758 (100)

Al observar la distribución de los casos de eventos centinela, la mayoría de estos fueron atribuidos a las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (60%) seguido de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (21,5%). Se puede observar otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos con menos casos registrados en el municipio de Caldas (**Tabla 34**).





Tabla 34. Distribución de los casos de eventos centinela por grupos diagnósticos CIE 10. Caldas, 2008 – 2015

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	n	%
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	2.526	3,4
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	621	0,8
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	357	0,5
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	44.247	60,0
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	2.183	3,0
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	3.390	4,6
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	4.437	6,0
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	15.866	21,5
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	15	0,0
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	47	0,1
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	69	0,1
Total			73.758	100,0

En la distribución de los eventos centinela se observaron semejanzas por sexo; las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (59,9%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (21,5%) fueron los grupos que más casos registraron tanto para los hombres como las mujeres en el municipio de Caldas; los otros trastornos originados en el periodo perinatal fueron el grupo que menos casos registraron para ambos sexos en el periodo 2008 al 2015. El mayor porcentaje de eventos centinela fue para las mujeres con un 55,8% (





Tabla 35).

Tabla 35. Distribución de los casos de eventos centinela según sexo. Caldas, 2008 – 2015

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Mujer	Hombre	Total
			n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	1.365 (3,31)	1.161 (3,56)	2.526 (3,42)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	252 (0,61)	369 (1,13)	621 (0,84)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	155 (0,37)	202 (0,61)	357 (0,48)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	25.667 (62,3)	18.580 (57)	44.247 (59,9)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	1.123 (2,72)	1.060 (3,25)	2.183 (2,95)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	1.884 (4,57)	1.506 (4,62)	3.390 (4,59)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	2.235 (5,42)	2.202 (6,75)	4.437 (6,01)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	8.385 (20,3)	7.481 (22,9)	15.866 (21,5)
	XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	15 (0,03)	0 (0)
O60–O75		Complicaciones del trabajo de parto y del parto	47 (0,11)	0 (0)	47 (0,06)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	47 (0,11)	22 (0,06)	69 (0,09)
Total			41.175 (100)	32.583 (100)	73.758 (100)

En el análisis de los eventos centinela por servicio de atención, más del 96,5% de los casos fueron registrados en consulta externa. En consulta externa y urgencias las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores contribuyeron con el 61,8% y 41,7% de los casos respectivamente. En el servicio de hospitalización, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 53,5% de los casos. Los otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos diagnósticos que menos casos aportaron en cada uno de los tres servicios de atención (**Tabla 36**).





Tabla 36. Distribución de los casos de eventos centinela según servicio. Caldas, 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Hospitalización	Consulta Externa	Urgencias	Total
			n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	12 (0,51)	2.505 (3,52)	9 (3,51)	2.526 (3,42)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	105 (4,47)	511 (0,71)	5 (1,95)	621 (0,84)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	47 (2)	305 (0,42)	5 (1,95)	357 (0,48)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	115 (4,9)	44.025 (61,8)	107 (41,7)	44.247 (59,9)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	518 (22)	1.621 (2,27)	44 (17,1)	2.183 (2,95)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	255 (10,8)	3.108 (4,36)	27 (10,5)	3.390 (4,59)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	3 (0,12)	4.433 (6,22)	1 (0,39)	4.437 (6,01)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	1.255 (53,5)	14.555 (20,4)	56 (21,8)	15.866 (21,5)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	2 (0,08)	13 (0,01)	0 (0)	15 (0,02)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	18 (0,76)	29 (0,04)	0 (0)	47 (0,06)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	14 (0,59)	53 (0,07)	2 (0,78)	69 (0,09)
Total			2.344 (100)	7.1158 (100)	256 (100)	7.3758 (100)

En el año 2014 se presentó el mayor número de eventos centinela con un promedio de 39 casos diarios en el municipio de Caldas. Se puede observar que los años 2008, 2011 y 2013 fueron aquellos que no superaron el promedio de casos del periodo ($x=25$). En el 2008 se presentó el menor promedio diario del periodo, registrando 2 casos diarios de eventos centinela (**Figura 14**).



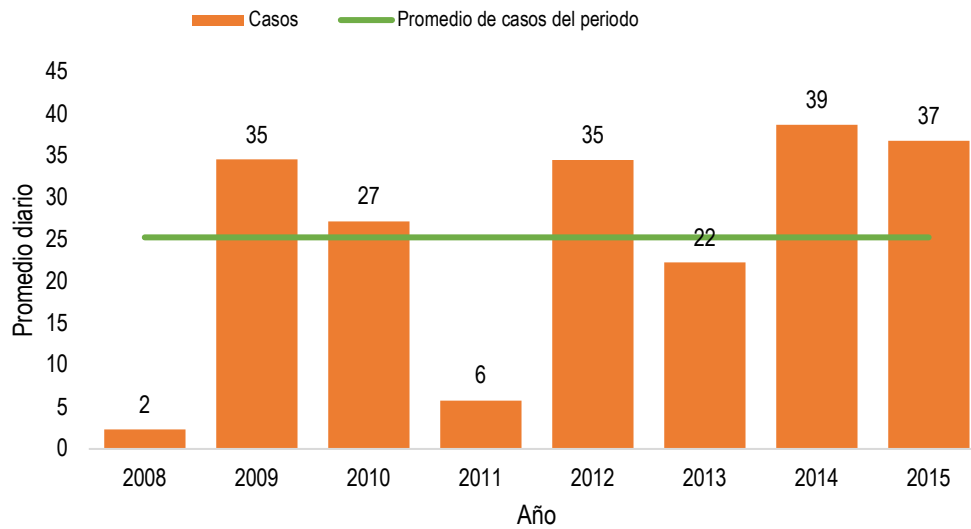


Figura 14. Distribución de los promedios diarios de casos de eventos centinela según año. Caldas 2008 – 2015.

Municipio de Copacabana

En la distribución de los eventos centinela por grupo etario, entre los menores de 5 años y los mayores de 65 representaron el 36,1% de la morbilidad, siendo mayor la proporción en los hombres y mujeres menores de 5 años con un 26,8% y 17% respectivamente. Los grupos etarios que menos morbilidad registraron en el caso de los hombres fue en los grupos de edad de 55 a 59 años con un valor porcentual del 3,2%; para las mujeres, la morbilidad se presentó en menor porcentaje entre los 60 a 64 años con un valor de 4,4% (**Tabla 37**)

Tabla 37. Distribución de los eventos centinela por grupos etarios. Copacabana, 2008 – 2015

Edad	Mujer	Hombre	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
<5	6.613 (17)	8.311 (26,8)	14.924 (21,3)
5-9	2.844 (7,3)	3.414 (11)	6.258 (8,9)
10-14	2.038 (5,2)	2.226 (7,2)	4.264 (6,1)
15-19	2.184 (5,6)	1.358 (4,4)	3.542 (5,1)
20-24	2.842 (7,3)	1.896 (6,1)	4.738 (6,8)
25-29	2.623 (6,7)	1.724 (5,6)	4.347 (6,2)
30-34	2.153 (5,5)	1.147 (3,7)	3.300 (4,7)
35-39	1.861 (4,8)	939 (3)	2.800 (4)



40-44	1.950 (5)	1.064 (3,4)	3.014 (4,3)
45-49	2.273 (5,8)	1.208 (3,9)	3.481 (5)
50-54	2.146 (5,5)	1.142 (3,7)	3.288 (4,7)
55-59	1.847 (4,7)	1.002 (3,2)	2.849 (4,1)
60-64	1.710 (4,4)	1.059 (3,4)	2.769 (4)
>/65	5.824 (15)	4.559 (14,7)	10.383 (14,8)
Total	38.908 (100)	31.049 (100)	69.957 (100)

Al observar la distribución de los casos de eventos centinela, la mayoría de estos fueron atribuidos a las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (50,5%) seguido de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (27%). Se puede observar otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos con menos casos registrados en el municipio de Copacabana (**Tabla 38**).



Tabla 38. Distribución de los casos de eventos centinela por grupos diagnósticos CIE 10. Copacabana, 2008 – 2015

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	n	%
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	3.062	4,4
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	467	0,7
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	311	0,4
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	35.353	50,5
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	2.652	3,8
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	5.509	7,9
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	3.365	4,8
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	18.888	27,0
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	9	0,0
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	254	0,4
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	87	0,1
Total			69.957	100,0

En la distribución de los eventos centinela se observaron semejanzas por sexo; las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (50,5%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (26,9%) fueron los grupos que más casos registraron tanto para los hombres como las mujeres en el municipio de Copacabana; los otros trastornos originados en el periodo perinatal fueron el grupo que menos casos registraron para ambos sexos en el periodo 2008 al 2015. El mayor porcentaje de eventos centinela fue para las mujeres con un 55,6% (Tabla 39).

Tabla 39. Distribución de los casos de eventos centinela según sexo. Copacabana. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Mujer	Hombre	Total
			n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	1.688 (4,33)	1.374 (4,42)	3.062 (4,37)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	192 (0,49)	275 (0,88)	467 (0,66)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	149 (0,38)	162 (0,52)	311 (0,44)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	20.404 (52,4)	14.949 (48,1)	35.353 (50,5)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	1.333 (3,42)	1.319 (4,24)	2.652 (3,79)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	3.017 (7,75)	2.492 (8,02)	5.509 (7,87)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	1.836 (4,71)	1.529 (4,92)	3.365 (4,81)





	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	9.966 (25,6)	8.922 (28,7)	18.888 (26,9)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	9 (0,02)	0 (0)	9 (0,01)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	254 (0,65)	0 (0)	254 (0,36)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	60 (0,15)	27 (0,08)	87 (0,12)
Total			38.908 (100)	31.049 (100)	69.957 (100)

En el análisis de los eventos centinela por servicio de atención, más del 97,2% de los casos fueron registrados en consulta externa. En consulta externa y urgencias las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores contribuyeron con el 51,7% y 35,9% de los casos respectivamente. En el servicio de hospitalización, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 45,8% de los casos. Los otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos diagnósticos que menos casos aportó en cada uno de los tres servicios de atención (Tabla 40).

Tabla 40. Distribución de los casos de eventos centinela según servicio. Copacabana. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Hospitalización	Consulta Externa	Urgencias	Total
			n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	4 (0,24)	3.050 (4,48)	8 (2,33)	3.062 (4,37)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	53 (3,23)	410 (0,6)	4 (1,16)	467 (0,66)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	40 (2,43)	269 (0,39)	2 (0,58)	311 (0,44)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	32 (1,95)	35.198 (51,7)	123 (35,9)	35.353 (50,5)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	605 (36,8)	1.975 (2,9)	72 (21)	2.652 (3,79)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	108 (6,58)	5.361 (7,88)	40 (11,6)	5.509 (7,87)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	4 (0,24)	3.361 (4,94)	0 (0)	3.365 (4,81)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	752 (45,8)	18.048 (26,5)	88 (25,7)	18.888 (26,9)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	2 (0,12)	5 (0)	2 (0,58)	9 (0,01)





	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	23 (1,4)	229 (0,33)	2 (0,58)	254 (0,36)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	17 (1,03)	69 (0,1)	1 (0,29)	87 (0,12)
Total			1640 (100)	67975 (100)	342 (100)	69957 (100)

En el año 2012 se presentó el mayor número de eventos centinela con un promedio de 31 casos diarios en el municipio de Copacabana. Se puede observar que los años 2012, 2014 y 2015 fueron aquellos que superaron el promedio de casos del periodo ($\bar{x}=24$). Los años 2009 y 2011 presentaron el menor promedio diario del periodo, registrando 19 casos diarios de eventos centinela (**Figura 15**).

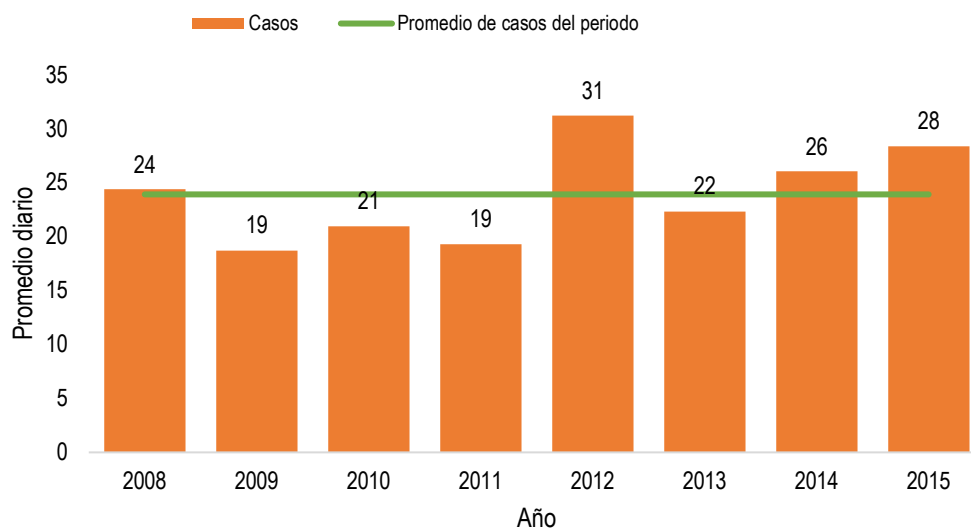


Figura 15. Distribución de los promedios diarios de casos de eventos centinela según año. Copacabana 2008 – 2015.

Municipio de Envigado

En la distribución de los eventos centinela por grupo etario, entre los menores de 5 años y los mayores de 65 representaron el 34,4% de la morbilidad, siendo mayor la proporción en los hombres menores de 5 años con un 20,5%. en el caso de las mujeres la mayor proporción se encontró en las mayores de 65 años





con un 20,3%. Los grupos etarios que menos morbilidad registraron en el caso de los hombres fue en los grupos de edad de 40 a 44 años con un valor porcentual del 3,7%; para las mujeres. la morbilidad se presentó en menor porcentaje entre los 10 a 14 años con un valor de 3,8% (Tabla 41).

Tabla 41. Distribución de los eventos centinela por grupos etarios. Envigado 2008 – 2015

Edad	Mujer	Hombre	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
<5	14.597 (12)	16.751 (20,5)	31.348 (15,5)
5-9	6.902 (5,7)	7.699 (9,4)	14.601 (7,2)
10-14	4.636 (3,8)	5.416 (6,6)	10.052 (5)
15-19	5.314 (4,4)	3.560 (4,4)	8.874 (4,4)
20-24	8.038 (6,6)	5.027 (6,2)	13.065 (6,4)
25-29	8.428 (7)	5.239 (6,4)	13.667 (6,7)
30-34	7.283 (6)	3.997 (4,9)	11.280 (5,6)
35-39	6.229 (5,1)	3.091 (3,8)	9.320 (4,6)
40-44	6.350 (5,2)	3.015 (3,7)	9.365 (4,6)
45-49	7.409 (6,1)	3.350 (4,1)	10.759 (5,3)
50-54	7.410 (6,1)	3.566 (4,4)	10.976 (5,4)
55-59	7.405 (6,1)	3.985 (4,9)	11.390 (5,6)
60-64	6.526 (5,4)	3.383 (4,1)	9.909 (4,9)
>/65	24.637 (20,3)	13.600 (16,7)	38.237 (18,9)
Total	121.164 (100)	81.679 (100)	20.2843 (100)

Al observar la distribución de los casos de eventos centinela. la mayoría de estos fueron atribuidos a las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (55%) seguido de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (23,5%). Se puede observar que otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos con menos casos registrados en el municipio de Envigado





Tabla 42).

Tabla 42. Distribución de los casos de eventos centinela por grupos diagnósticos CIE 10. Envigado. 2008 – 2015

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	n	%
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	5.428	2,7
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	1.683	0,8
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	1.522	0,8
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	111.576	55,0
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	7.612	3,8
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	12.420	6,1
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	10.809	5,3
XV	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	51.312	25,3
	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	49	0,02
XVI	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	85	0,04
	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	347	0,2
Total			202.843	100,0

En la distribución de los eventos centinela se observaron semejanzas por sexo; las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (55%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (25,2%) fueron los grupos que más casos registraron tanto para los hombres como las mujeres en el municipio de Envigado; los otros trastornos originados en el periodo perinatal fueron el grupo que menos casos registraron para ambos sexos en el periodo 2008 al 2015. El mayor porcentaje de eventos centinela fue para las mujeres con un 59,7% (Tabla 43).

Tabla 43. Distribución de los casos de eventos centinela según sexo. Envigado. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Mujer	Hombre	Total
			n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	3.056 (2,52)	2.372 (2,9)	5.428 (2,67)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	631 (0,52)	1.052 (1,28)	1.683 (0,82)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	912 (0,75)	610 (0,74)	1.522 (0,75)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	68.851 (56,8)	42.725 (52,3)	111.576 (55)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	4.385 (3,61)	3.227 (3,95)	7.612 (3,75)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	7.716 (6,36)	4.704 (5,75)	12.420 (6,12)





	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	5.592 (4,61)	5.217 (6,38)	10.809 (5,32)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	29.694 (24,5)	21.618 (26,4)	51.312 (25,2)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	49 (0,04)	0 (0)	49 (0,02)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	85 (0,07)	0 (0)	85 (0,04)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	193 (0,15)	154 (0,18)	347 (0,17)
Total			121.164 (100)	81.679 (100)	202.843 (100)

En el análisis de los eventos centinela por servicio de atención, más del 96.6% de los casos fueron registrados en consulta externa. En consulta externa y urgencias las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores contribuyeron con el 56,1% y 45,5% de los casos respectivamente. En el servicio de hospitalización, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 45,9% de los casos. Los otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos diagnósticos que menos casos aportaron en cada uno de los tres servicios de atención (Tabla 44).

Tabla 44. Distribución de los casos de eventos centinela según servicio. Envigado. 2008 – 2015

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Hospitalización	Consulta Externa	Urgencias	Total
			n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	7 (0,17)	5.330 (2,72)	91 (3,05)	5.428 (2,67)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	331 (8,42)	1.300 (0,66)	52 (1,74)	1.683 (0,82)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	188 (4,78)	1.293 (0,65)	41 (1,37)	1.522 (0,75)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	126 (3,2)	110.094 (56,1)	1.356 (45,5)	111.576 (55)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	1.131 (28,7)	6.115 (3,12)	366 (12,2)	7.612 (3,75)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	268 (6,81)	11.878 (6,06)	274 (9,2)	12.420 (6,12)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	5 (0,12)	10.796 (5,5)	8 (0,26)	10.809 (5,32)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	1.808 (45,9)	48.724 (24,8)	780 (26,2)	51.312 (25,2)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la	12 (0,3)	35 (0,01)	2	49





		cavidad amniótica y con posibles problemas del parto			(0,06)	(0,02)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	28 (0,71)	52 (0,02)	5 (0,16)	85 (0,04)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	27 (0,68)	319 (0,16)	1 (0,03)	347 (0,17)
Total			3.931 (100)	195.936 (100)	2.976 (100)	202.843 (100)

En los años 2011 y 2013 se presentaron el mayor número de eventos centinela con un promedio de 95 casos diarios en el municipio de Envigado. Se puede observar que los años 2009, 2010 y 2012 fueron aquellos que no superaron el promedio de casos del periodo ($\bar{x}=69$). El año 2009 presentó el menor promedio diario del periodo, registrando 8 casos diarios de eventos centinela (**Figura 16**).

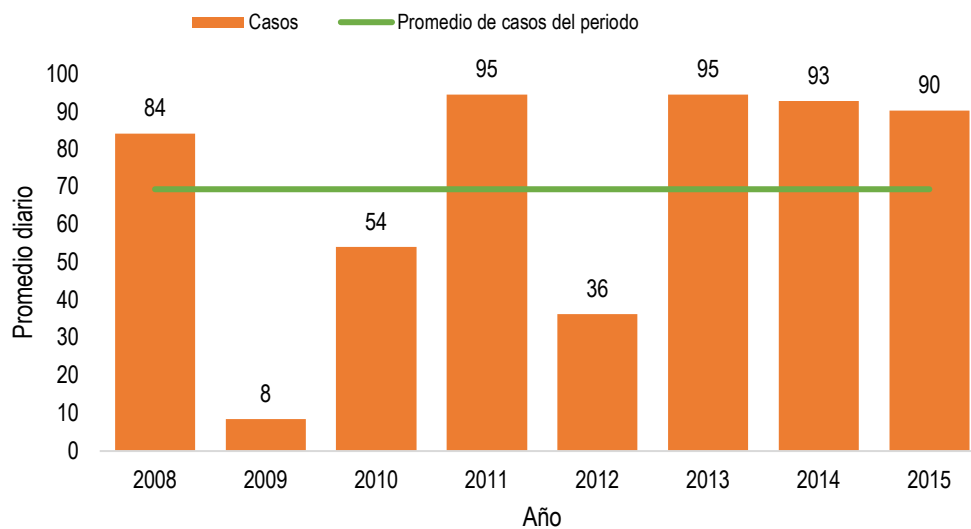


Figura 16. Distribución de los promedios diarios de casos de eventos centinela según año. Envigado 2008 – 2015.

Municipio de Girardota

En la distribución de los eventos centinela por grupo etario, entre los menores de 5 años y los mayores de 65 representaron el 32,5% de la morbilidad, siendo mayor la proporción en los hombres y mujeres menores de 5 años con un 23,9% y 16,2% respectivamente. Los grupos etarios que menos morbilidad registraron en el caso de los hombres fue en los grupos de edad de 50 a 54 y 60 a 64 años con un valor





porcentual del 3,2%; para las mujeres. la morbilidad se presentó en menor porcentaje entre los 60 a 44 años con un valor de 3,4% (Tabla 45).

Tabla 45. Distribución de los eventos centinela por grupos etarios. Girardota. 2008 – 2015

Edad	Mujer	Hombre	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
<5	4.838 (16,2)	5.746 (23,9)	10.584 (19,6)
5-9	2.469 (8,2)	2.596 (10,8)	5.065 (9,4)
10-14	1.619 (5,4)	1.590 (6,6)	3.209 (5,9)
15-19	1.529 (5,1)	1.120 (4,7)	2.649 (4,9)
20-24	2.289 (7,6)	1.761 (7,3)	4.050 (7,5)
25-29	2.244 (7,5)	1.610 (6,7)	3.854 (7,1)
30-34	1.973 (6,6)	1.352 (5,6)	3.325 (6,2)
35-39	1.587 (5,3)	1.062 (4,4)	2.649 (4,9)
40-44	1.695 (5,7)	857 (3,6)	2.552 (4,7)
45-49	1.653 (5,5)	882 (3,7)	2.535 (4,7)
50-54	1.601 (5,3)	776 (3,2)	2.377 (4,4)
55-59	1.492 (5)	880 (3,7)	2.372 (4,4)
60-64	1.004 (3,4)	772 (3,2)	1.776 (3,3)
>/65	3.951 (13,2)	3.017 (12,6)	6.968 (12,9)
Total	29.944 (100)	24.021 (100)	53.965 (100)

Al observar la distribución de los casos de eventos centinela. la mayoría de estos fueron atribuidos a las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (58,4%) seguido de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (23,7%). Se puede observar que otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos con menos casos registrados en el municipio de Girardota (Tabla 46).

Tabla 46. Distribución de los casos de eventos centinela por grupos diagnósticos CIE 10. Girardota. 2008 – 2015

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	n	%
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	1.738	3,2
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	329	0,6
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	212	0,4
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	31.495	58,4
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	1.568	2,9
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	3.085	5,7
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	2.629	4,9
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	12.804	23,7
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	9	0,02
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	53	0,1





XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	45	0,1
Total			53.967	100,0

En la distribución de los eventos centinela se observaron semejanzas por sexo; las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (58,3%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (23,7%) fueron los grupos que más casos registraron tanto para los hombres como las mujeres en el municipio de Girardota; los otros trastornos originados en el periodo perinatal fueron el grupo que menos casos registraron para ambos sexos en el periodo 2008 al 2015. El mayor porcentaje de eventos centinela fue para las mujeres con un 55,5% (Tabla 47).

Tabla 47. Distribución de los casos de eventos centinela según sexo. Girardota. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Mujer	Hombre	Total
			n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	945 (3,15)	793 (3,3)	1.738 (3,22)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	91 (0,3)	238 (0,99)	329 (0,6)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	101 (0,33)	111 (0,46)	212 (0,39)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	17.639 (58,9)	13.855 (57,6)	31.494 (58,3)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	829 (2,76)	739 (3,07)	1.568 (2,9)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	1.776 (5,93)	1.308 (5,44)	3.084 (5,71)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	1.443 (4,81)	1.186 (4,93)	2.629 (4,87)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	7.025 (23,4)	5.779 (24)	12.804 (23,7)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	9 (0,03)	0 (0)	9 (0,01)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	53 (0,17)	0 (0)	53 (0,09)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	33 (0,11)	12 (0,04)	45 (0,08)
Total			29.944 (100)	24.021 (100)	53.965 (100)

En el análisis de los eventos centinela por servicio de atención, más del 97,8% de los casos fueron registrados en consulta externa. En consulta externa y urgencias las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores contribuyeron con el 59,5% y 23,9% de los casos respectivamente. En el servicio de hospitalización, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 42,4% de los





casos. Los otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos diagnósticos que menos casos aportaron en cada uno de los tres servicios de atención (**Tabla 48**).





Tabla 48. Distribución de los casos de eventos centinela según servicio. Girardota. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Hospitalización	Consulta Externa	Urgencias	Total
			n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	1 (0,09)	1.731 (3,28)	6 (3,26)	1.738 (3,22)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	38 (3,74)	281 (0,53)	10 (5,43)	329 (0,6)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	29 (2,85)	180 (0,34)	3 (1,63)	212 (0,39)
	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	37 (3,64)	31.414 (59,5)	44 (23,9)	31.495 (58,3)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	394 (38,8)	1.137 (2,15)	37 (20,1)	1.568 (2,9)
X	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	66 (6,5)	3.000 (5,68)	19 (10,3)	3.085 (5,71)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	2 (0,19)	2.626 (4,97)	1 (0,54)	2.629 (4,87)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	430 (42,4)	12.311 (23,3)	63 (34,2)	12.804 (23,7)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	0 (0)	9 (0,01)	0 (0)	9 (0,01)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	10 (0,98)	43 (0,08)	0 (0)	53 (0,09)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	7 (0,69)	37 (0,07)	1 (0,54)	45 (0,08)
Total			1.014 (100)	52.769 (100)	184 (100)	53.967 (100)

En el año 2012 se presentó el mayor número de eventos centinela con un promedio de 96 casos diarios en el municipio de Girardota. Se puede observar que los años 2012 a 2015. superaron el promedio de casos del periodo ($x=18$). El año 2011 presentó el menor promedio diario del periodo, registrando 10 casos diarios de eventos centinela (**Figura 17**).



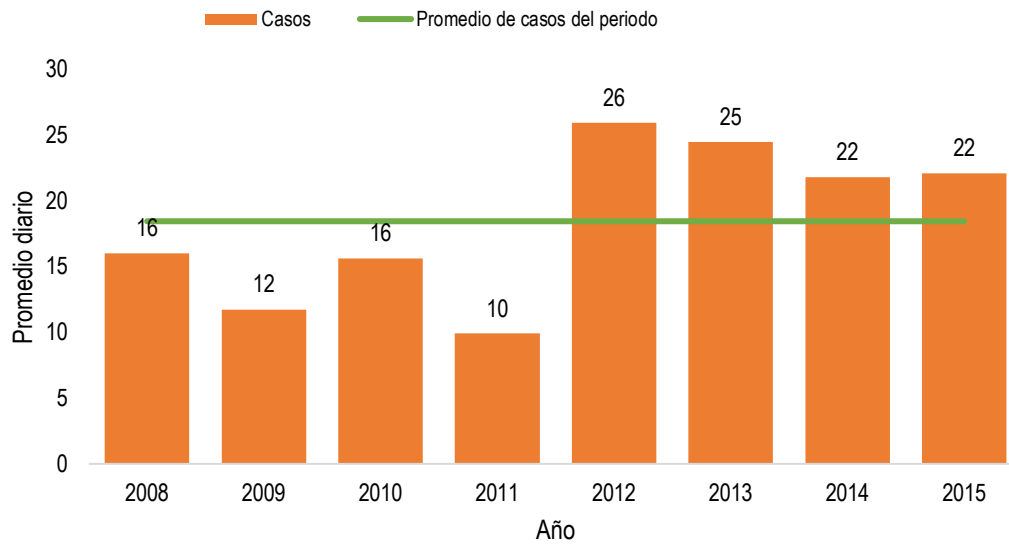


Figura 17. Distribución de los promedios diarios de casos de eventos centinela según año. Girardota 2008 – 2015.

Municipio de Itagüí

En la distribución de los eventos centinela por grupo etario, entre los menores de 5 años y los mayores de 65 representaron el 37,3% de la morbilidad, siendo mayor la proporción en los hombres y mujeres menores de 5 años con un 28,1% y 18% respectivamente. Los grupos etarios que menos morbilidad registraron en el caso de los hombres fue en los grupos de edad de 40 a 44 años con un valor porcentual del 3,1%; para las mujeres, la morbilidad se presentó en menor porcentaje entre los 10 a 14 años con un valor de 4,3% (**Tabla 49**).

Tabla 49. Distribución de los eventos centinela por grupos etarios. Itagüí. 2008 – 2015

Edad	Mujer	Hombre	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
<5	22.221 (18)	25.719 (28,1)	47.940 (22,3)
5-9	8.927 (7,3)	9.414 (10,3)	18.341 (8,5)
10-14	5.344 (4,3)	6.124 (6,7)	11.468 (5,3)
15-19	5.892 (4,8)	3.792 (4,1)	9.684 (4,5)
20-24	9.004 (7,3)	5.276 (5,8)	14.280 (6,6)
25-29	8.656 (7)	5.359 (5,8)	14.015 (6,5)
30-34	7.336 (6)	4.364 (4,8)	11.700 (5,4)
35-39	5.835 (4,7)	2.915 (3,2)	8.750 (4,1)





40-44	5.840 (4,7)	2.813 (3,1)	8.653 (4)
45-49	6.724 (5,5)	3.217 (3,5)	9.941 (4,6)
50-54	6.628 (5,4)	3.426 (3,7)	10.054 (4,7)
55-59	6.027 (4,9)	3.368 (3,7)	9.395 (4,4)
60-64	5.362 (4,4)	3.019 (3,3)	8.381 (3,9)
>/65	19.325 (15,7)	12.849 (14)	32.174 (15)
Total	123.121 (100)	91.655 (100)	214.776 (100)

Al observar la distribución de los casos de eventos centinela, la mayoría de estos fueron atribuidos a las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (51,6%) seguido de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (26,8%). Se puede observar que otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos con menos casos registrados en el municipio de Itagüí (**Tabla 50**).

Tabla 50. Distribución de los casos de eventos centinela por grupos diagnósticos CIE 10. Itagüí. 2008 – 2015

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	n	%
VIII	H65-H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	8.512	4,0
IX	I20-I25	Enfermedades isquémicas del corazón	1.243	0,6
	I60-I69	Enfermedades cerebrovasculares	1.636	0,8
	J00-J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	110.768	51,6
X	J09-J18	Influenza [gripe] y neumonía	9.854	4,6
	J20-J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	13.478	6,3
	J30-J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	10.933	5,1
	J40-J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	57.491	26,8
XV	O30-O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	65	0,03
	O60-O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	264	0,1
XVI	P90-P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	532	0,2
Total			214.776	100,0

En la distribución de los eventos centinela se observaron semejanzas por sexo; las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (51,5%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (26,7%) fueron los grupos que más casos registraron tanto para los hombres como las mujeres en el municipio de Itagüí; los otros trastornos originados en el periodo perinatal fueron el grupo que menos casos registraron para ambos sexos en el periodo 2008 al 2015. El mayor porcentaje de eventos centinela fue para las mujeres con un 57,3% (**Tabla 51**).

Tabla 51. Distribución de los casos de eventos centinela según sexo. Itagüí. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Mujer	Hombre	Total
			n(%)	n(%)	n(%)





VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	4.699 (3,81)	3.813 (4,16)	8.512 (3,96)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	479 (0,38)	764 (0,83)	1.243 (0,57)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	818 (0,66)	818 (0,89)	1.636 (0,76)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	65.914 (53,5)	44.854 (48,9)	110.768 (51,5)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	5.245 (4,26)	4.609 (5,02)	9.854 (4,58)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	7.780 (6,31)	5.698 (6,21)	13.478 (6,27)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	5.783 (4,69)	5.150 (5,61)	10.933 (5,09)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	31.750 (25,7)	25.741 (28)	57.491 (26,7)
	XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	64 (0,05)	1 (0)
O60–O75		Complicaciones del trabajo de parto y del parto	264 (0,21)	0 (0)	264 (0,12)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	325 (0,26)	207 (0,22)	532 (0,24)
Total			123.121 (100)	91.655 (100)	214.776 (100)

En el análisis de los eventos centinela por servicio de atención más del 92,5% de los casos fueron registrados en consulta externa. En consulta externa y urgencias las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores contribuyeron con el 53,7% y 40,3% de los casos respectivamente. En el servicio de hospitalización las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 44,3% de los casos. Los otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos diagnósticos que menos casos aportaron en cada uno de los tres servicios de atención (**Tabla 52**).





Tabla 52. Distribución de los casos de eventos centinela según servicio. Itagüí. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Hospitalización	Consulta Externa	Urgencias	Total
			n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	24 (0,35)	8.051 (4,05)	437 (4,65)	8.512 (3,96)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	216 (3,21)	973 (0,48)	54 (0,57)	1.243 (0,57)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	210 (3,12)	1.373 (0,69)	53 (0,56)	1.636 (0,76)
	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	157 (2,33)	106.827 (53,7)	3.784 (40,3)	110.768 (51,5)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	2.461 (36,5)	6.466 (3,25)	927 (9,87)	9.854 (4,58)
X	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	521 (7,74)	11.694 (5,88)	1.263 (13,4)	13.478 (6,27)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	0 (0)	10.917 (5,49)	16 (0,17)	10.933 (5,09)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	2.985 (44,3)	51.679 (26)	2.827 (30,1)	57.491 (26,7)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	13 (0,19)	47 (0,02)	5 (0,05)	65 (0,03)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	76 (1,12)	176 (0,08)	12 (0,12)	264 (0,12)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	64 (0,95)	462 (0,23)	6 (0,06)	532 (0,24)
Total			6.727 (100)	198.665 (100)	9.384 (100)	214.776 (100)

En el año 2011 se presentó el mayor número de eventos centinela con un promedio de 101 casos diarios en el municipio de Itagüí. Se puede observar que los años 2009, 2010 y 2014 no superaron el promedio de casos del periodo ($x=74$). El año 2009 presentó el menor promedio diario del periodo registrando 21 casos diarios de eventos centinela (**Figura 18**).



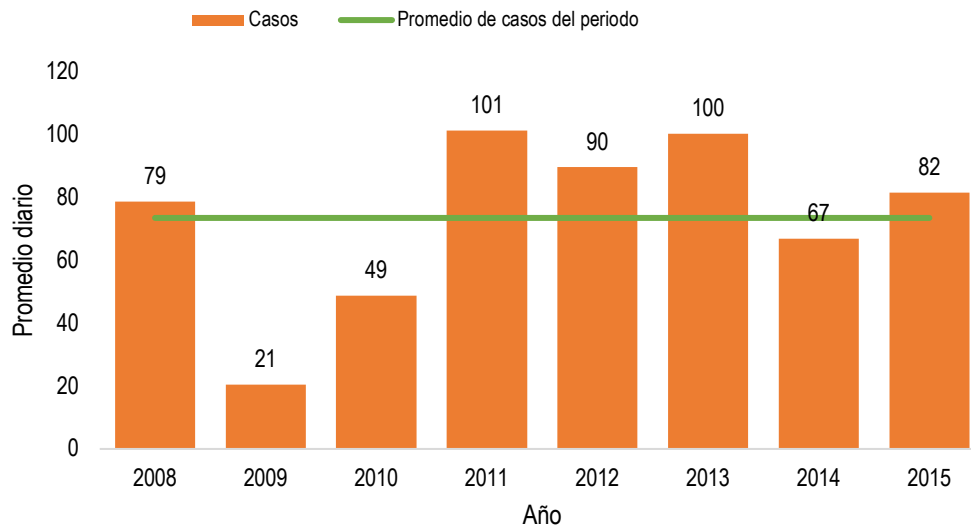


Figura 18. Distribución de los promedios diarios de casos de eventos centinela según año. Itagüí 2008 – 2015.

Municipio de La Estrella

En la distribución de los eventos centinela por grupo etario, entre los menores de 5 años y los mayores de 65 representaron el 38% de la morbilidad, siendo mayor la proporción en los hombres menores de 5 años con un 25,5%; en el caso de las mujeres, la mayor proporción se presenta en las mayores de 65 años con un 19%. Los grupos etarios que menos morbilidad registraron en el caso de los hombres fue en los grupos de edad de 45 a 49 años con un valor porcentual del 3,1%; para las mujeres, la morbilidad se presentó en menor porcentaje entre los 40 a 44 años con un valor de 5% (**Tabla 53**)

Tabla 53. Distribución de los eventos centinela por grupos etarios. La Estrella. 2008 – 2015

Edad	Mujer	Hombre	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
<5	3.864 (15,6)	4.779 (25,5)	8.643 (19,8)
5-9	1.618 (6,5)	1.820 (9,7)	3.438 (7,9)
10-14	1.263 (5,1)	1.215 (6,5)	2.478 (5,7)
15-19	1.269 (5,1)	815 (4,4)	2.084 (4,8)
20-24	1.536 (6,2)	967 (5,2)	2.503 (5,7)
25-29	1.401 (5,6)	953 (5,1)	2.354 (5,4)
30-34	1.326 (5,3)	694 (3,7)	2.020 (4,6)
35-39	1.177 (4,7)	628 (3,4)	1.805 (4,1)





40-44	1.251 (5)	679 (3,6)	1.930 (4,4)
45-49	1.297 (5,2)	587 (3,1)	1.884 (4,3)
50-54	1.516 (6,1)	766 (4,1)	2.282 (5,2)
55-59	1.417 (5,7)	789 (4,2)	2.206 (5,1)
60-64	1.186 (4,8)	788 (4,2)	1.974 (4,5)
>/65	4.709 (19)	3.232 (17,3)	7.941 (18,2)
Total	24.830 (100)	18.712 (100)	43.542 (100)

Al observar la distribución de los casos de eventos centinela. la mayoría de estos fueron atribuidos a las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (51%) seguido de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (28,2%). Se puede observar que otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos con menos casos registrados en el municipio de La Estrella (**Tabla 54**).

Tabla 54. Distribución de los casos de eventos centinela por grupos diagnósticos CIE 10. La Estrella. 2008 – 2015

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	n	%
VIII	H65-H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	1.160	2,7
IX	I20-I25	Enfermedades isquémicas del corazón	304	0,7
	I60-I69	Enfermedades cerebrovasculares	289	0,7
X	J00-J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	22.198	51,0
	J09-J18	Influenza [gripe] y neumonía	2.352	5,4
	J20-J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	2.855	6,6
	J30-J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	1.824	4,2
	J40-J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	12.290	28,2
XV	O30-O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	21	0,05
	O60-O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	36	0,1
XVI	P90-P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	213	0,5
Total			43.542	100,0

En la distribución de los eventos centinela se observaron semejanzas por sexo; las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (50,9%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (28,2%) fueron los grupos que más casos registraron tanto para los hombres como las mujeres en el municipio de La Estrella; los otros trastornos originados en el periodo perinatal fueron el grupo que menos casos registraron para ambos sexos en el periodo 2008 al 2015. El mayor porcentaje de eventos centinela fue para las mujeres con un 57% (**Tabla 55**).





Tabla 55. Distribución de los casos de eventos centinela según sexo. La Estrella. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Mujer	Hombre	Total
			n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	664 (2,67)	496 (2,65)	1.160 (2,66)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	125 (0,5)	179 (0,95)	304 (0,69)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	108 (0,43)	181 (0,96)	289 (0,66)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	13.183 (53)	9.015 (48,1)	22.198 (50,9)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	1.281 (5,15)	1.071 (5,72)	2.352 (5,4)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	1.650 (6,64)	1.205 (6,43)	2.855 (6,55)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	951 (3,83)	873 (4,66)	1.824 (4,18)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	6.725 (27)	5.565 (29,7)	12.290 (28,2)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	21 (0,08)	0 (0)	21 (0,04)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	36 (0,14)	0 (0)	36 (0,08)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	86 (0,34)	127 (0,67)	213 (0,48)
Total			24.830 (100)	18.712 (100)	43.542 (100)

En el análisis de los eventos centinela por servicio de atención más del 94,9% de los casos fueron registrados en consulta externa. En consulta externa y urgencias las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores contribuyeron con el 53% y 32,7% de los casos respectivamente. En el servicio de hospitalización, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 39,9% de los casos. Los otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos diagnósticos que menos casos aportaron en cada uno de los tres servicios de atención (**Tabla 56**).





Tabla 56. Distribución de los casos de eventos centinela según servicio. La Estrella. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Hospitalización	Consulta Externa	Urgencias	Total
			n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	4 (0,27)	1.123 (2,71)	33 (4,47)	1.160 (2,66)
	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	49 (3,31)	249 (0,6)	6 (0,81)	304 (0,69)
IX	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	41 (2,77)	238 (0,57)	10 (1,35)	289 (0,66)
	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	44 (2,97)	21.913 (53)	241 (32,7)	22.198 (50,9)
X	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	569 (38,4)	1.681 (4,06)	102 (13,8)	2.352 (5,4)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	142 (9,6)	2.611 (6,31)	102 (13,8)	2.855 (6,55)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	1 (0,06)	1.822 (4,4)	1 (0,13)	1.824 (4,18)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	591 (39,9)	11.462 (27,7)	237 (32,1)	12.290 (28,2)
	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	5 (0,33)	15 (0,03)	1 (0,13)	21 (0,04)
XV	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	16 (1,08)	18 (0,04)	2 (0,27)	36 (0,08)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	17 (1,14)	194 (0,46)	2 (0,27)	213 (0,48)
Total			1.479 (100)	41.326 (100)	737 (100)	43.542 (100)

En el año 2015 se presentó el mayor número de eventos centinela con un promedio de 19 casos diarios en el municipio de La Estrella. Se puede observar que los años 2012 a 2015 superaron el promedio de casos del periodo ($x=15$). El año 2008 presentó el menor promedio diario del periodo registrando 10 casos diarios de eventos centinela (**Figura 19**).



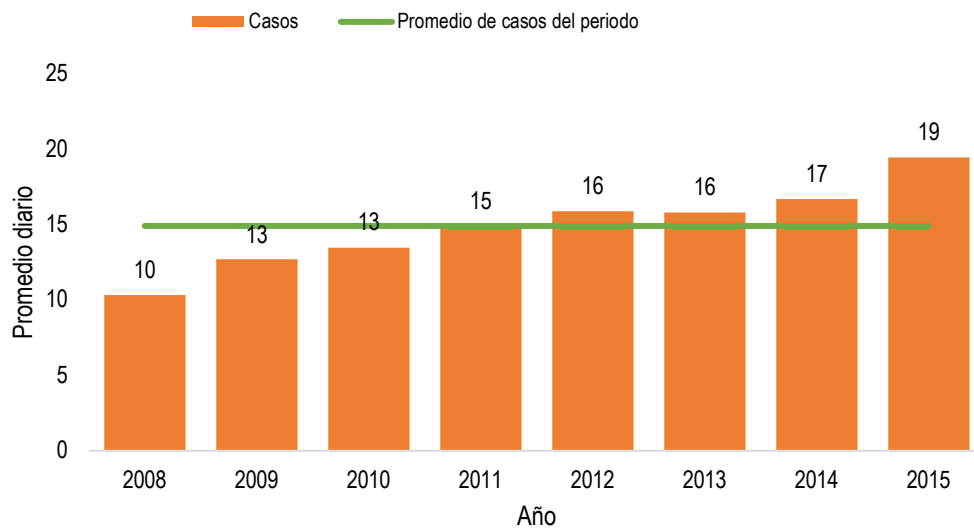


Figura 19. Distribución de los promedios diarios de casos de eventos centinela según año. La Estrella 2008 – 2015.

Municipio de Medellín

En la distribución de los eventos centinela por grupo etario entre los menores de 5 años y los mayores de 65 representaron el 42,8% de la morbilidad. siendo mayor la proporción en los hombres menores de 5 años con un 30,6%; para el caso de las mujeres. la mayor proporción de eventos centinela se presentó para el grupo de edad de más de 65 años con un 20,8%. Los grupos etarios que menos morbilidad registraron en el caso de los hombres fue en los grupos de edad de 40 a 44 años con un valor porcentual del 3,1%; para las mujeres. la morbilidad se presentó en menor porcentaje entre los 40 a 44 años con un valor de 4% (**Tabla 57**).





Tabla 57. Distribución de los eventos centinela por grupos etarios. Medellín. 2008 – 2015

Edad	Mujer	Hombre	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
<5	290.543 (20)	328.728 (30,6)	619.271 (24,5)
5-9	98.158 (6,7)	109.699 (10,2)	207.857 (8,2)
10-14	58.176 (4)	61.661 (5,7)	119.837 (4,7)
15-19	59.405 (4,1)	39.265 (3,7)	98.670 (3,9)
20-24	95.435 (6,6)	55.533 (5,2)	150.968 (6)
25-29	92.357 (6,3)	57.621 (5,4)	149.978 (5,9)
30-34	75.892 (5,2)	47.644 (4,4)	123.536 (4,9)
35-39	61.816 (4,2)	36.962 (3,4)	98.778 (3,9)
40-44	57.795 (4)	33.451 (3,1)	91.246 (3,6)
45-49	64.874 (4,5)	34.904 (3,3)	99.778 (3,9)
50-54	69.629 (4,8)	35.799 (3,3)	105.428 (4,2)
55-59	65.046 (4,5)	35.654 (3,3)	100.700 (4)
60-64	63.128 (4,3)	36.539 (3,4)	99.667 (3,9)
>/65	302.583 (20,8)	160.078 (14,9)	462.661 (18,3)
Total	1.454.837 (100)	1.073.538 (100)	2.528.375 (100)

Al observar la distribución de los casos de eventos centinela. la mayoría de estos fueron atribuidos a las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (53,8%). seguido de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (23,4%). Se puede observar que las enfermedades del pulmón debido a agentes externos y los otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos con menos casos registrados en el municipio de Medellín (**Tabla 58**).

Tabla 58. Distribución de los casos de eventos centinela por grupos diagnósticos CIE 10. Medellín. 2008 – 2015

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	n	%
VIII	H65-H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	79.624	3,1
IX	I20-I25	Enfermedades isquémicas del corazón	18.255	0,7
	I60-I69	Enfermedades cerebrovasculares	34.092	1,3
	J00-J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	1.360.097	53,8
	J09-J18	Influenza [gripe] y neumonía	117.733	4,7
X	J20-J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	166.578	6,6
	J30-J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	147.624	5,8
	J40-J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	591.229	23,4
	J60-J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	1	0,0
XV	O30-O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	848	0,03
	O60-O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	3.060	0,1
XVI	P90-P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento	9.224	0,4





		fetal		
	P05–P08	Otros trastornos originados en el período perinatal	11	0,0
Total			2.528.376	100,0

En la distribución de los eventos centinela se observaron semejanzas por sexo; las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (53,7%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (23,3%) fueron los grupos que más casos se registraron tanto para los hombres como las mujeres en el municipio de Medellín; las enfermedades del pulmón debido a agentes externos y los otros trastornos originados en el periodo perinatal fueron el grupo que menos casos registró para ambos sexos en el periodo 2008 al 2015. El 57,5% de los eventos centinela incidentes fueron registrados por las mujeres (Tabla 59).

Tabla 59. Distribución de los casos de eventos centinela según sexo. Medellín. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Mujer	Hombre	Total
			n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	42.905 (2,94)	36.719 (3,42)	79.624 (3,14)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	7.891 (0,54)	10.364 (0,96)	18.255 (0,72)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	17.819 (1,22)	16.273 (1,51)	34.092 (1,34)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	800.646 (55)	559.450 (52,1)	1.360.096 (53,7)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	63.545 (4,36)	54.188 (5,04)	117.733 (4,65)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	96.060 (6,6)	70.518 (6,56)	166.578 (6,58)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	76.709 (5,27)	70.915 (6,6)	147.624 (5,83)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	340.240 (23,3)	250.989 (23,3)	591.229 (23,3)
	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	1 (0)	0 (0)	1 (0)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	847 (0,05)	1 (0)	848 (0,03)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	3.059 (0,21)	1 (0)	3.060 (0,12)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	5.111 (0,35)	4.113 (0,38)	9.224 (0,36)
	P05–P08	Otros trastornos originados en el período perinatal	4 (0)	7 (0)	11 (0)
Total			1.454.83	1.073.53	2.528.37





7 (100) 8 (100) 5 (100)

En el análisis de los eventos centinela por servicio de atención, más del 94,3% de los casos fueron registrados en consulta externa. En consulta externa y urgencias las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores contribuyeron con más del 53% de los casos en cada uno de los servicios. En hospitalización, la influenza [gripe] y neumonía aportaron el 30,1% de los casos. Las enfermedades del pulmón debido a agentes externos y los otros trastornos originados en el período perinatal son los dos grupos diagnósticos que menos casos aportaron en cada uno de los tres servicios de atención (**Tabla 60**).





Tabla 60. Distribución de los casos de eventos centinela según servicio. Medellín. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Hospitalización	Consulta Externa	Urgencias	Total
			n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	264 (0,32)	77.580 (3,25)	1.780 (2,84)	79.624 (3,14)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	3.375 (4,15)	14.015 (0,58)	865 (1,38)	18.255 (0,72)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	5.732 (7,06)	27.711 (1,16)	649 (1,03)	34.092 (1,34)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	2.760 (3,4)	1.325.786 (55,5)	31.551 (50,4)	1.360.097 (53,7)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	24.485 (30,1)	85.156 (3,57)	8.092 (12,9)	117.733 (4,65)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	8.154 (10)	152.106 (6,37)	6.318 (10,1)	166.578 (6,58)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	29 (0,03)	147.270 (6,17)	325 (0,51)	147.624 (5,83)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	33.640 (41,4)	544.921 (22,8)	12.668 (20,2)	591.229 (23,3)
	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	0 (0)	1 (0)	0 (0)	1 (0)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	224 (0,27)	546 (0,02)	78 (0,12)	848 (0,03)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	1.303 (1,6)	1.648 (0,06)	109 (0,17)	3.060 (0,12)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	1.194 (1,47)	7.941 (0,33)	89 (0,14)	9.224 (0,36)
	P05–P08	Otros trastornos originados en el período perinatal	0 (0)	11 (0)	0 (0)	11 (0)
Total			81.160 (100)	2.384.692 (2 (100))	62.524 (100)	2.528.376 (6 (100))



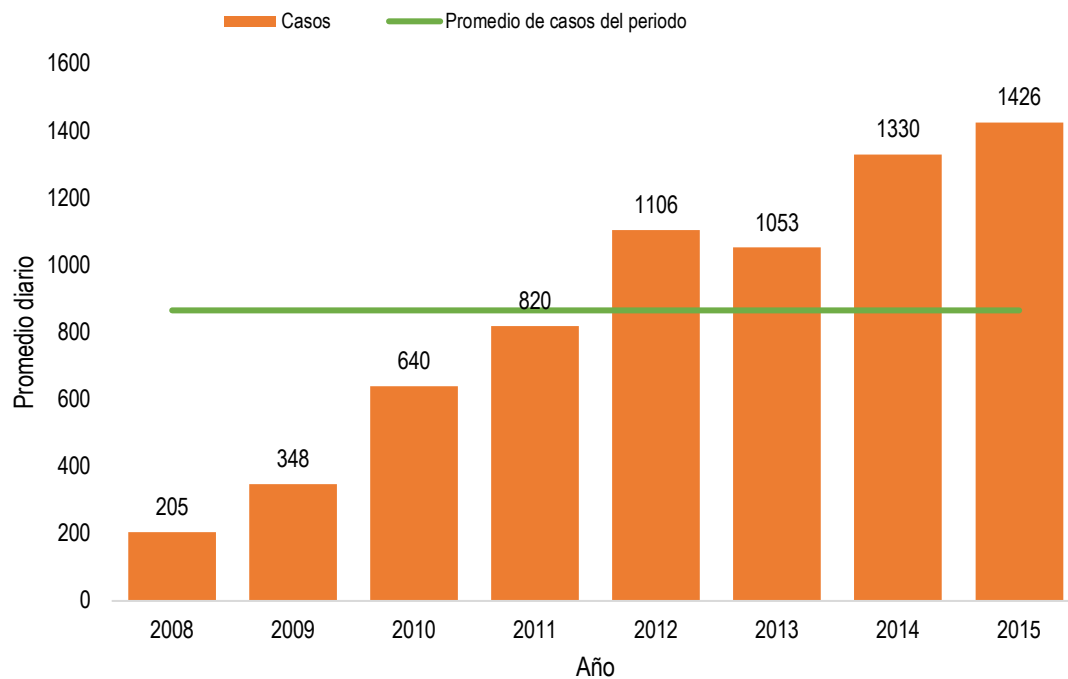


Figura 20. Distribución de los promedios diarios de casos de eventos centinela según año. Medellín 2008 – 2015.

En el año 2015 se presentó el mayor número de eventos centinela con un promedio de 1.426 casos diarios en el municipio de Medellín. Se puede observar que los años 2012 a 2015 superaron el promedio de casos del periodo ($x=866$). El año 2008 presentó el menor promedio diario del periodo registrando 205 casos diarios de eventos centinela (**Figura 20**).

Municipio de Sabaneta

En la distribución de los eventos centinela por grupo etario, entre los menores de 5 años y los mayores de 65 representaron 33,2% de la morbilidad, siendo mayor la proporción en los hombres menores de 5 años con un 24,8%; para el caso de las mujeres, con un 15,7%. Los grupos etarios que menos morbilidad registraron en el caso de los hombres fue en los grupos de edad de 40 a 44 años con un valor porcentual de 3,5%; para las mujeres, la morbilidad se presentó en menor porcentaje entre los 60 a 64 años con un valor de 4,2% (**Tabla 61**)





Tabla 61. Distribución de los eventos centinela por grupos etarios. Sabaneta. 2008 – 2015

Edad	Mujer	Hombre	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
<5	5.184 (15,7)	5.851 (24,8)	11.035 (19,5)
5-9	2.192 (6,6)	2.312 (9,8)	4.504 (8)
10-14	1.544 (4,7)	1.602 (6,8)	3.146 (5,6)
15-19	1.684 (5,1)	1.146 (4,9)	2.830 (5)
20-24	2.570 (7,8)	1.616 (6,8)	4.186 (7,4)
25-29	2.654 (8)	1.541 (6,5)	4.195 (7,4)
30-34	2.283 (6,9)	1.229 (5,2)	3.512 (6,2)
35-39	1.804 (5,5)	968 (4,1)	2.772 (4,9)
40-44	1.715 (5,2)	815 (3,5)	2.530 (4,5)
45-49	1.855 (5,6)	872 (3,7)	2.727 (4,8)
50-54	1.764 (5,3)	921 (3,9)	2.685 (4,7)
55-59	1.528 (4,6)	889 (3,8)	2.417 (4,3)
60-64	1.384 (4,2)	930 (3,9)	2.314 (4,1)
>/65	4.826 (14,6)	2.905 (12,3)	7.731 (13,7)
Total	32.987 (100)	23.597 (100)	56.584 (100)

Al observar la distribución de los casos de eventos centinela. la mayoría de estos fueron atribuidos a las infecciones de las vías respiratorias superiores (61%) seguido de las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (20%). Se puede observar que las enfermedades del pulmón debido a agentes externos otros trastornos originados en el período perinatal son los grupos con menos casos registrados en el municipio de Sabaneta (**Tabla 62**)





Tabla 62. Distribución de los casos de eventos centinela por grupos diagnósticos CIE 10. Sabaneta. 2008-2015

Capítulo o*	Categoría	Denominación del grupo	n	%
VIII	H65– H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	1.912	3,4
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	323	0,6
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	415	0,7
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	34.532	61,0
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	1.900	3,4
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	3.266	5,8
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	2.750	4,9
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	11.336	20,0
	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	1	0,0
XV	O30– O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	8	0,01
	O60– O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	38	0,1
XVI	P90– P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	103	0,2
Total			56.584	100,0

En la distribución de los eventos centinela se observaron semejanzas por sexo; las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (61%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (20%) fueron los grupos que más casos se registraron tanto para los hombres como las mujeres en el municipio de Sabaneta; las enfermedades del pulmón debido a agentes externos fue el grupo que menos casos registró para ambos sexos en el periodo 2008 al 2015. El 58,3% de los eventos centinela incidentes fueron registrados por las mujeres (**Tabla 63**)





Tabla 63. Distribución de los casos de eventos centinela según sexo. Sabaneta. 2008 – 2015

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Mujer n(%)	Hombre n(%)	Total n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	1.055 (3,19)	857 (3,63)	1.912 (3,37)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	124 (0,37)	199 (0,84)	323 (0,57)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	207 (0,62)	208 (0,88)	415 (0,73)
X	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	20.766 (62,9)	13.766 (58,3)	34.532 (61)
	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	1.030 (3,12)	870 (3,68)	1.900 (3,35)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	1.998 (6,05)	1.268 (5,37)	3.266 (5,77)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	1.462 (4,43)	1.288 (5,45)	2.750 (4,86)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	6.221 (18,8)	5.115 (21,6)	11.336 (20)
	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	1 (0)	0 (0)	1 (0)
	XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	8 (0,02)	0 (0)
O60–O75		Complicaciones del trabajo de parto y del parto	38 (0,11)	0 (0)	38 (0,06)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	77 (0,23)	26 (0,11)	103 (0,18)
Total			32.987 (100)	23.597 (100)	56.584 (100)

En el análisis de los eventos centinela por servicio de atención, más del 97,3% de los casos fueron registrados en consulta externa. En consulta externa y urgencias las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores contribuyeron con más del 35% de los casos en cada uno de los servicios. En hospitalización, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 45,3% de los casos. Las enfermedades del pulmón debido a agentes externos y los otros trastornos originados en el período perinatal son los dos grupos diagnósticos que menos casos aportaron en cada uno de los tres servicios de atención (**Tabla 64**).





Tabla 64. Distribución de los casos de eventos centinela según servicio. Sabaneta. 2008 – 2015.

Capítulo*	Categoría	Denominación del grupo	Hospitalización n(%)	Consulta Externa n(%)	Urgencias n(%)	Total n(%)
VIII	H65–H75	Enfermedades del oído medio y de la mastoides	1 (0,09)	1.888 (3,43)	23 (4,48)	1.912 (3,37)
IX	I20–I25	Enfermedades isquémicas del corazón	61 (5,85)	251 (0,45)	11 (2,14)	323 (0,57)
	I60–I69	Enfermedades cerebrovasculares	61 (5,85)	344 (0,62)	10 (1,94)	415 (0,73)
	J00–J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	31 (2,97)	34.320 (62,3)	181 (35,2)	34.532 (61)
X	J09–J18	Influenza [gripe] y neumonía	325 (31,2)	1.505 (2,73)	70 (13,6)	1.900 (3,35)
	J20–J22	Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	69 (6,62)	3.141 (5,7)	56 (10,9)	3.266 (5,77)
	J30–J39	Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	0 (0)	2.749 (4,99)	1 (0,19)	2.750 (4,86)
	J40–J47	Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	472 (45,3)	10.706 (19,4)	158 (30,7)	11.336 (20)
	J60–J70	Enfermedades del pulmón debidas a agentes externos	0 (0)	1 (0)	0 (0)	1 (0)
XV	O30–O48	Atención materna relacionada con el feto y la cavidad amniótica y con posibles problemas del parto	1 (0,09)	5 (0)	2 (0,38)	8 (0,01)
	O60–O75	Complicaciones del trabajo de parto y del parto	13 (1,24)	25 (0,04)	0 (0)	38 (0,06)
XVI	P90–P96	Trastornos relacionados con la duración de la gestación y el crecimiento fetal	7 (0,67)	95 (0,17)	1 (0,19)	103 (0,18)
Total			1.041 (100)	55.030 (100)	513 (100)	56.584 (100)



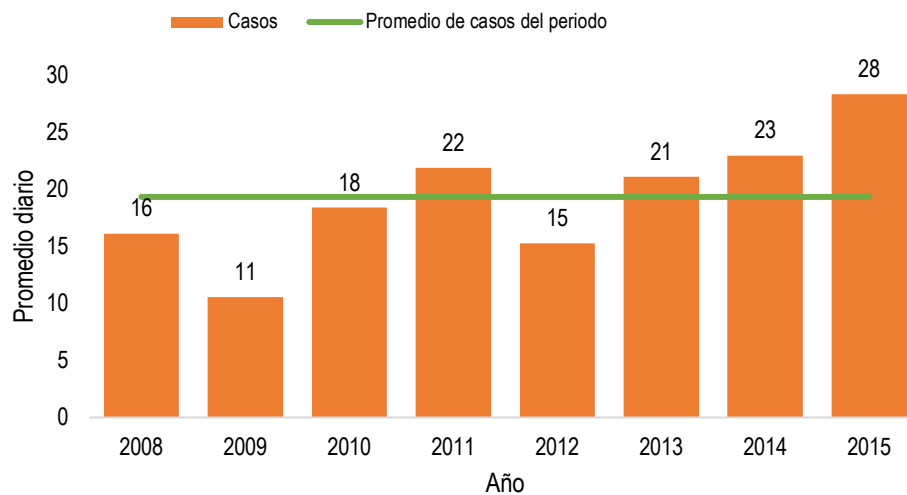


Figura 21. Distribución de los promedios diarios de casos de eventos centinela según año. Sabaneta 2008 – 2015.

En el año 2015 se presentó el mayor número de eventos centinela con un promedio de 28 casos diarios en el municipio de Sabaneta. Se puede observar que los años 2011, 2013 a 2015 superaron el promedio de casos del periodo ($\bar{x}=19$). El año 2009 presentó el menor promedio diario del periodo registrando 11 casos diarios de eventos centinela (**Figura 21**).

7.4 Mortalidad

Para la construcción de los resultados de mortalidad fue necesario; como primera medida, la realización de un análisis de calidad de los datos respectivos, los cuales contribuyeron a facilitar el análisis descriptivo de la mortalidad por eventos centinela.

El presente apartado presenta la calidad de los datos, seguido de un análisis de la mortalidad para el AMVA en general, para luego definir su comportamiento en cada uno de los municipios de estudio; destacando un análisis de la mortalidad por grupos de edad, sexo, eventos centinela (enfermedades del sistema respiratorio y circulatorio) con sus respectivos ajustes de tasas; así mismo, se definieron los Años Potenciales de Vida Perdidos por la mortalidad (APVP) como herramienta que permitió valorar el impacto de la mortalidad en la población de estudio.





3.2.1 Calidad de los datos

Según el módulo de mortalidad del CUBO – SISPRO. en total para el periodo comprendido entre 2008 – 2015 en los diez municipios pertenecientes al AMVA. se presentaron 41.074 defunciones por eventos centinela. de las cuales el 71,2% corresponden al municipio de Medellín (**Tabla 65**).

Tabla 65. Distribución final base de datos de mortalidad SISPRO 2008 – 2015 por eventos centinela en los municipios pertenecientes al Área Metropolitana

Municipio	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		TOTAL	
	n	%	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	% Total
Barbosa	70	1,2	80	1,4	77	1,3	68	1,2	86	1,5	71	1,2	74	1,2	75	1,2	602	1,3
Bello	528	9,4	501	9,0	616	10,3	498	8,6	580	9,9	499	8,6	517	8,7	590	9,5	4.331	9,3
Caldas	143	2,5	108	1,9	110	1,8	126	2,2	116	2,0	120	2,1	152	2,6	155	2,5	1.030	2,2
Copacabana	108	1,9	97	1,7	124	2,1	128	2,2	103	1,8	115	2,0	104	1,7	108	1,7	887	1,9
Envigado	328	5,8	325	5,9	348	5,8	345	6,0	371	6,4	335	5,8	328	5,5	389	6,3	2.769	5,9
Girardota	91	1,6	62	1,1	53	0,9	51	0,9	56	1,0	69	1,2	83	1,4	82	1,3	547	1,2
Itagüí	367	6,5	346	6,2	412	6,9	411	7,1	379	6,5	423	7,3	371	6,2	428	6,9	3.138	6,7
La Estrella	109	1,9	90	1,6	100	1,7	103	1,8	105	1,8	106	1,8	102	1,7	100	1,6	815	1,7
Medellín	3.832	67,9	3.891	70,1	4.044	67,9	3.989	69,1	3.977	68,1	3.998	68,8	4.142	69,6	4.155	67,2	32.029	68,6
Sabana	64	1,1	49	0,9	73	1,2	54	0,9	67	1,1	71	1,2	79	1,3	104	1,7	562	1,2
Total	5.640	10,0	5.549	10,0	5.958	10,0	5.774	10,0	5.841	10,0	5.808	10,0	5.952	10,0	6.187	10,0	46.708	100,0

Fuente: SISPRO. CUBOS – estadísticas vitales 2008 - 2015

Se obtuvieron resultados por sexo y grupo etario (quinquenal) para los diez municipios que conforman el AMVA. El nivel de sub-registro de mortalidad mostró diferencias notorias como el presentado en el municipio de Bello donde se registró el valor más alto de sub-registro con un 6%. notándose una marcada diferencia de las mujeres 8,5% con respecto a los hombres. Entre tanto, el municipio de Medellín con una alta concentración de población mantuvo valores estables en el periodo de estudio por debajo del 3%. Al analizar el sub-registro por edad y sexo se observó una leve tendencia mayor en las mujeres (**Tabla 66**).





Tabla 66. Sub-registro general de la mortalidad por sexo y año. Para los municipios del AMVA. 2008-2015

Municipio	Hombres			Mujeres			Total registrado	Total estimado	Sub-registro
	Registrado	Estimado	Sub-registro	Registrado	Estimado	Sub-registro			
Barbosa	270	277	2,5	195	201	3,0	465	478	2,7
Bello	1.640	1.693	3,1	1.633	1.779	8,2	3.273	3.472	6,0
Caldas	241	249	3,2	248	256	3,1	489	505	3,2
Copacabana	282	293	3,8	249	263	5,3	531	556	4,5
Envigado	1.406	1.450	3,0	1.707	1.772	3,7	3.113	3.222	3,4
Girardota	183	190	3,7	201	209	3,8	384	399	3,8
Itagüí	1.443	1.479	2,4	1.419	1.462	2,9	2.862	2.941	2,7
La estrella	215	221	2,7	279	289	3,5	494	510	3,1
Medellín	14.189	14.559	2,5	15.046	15.500	2,9	29.235	30.059	2,7
Sabaneta	126	131	3,8	123	129	4,7	249	260	5,0

3.2.2 Análisis descriptivo de las defunciones por eventos centinela

a. Descripción de la mortalidad en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. 2008 – 2015

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá durante el período comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 149.607 defunciones, de cuales el 31,1% correspondieron a eventos centinela. Solo el municipio de Medellín aportó el 68,6% de estas defunciones y conjuntamente con los municipios de Bello, Itagüí y Envigado, la contribución ascendió al 90,5% (**Tabla 67**).

Tabla 67. Defunciones por eventos centinela y peso relativo respecto al total de defunciones por municipio. Municipios del AMVA. 2008 – 2015.

Municipio	n	%	N*	n/N
Medellín	31.912	68,6	104.757	30,5
Bello	4.311	9,3	13.879	31,1
Itagüí	3.126	6,7	9.794	31,9
Envigado	2.756	5,9	7.793	35,4
Caldas	1.025	2,2	3.123	32,8
Copacabana	882	1,9	2.556	34,5
La Estrella	812	1,7	2.286	35,5





Barbosa	600	1,3	1.915	31,3
Girardota	558	1,2	1.882	29,6
Sabaneta	544	1,2	1.622	33,5
Total	46.525	100,0	149.607	31,1

Tabla 68. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad. AMVA. 2008 – 2015

Grupo de edad	n	%	% Acumulado
0-4	239	0,5	0,5
5-9	19	0,0	0,6
10-14	40	0,1	0,6
15-19	94	0,2	0,8
20-24	104	0,2	1,1
25-29	155	0,3	1,4
30-34	165	0,4	1,8
35-39	291	0,6	2,4
40-44	478	1,0	3,4
45-49	1.015	2,2	5,6
50-54	1.653	3,6	9,1
55-59	2.502	5,4	14,5
60-64	3.166	6,8	21,3
65-69	3.954	8,5	29,8
70-74	5.000	10,7	40,6
75-79	6.365	13,7	54,3
80 y más	21.284	45,7	100,0
Total	46.525	100,0	

El análisis de distribución de las defunciones por grupo de edad y sexo destacó el predominio de las muertes de las mujeres a partir de los 75 años; se observó que las defunciones de los hombres excedieron a las de las mujeres en un poco más del 10% para los grupos de edad por debajo de los 70 años (**Figura 22**).



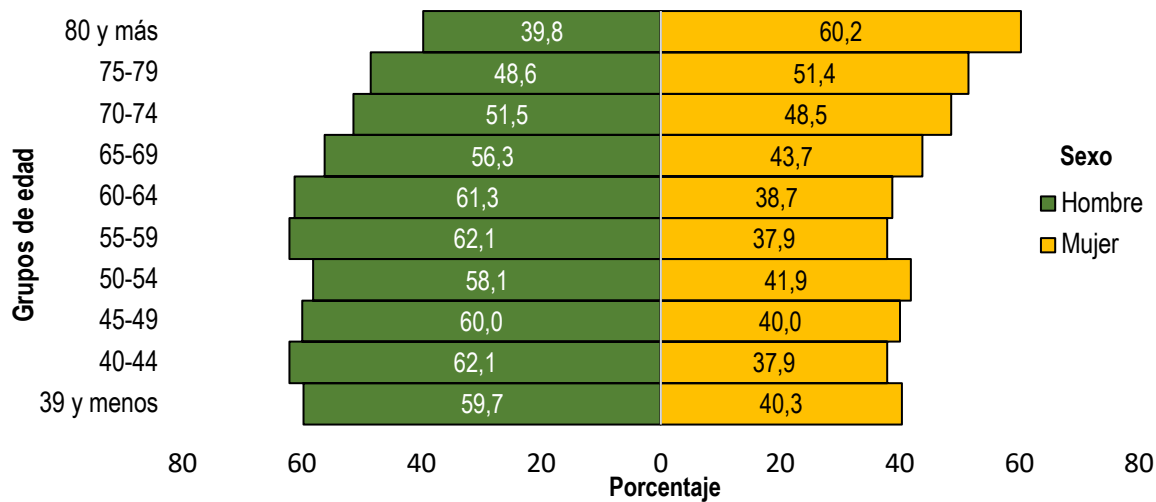


Figura 22. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad y sexo. AMVA. 2008 – 2015.

Los eventos centinela fueron agrupados según la clasificación CIE-10 en enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo XI) y enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X). Para el AMVA, en el período 2008 al 2015, se observó el protagonismo de las defunciones relacionadas con enfermedades del sistema circulatorio con un 64,8%, en comparación con las enfermedades del sistema respiratorio correspondiente a un 35,2% (

Tabla 69).

Tabla 69. Frecuencia de las defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10. AMVA. 2008 - 2015.

Eventos centinela capítulo de la CIE-10	n	%
Enfermedad del sistema circulatorio	30.153	64,8
Enfermedades del sistema respiratorio	16.372	35,2
Total	46.525	100

La tasa ajustada de mortalidad⁶ por enfermedades del sistema respiratorio para el AMVA, entre los años 2008 y 2015, fluctuó aproximadamente entre 45 y 54 muertes por cada 100.000 habitantes, manteniendo una tendencia relativamente estable hasta el año 2014. En el año 2015 se presentó el pico más alto con un valor de 54 muertes por cada 100.000 habitantes (**Figura 23**).

⁶ La tasa de mortalidad se ajustó por edad y sexo utilizando el método directo.



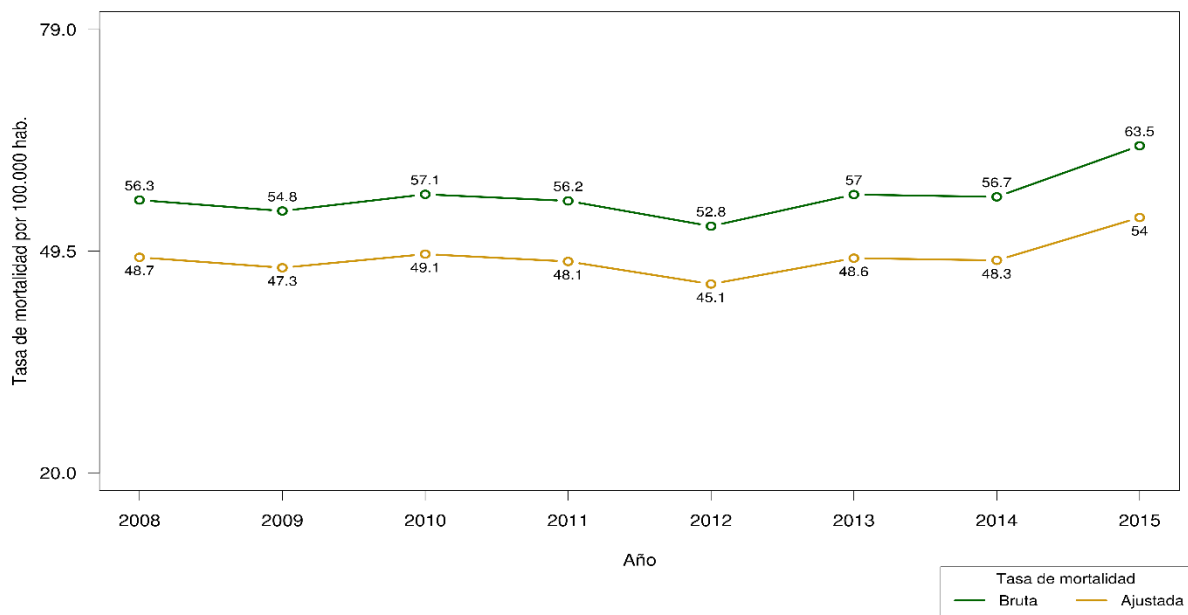


Figura 23. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año. AMVA. 2008 – 2015.

La tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio durante el mismo período de tiempo presentó valores más elevados comparado con la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio, fluctuando entre 84,4 por cada 100.000 habitantes (como valor mínimo en el año 2013) y 93,6 por cada 100.000 habitantes como valor máximo en el año 2010 (**Figura 24**).



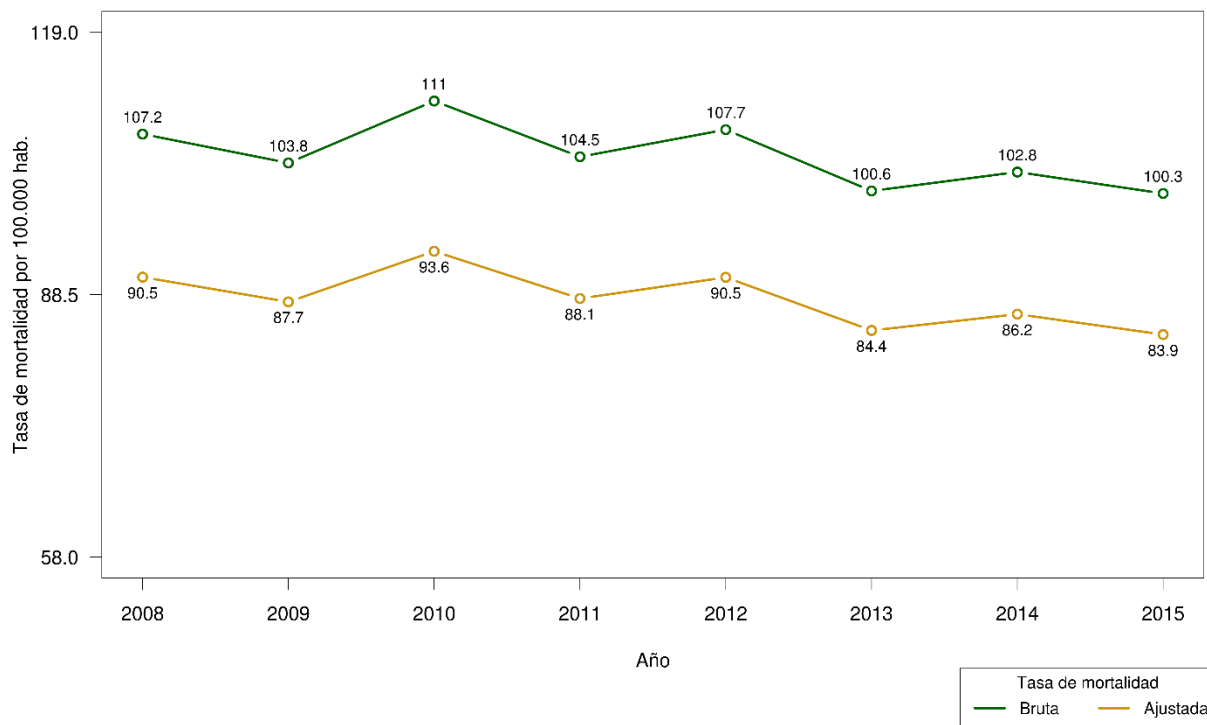


Figura 24. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año. AMVA. 2008 – 2015.

En relación a la distribución de las defunciones por los eventos centinela en cada enfermedad del capítulo de la CIE-10 según sexo, se observó que en el período 2008 – 2015, las mujeres presentaron la mayor frecuencia de mortalidad comparado con los hombres, destacándose mayor mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio con un 54,7% (**Tabla 70**).

Tabla 70. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10 y sexo. AMVA. 2008 - 2015.

Sexo	Enfermedades del sistema respiratorio	Enfermedad del Sistema Circulatorio	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Mujeres	8.953 (54,7)	15.201 (50,4)	24.154 (51,9)
Hombres	7.418 (45,3)	14.953 (49,6)	22.371 (48,1)
Total	16.371 (100)	30.154 (100)	46.525 (100)

Al analizar la distribución de las defunciones por grupos de la CIE-10, el mayor porcentaje de defunciones obedece a las enfermedades isquémicas del corazón (45,7%), seguido por las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (21,9%); tal como se observa en la Tabla 71, las primeras cuatro causas de defunción aportan el 97,8% del total de muertes por eventos





centinela en el periodo de estudio..

Tabla 71. Ordenamiento de las defunciones según grupo de la CIE-10. AMVA. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	21.273	45,7
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	10.202	21,9
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	8.315	17,9
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	5.716	12,3
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	565	1,2
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)	119	0,3
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)	117	0,3
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	77	0,2
Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)	66	0,1
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)	63	0,1
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	12	0,0
Total	46.525	100

Al analizar la mortalidad por eventos centinela de acuerdo a la agrupación por capítulos de la CIE-10. las enfermedades del sistema circulatorio aportan el mayor número de defunciones comparado con las enfermedades del sistema respiratorio (**Tabla 72**).

En el capítulo de las enfermedades del sistema circulatorio, las enfermedades isquémicas del corazón aportaron más de la mitad de las defunciones en el periodo de estudio, seguido de las enfermedades cerebrovasculares. Con respecto a las enfermedades del sistema respiratorio, las crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron más del 60% de las defunciones, seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía. Los demás grupos de enfermedades que constituyen el capítulo X aportaron el 2,8% de las defunciones.





Tabla 72. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio y respiratorio según grupo de la CIE-10. AMVA. 2008 - 2015.

Enfermedad del sistema circulatorio (Capítulo IX)	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	21.274	70,5
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	8.315	27,6
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	565	1,9
Total	30.154	100
Enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X)	n	%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	10.201	62,3
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	5.716	34,9
Demás causas	454	2,8
Total	16.371	100

Al revisar las defunciones por sexo y eventos centinela, las enfermedades isquémicas del corazón representan el mayor porcentaje para ambos sexos, sin embargo al revisar por separado, en los hombres ésta patología constituye el mayor porcentaje de muertes con un 50,1% de los casos. Para las mujeres, los porcentajes de mortalidad fueron mayores comparados con los de los hombres para el resto de eventos centinela que se presentan en la **Tabla 73**.

Tabla 73. Defunciones por grupo de la CIE-10 según sexo. AMVA. 2008 – 2015

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	Sexo	
	Hombre n (%)	Mujer n (%)
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	11.201 (50,1)	10.073 (41,7)
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	4.535 (20,3)	5.666 (23,5)
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	3.549 (15,9)	4.766 (19,7)
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	2.660 (11,9)	3.056 (12,7)
Otras causas (grupos centinela)	426 (1,9)	593 (2,5)
Total	22.371 (48,1)	24.154 (51,9)

En cuanto a la distribución de las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio en el AMVA, al comparar el comportamiento por sexo, se observó que los hombres presentaron una mayor tasa de mortalidad durante los años 2008 a 2012 en comparación a las mujeres, las cuales presentaron mayores tasas en los años 2013 (50,2 muertes por cada 100.000 habitantes), 2014 y 2015, año en el cual se alcanza la tasa de mortalidad más alta de todo el periodo de estudio (55,2 muertes por cada 100.000 habitantes) (**Figura 25**). La mayor tasa de mortalidad en hombres se presentó en el año 2015 con un valor de 53,6 muertes por cada 100.000 habitantes.



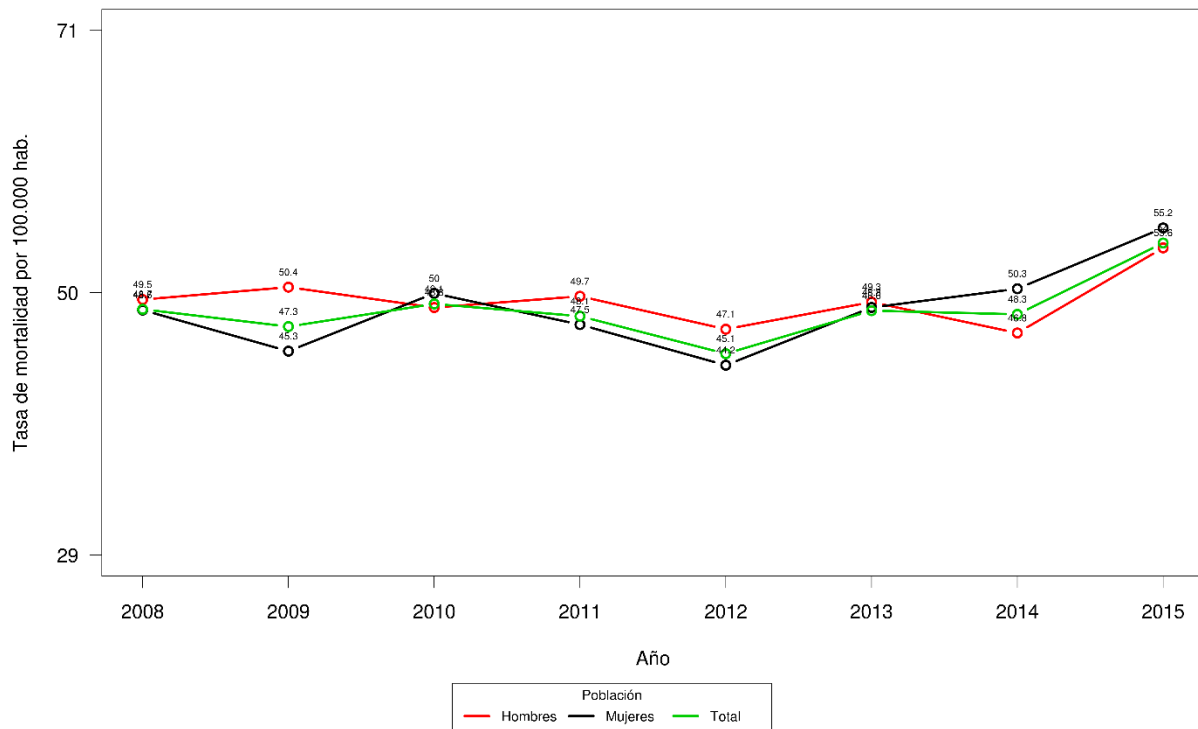


Figura 25. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año y sexo. AMVA. 2008 – 2015.

Durante el periodo de estudio, las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio fueron menores en comparación con las tasas de mortalidad por causas relacionadas con las enfermedades del sistema circulatorio. La mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio fue mayor en los hombres con un valor máximo de 103,8 muertes por cada 100.000 habitantes en el año 2010; año en que para el caso de las mujeres la mortalidad también fue mayor con un valor de 86,2 muertes por cada 100.000 habitantes (**Figura 26**). En general, las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio fueron más altas para los hombres.



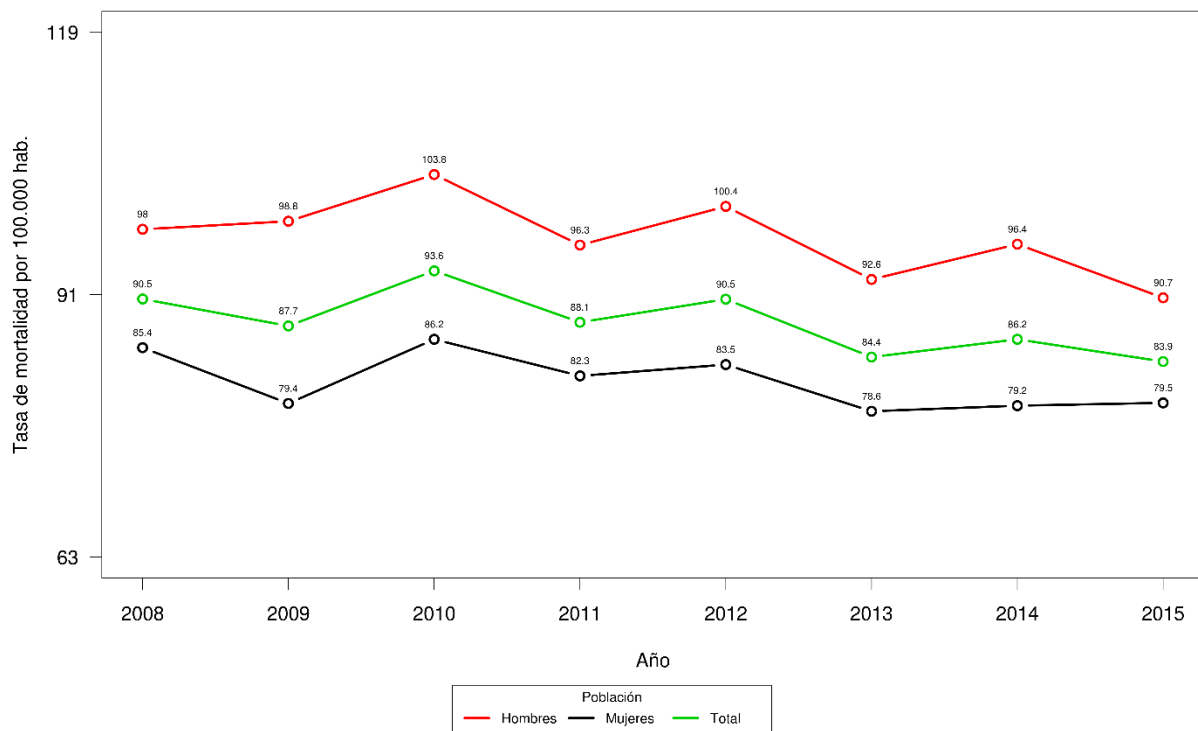


Figura 26. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año y sexo. AMVA. 2008 – 2015

b. Análisis descriptivo de las defunciones por eventos centinela por municipio

Municipio de Barbosa

En el municipio de Barbosa durante el período comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 1.915 defunciones. de las cuales el 31,3% correspondieron a eventos centinela. con un total de 600 muertes (**Tabla 67**).

Cuando se consideraron las edades en las cuales ocurrieron las defunciones por eventos centinela para el municipio de Barbosa, se destacó que el 83,7% de las muertes se presentaron a partir de los 60 años, con marcado predominio en el grupo de edad de 80 y más años con un 40,8% (**Tabla 74**).





Tabla 74. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad. Barbosa. 2008 – 2015.

Grupo de edad	n	%	% Acumulado
39 o menos ⁷	21	3,5	3,5
40-44	5	0,8	4,3
45-49	9	1,5	5,8
50-54	23	3,8	9,7
55-59	39	6,5	16,2
60-64	50	8,3	24,5
65-69	51	8,5	33,0
70-74	72	12,0	45,0
75-79	84	14,0	59,0
80 y más	245	40,8	100,0
Total	600	100	

La distribución de las defunciones por grupo de edad y sexo fueron analizadas. Se destacó el predominio de las muertes de las mujeres con un porcentaje de 60,3% entre los 40 a 44 años. Se observó que las defunciones de los hombres excedieron a las de las mujeres en diferentes porcentajes a partir de los 45 años de edad (**Figura 27**).

⁷ Debido a la baja frecuencia de presentación de las defunciones para los menores de 40 años, se conformó un único grupo para tal categoría y se conservaron los demás grupos quinquenales.



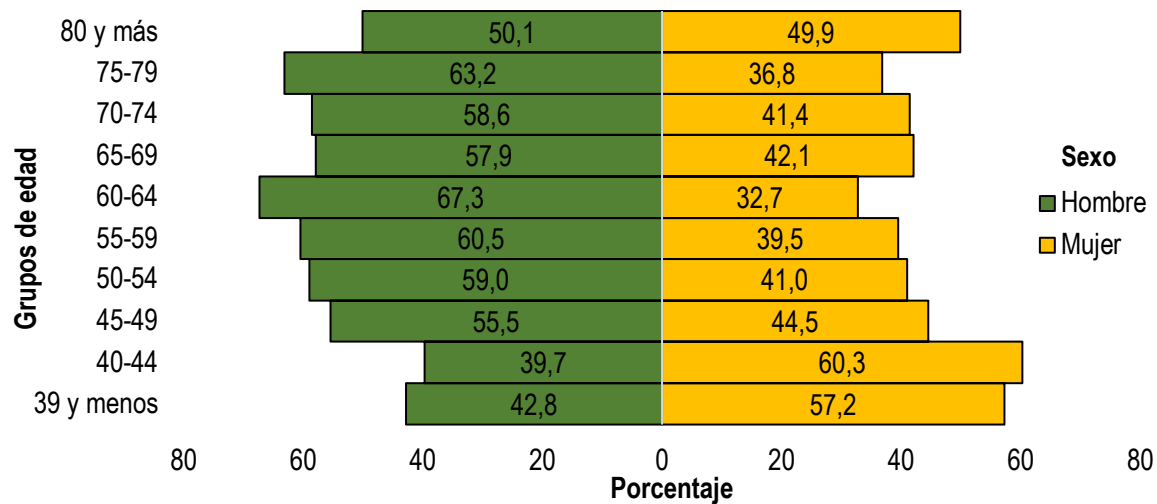


Figura 27. Defunciones por grupo de edad según sexo. Barbosa. 2008 – 2015.

Para el análisis por municipios, los eventos centinela también fueron agrupados según la clasificación CIE-10 en enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo XI) y enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X). Para el municipio de Barbosa, en el periodo de estudio, se observó el protagonismo de las defunciones relacionadas con enfermedades del sistema circulatorio con un 65%, en comparación con las enfermedades del sistema respiratorio con un 35% (**Tabla 75**).

Tabla 75. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10. Barbosa. 2008 - 2015.

Eventos centinela capítulo de la CIE-10	n	%
Enfermedad del sistema circulatorio	390	65,0
Enfermedades del sistema respiratorio	210	35,0
Total	600	100

La tasa ajustada de mortalidad⁸ por enfermedades del sistema respiratorio para el municipio de Barbosa, fluctuó aproximadamente entre 53,7 (como valor mínimo durante el periodo de estudio) y 85,4 (como valor máximo del periodo de estudio) muertes por cada 100.000 habitantes. En general, los valores de la tasa ajustada de mortalidad fueron mayores durante los años estudiados comparado con los valores correspondientes a la tasa bruta de mortalidad (**Figura 28**).

⁸ La tasa de mortalidad se ajustó por edad y sexo utilizando el método directo



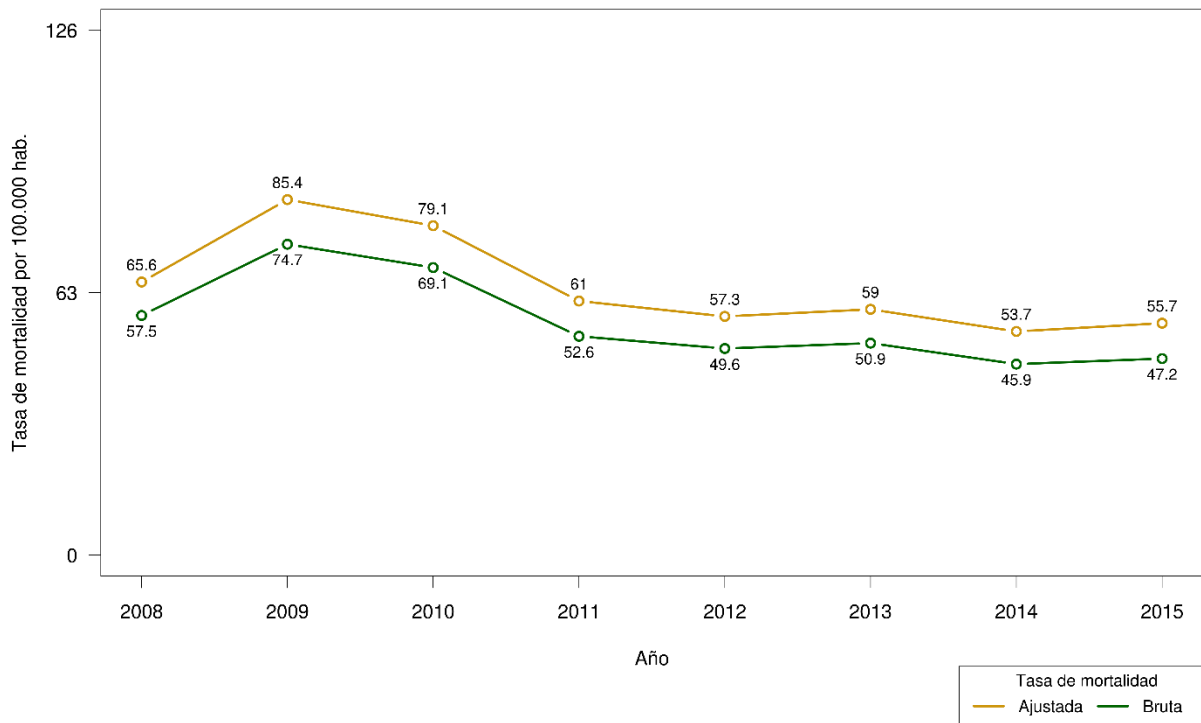


Figura 28. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año. Barbosa. 2008 – 2015.

Durante el periodo de estudio, la tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio presentó valores más elevados comparada con la tasa de mortalidad por enfermedades respiratorias. El valor más elevado se presentó en el año 2012 con 151,9 muertes por cada cien mil habitantes y el mínimo se observó en el año 2011 con un valor de 107 muertes por cada 100.000 habitantes (**Figura 29**). En general, los valores de la tasa bruta de mortalidad fueron menores durante los años estudiados en comparación con los valores de la tasa ajustada.



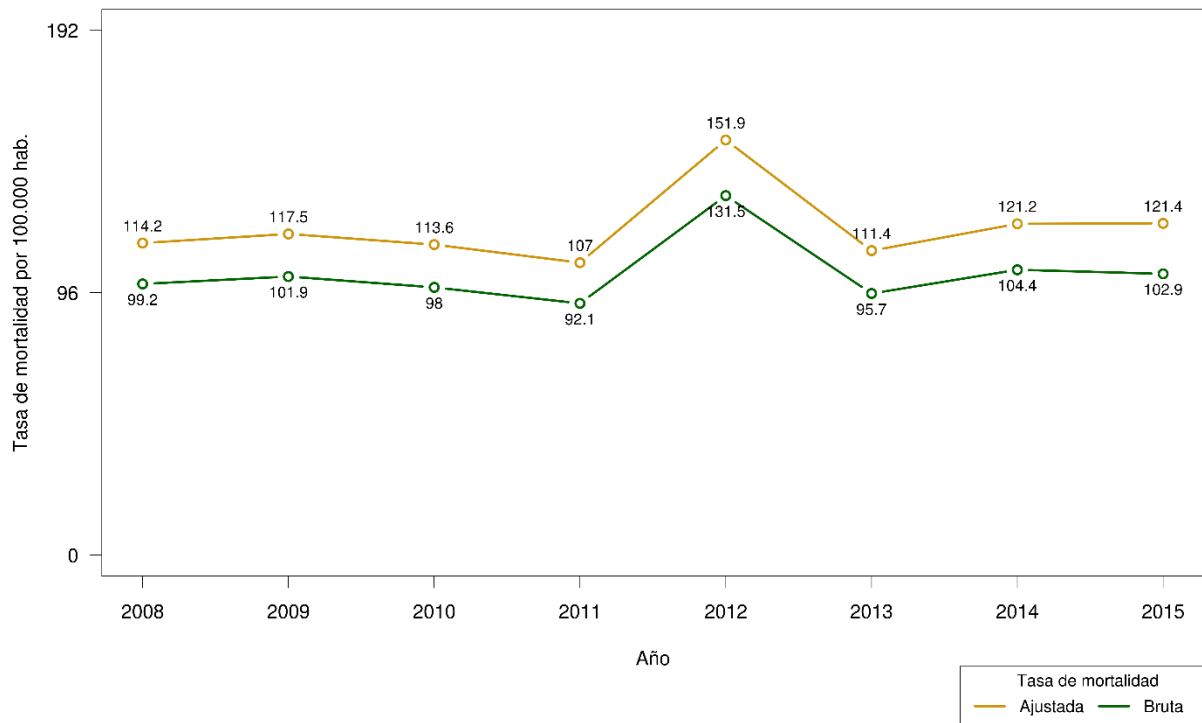


Figura 29. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año. Barbosa. 2008 – 2015.

En relación a la distribución de las defunciones por los eventos centinela en cada enfermedad del capítulo de la CIE-10 según sexo, se observó que en el periodo de estudio, los hombres presentaron mayor porcentaje de defunciones por enfermedades del sistema respiratorio y circulatorio (57,6% y 54,9% respectivamente) en comparación con las mujeres. Las mujeres presentaron mayor porcentaje de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio con un 45,1% (Tabla 76).

Tabla 76. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según sexo y capítulo de la CIE-10. Barbosa. 2008 - 2015

Sexo	Enfermedades del sistema respiratorio	Enfermedad del Sistema Circulatorio	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Mujeres	89 (42,4)	176 (45,1)	265 (44,2)
Hombres	121 (57,6)	214 (54,9)	335 (55,8)
Total	210 (100)	390 (100)	600 (100)

Al analizar la distribución de las defunciones por grupos de la CIE-10, el 97,2% correspondieron a las enfermedades isquémicas del corazón, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, las enfermedades cerebrovasculares y el grupo que incluye la influenza y la neumonía (Tabla 77).





Tabla 77. Ordenamiento de las defunciones según grupo de la CIE-10. Barbosa. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	284	47,3
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	147	24,5
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	95	15,8
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	57	9,5
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	11	1,8
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)	4	0,7
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)	1	0,2
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)	1	0,2
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	0	0,0
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	0	0,0
Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)	0	0,0
Total	600	100

De acuerdo a los datos expuestos en la **Tabla 78** en el capítulo de las enfermedades del sistema circulatorio, las isquémicas del corazón aportaron el 72,8% de las defunciones en el periodo de estudio, seguido de las enfermedades cerebrovasculares. Con respecto a las enfermedades del sistema respiratorio, las crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 70% de las defunciones, seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía. Los demás grupos de enfermedades que constituyen el capítulo X aportaron el 2,9% de las defunciones.

Tabla 78. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio y respiratorio según grupo de la CIE-10. Barbosa. 2008 - 2015

Enfermedad del sistema circulatorio (Capítulo IX)	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	284	72,8
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	95	24,4
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	11	2,8
Total	390	100
Enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X)	n	%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	147	70,0
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	57	27,1
Demás causas	6	2,9
Total	210	100

En cuanto a la distribución de las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio en el municipio de Barbosa, se observó una tasa fluctuante tanto en los hombres como en las mujeres. A lo largo del periodo, las tasas de mortalidad para los hombres fueron mayores en los años 2009, 2011,





2012 y 2014 con un valor máximo de 108,8 muertes por cada cien mil habitantes. Para el caso de las mujeres la mayor tasa se presentó en el año 2010 con un valor de 82,3 muertes por cada cien mil habitantes (**Figura 30**).

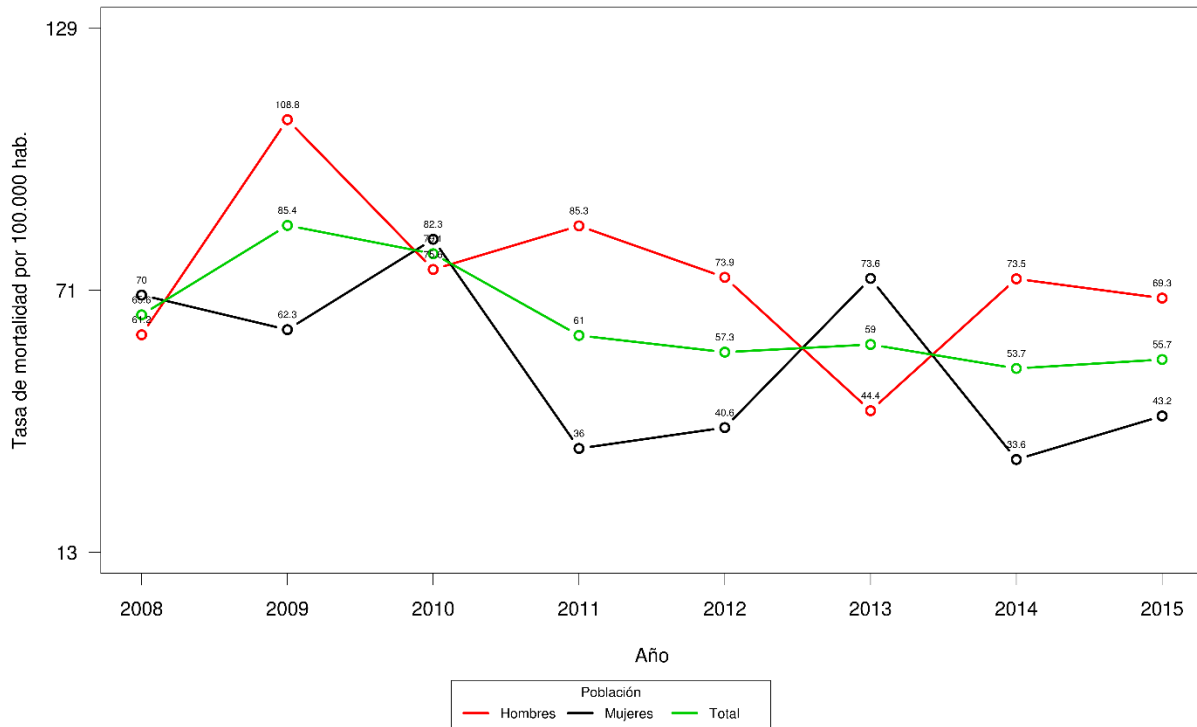


Figura 30. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año y sexo. Barbosa. 2008 – 2015

Las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema circulatorio fueron más elevadas comparadas con las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio. Durante el periodo de estudio se observa una fluctuación marcada de las tasas tanto en hombres como mujeres; para el caso de los hombres se observó un pico en el año 2012 con un valor de 199,7 muertes por cada cien mil habitantes, para las mujeres la mayor tasa se presentó en el año 2015 con un valor de 131,1 muertes por cada cien mil habitantes (**Figura 31**); así mismo, existen diferencias marcadas en las tasas de mortalidad de hombres y mujeres cada uno de los años estudiados, a excepción del año 2011 donde éstas asumen valores poco dispares.



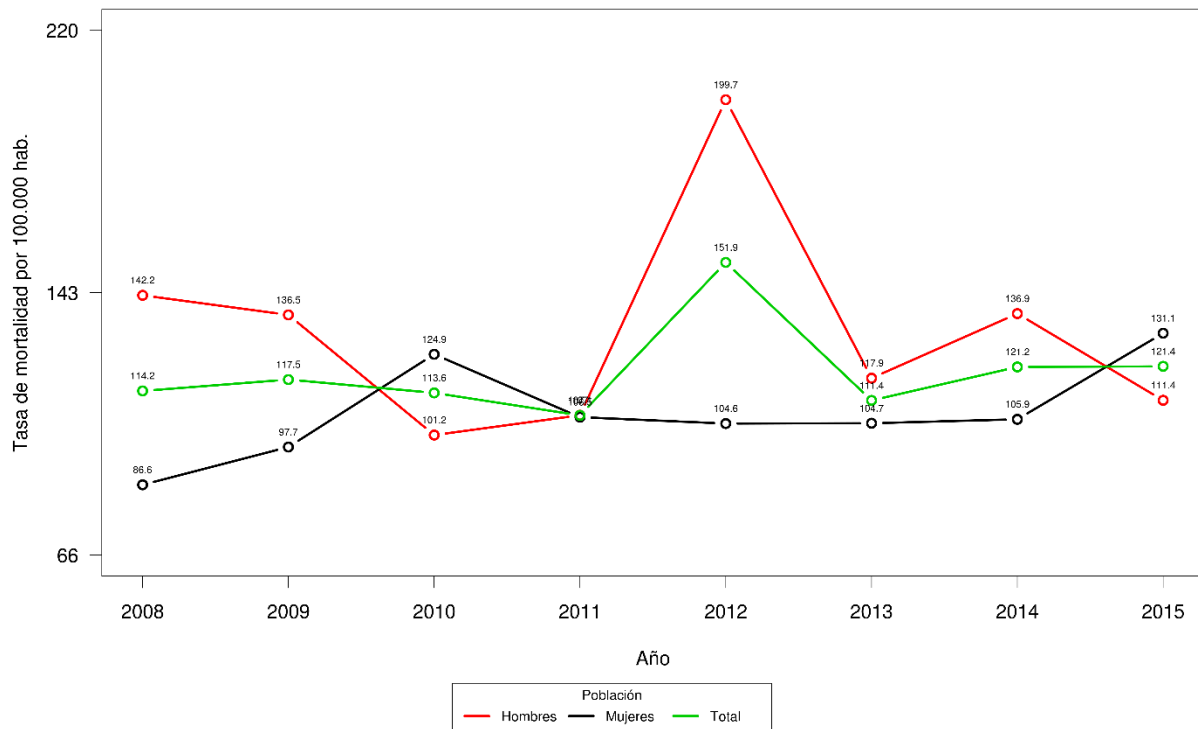


Figura 31. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año y sexo. Barbosa. 2008 – 2015.

En relación a las defunciones por grupos de la CIE-10 según sexo, se evidenció que las enfermedades Isquémicas del corazón presentaron el mayor porcentaje de defunciones tanto en los hombres como en las mujeres (50,1% y 43,4% respectivamente). En los demás eventos centinela relacionados, se presentaron diferencias porcentuales entre hombres y mujeres, siendo mayores en las mujeres para los casos de enfermedades cerebrovasculares y demás causas (**Tabla 79**)





Tabla 79. Defunciones por grupo de la CIE-10 según sexo. Barbosa. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	Sexo	
	Hombre n (%)	Mujer n (%)
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	168 (50,1)	115 (43,4)
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	83 (24,8)	64 (24,2)
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	41 (12,2)	54 (20,4)
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	35 (10,4)	23 (8,7)
Demás causas	8 (2,4)	9 (3,4)
Total	335 (100)	265(100)

Municipio de Bello

En el municipio de Bello durante el período comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 13.879 defunciones. de las cuales el 31,1% correspondieron a eventos centinela. con un total de 4.311 muertes (**Tabla 67**).

Cuando se consideraron las edades en las cuales ocurrieron las defunciones por eventos centinela para el municipio de Bello, se destacó que el 89,2% de las muertes se presentó a partir de los 55 años, con marcado predominio en el grupo de edad de 80 y más años con un 41,5% (**Tabla 80**).





Tabla 80. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad. Bello. 2008 – 2015.

Grupo de edad	n	%	% Acumulado
39 o menos ⁹	118	2.7	2.7
40-44	51	1.2	3.9
45-49	118	2.7	6.6
50-54	180	4.2	10.8
55-59	242	5.6	16.4
60-64	337	7.8	24.2
65-69	386	8.9	33.1
70-74	450	10.4	43.5
75-79	652	15.1	58.5
80 y más	1.796	41.5	100.0
Sin información	2	0.0	100.0
Total	4.331	100	

La distribución de las defunciones por grupo de edad y sexo fueron analizadas. Entre los 70 y los 79 años las defunciones de los hombres presentaron un porcentaje levemente mayor en comparación con las muertes de las mujeres en este mismo rango de edad; se observó que las defunciones de los hombres excedieron en más del 10% para los grupos de edad por debajo de los 65 años, exceptuando los grupos de edad de 40 a 44 y 80 y más años, en los cuales predominaron las muertes de las mujeres (**Figura 32**).

⁹ Debido a la baja frecuencia de presentación de las defunciones para los menores de 40 años, se conformó un único grupo para tal categoría y se conservaron los demás grupos quinquenales.



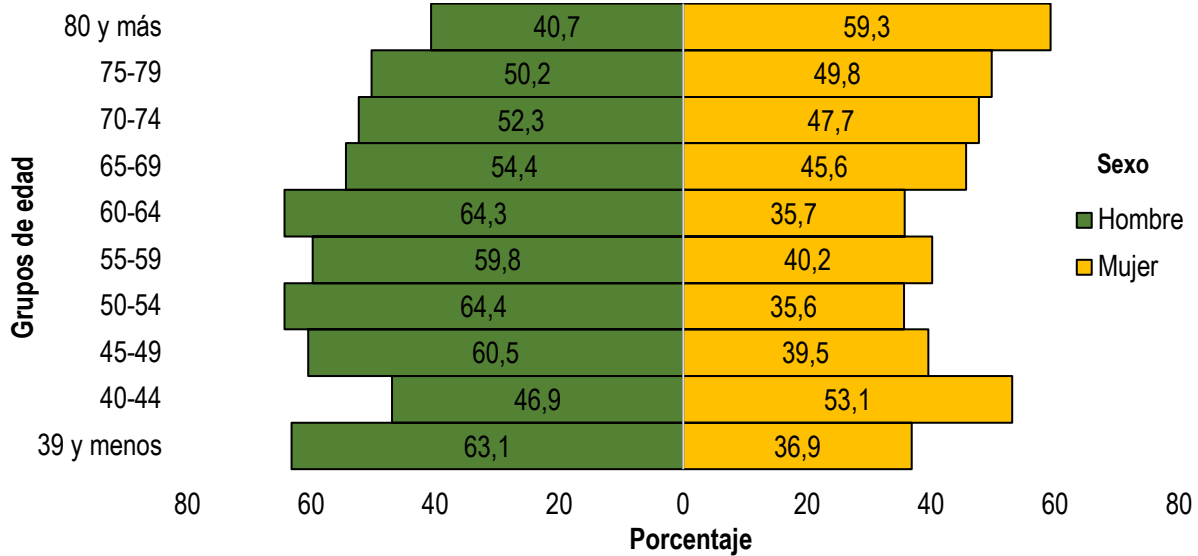


Figura 32. Defunciones por grupo de edad según sexo. Bello. 2008 – 2015.

Los eventos centinela fueron agrupados según la clasificación CIE-10 en enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo XI) y enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X). Para el municipio de Bello, en el período de estudio, se observó el protagonismo de las defunciones relacionadas con enfermedades del sistema circulatorio con un 65,1%, en comparación con las enfermedades del sistema respiratorio con un 34,9% (Tabla 81).

Tabla 81. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10. Bello. 2008 - 2015.

Eventos centinela capítulo de la CIE-10	n	%
Enfermedad del sistema circulatorio	2.819	65,1
Enfermedades del sistema respiratorio	1.513	34,9
Total	4.331	100

La tasa ajustada de mortalidad¹⁰ por enfermedades del sistema respiratorio para el municipio de Bello, entre los años 2008 y 2015, fluctuó aproximadamente entre 53,6 y 64,4 muertes por cada 100.000 habitantes (valores mínimo y máximo respectivamente durante el periodo de estudio), de la misma manera se observa que durante todo el tiempo analizado, la tasa ajustada es mayor que la tasa bruta (Figura 33).

¹⁰ La tasa de mortalidad se ajustó por edad y sexo utilizando el método directo



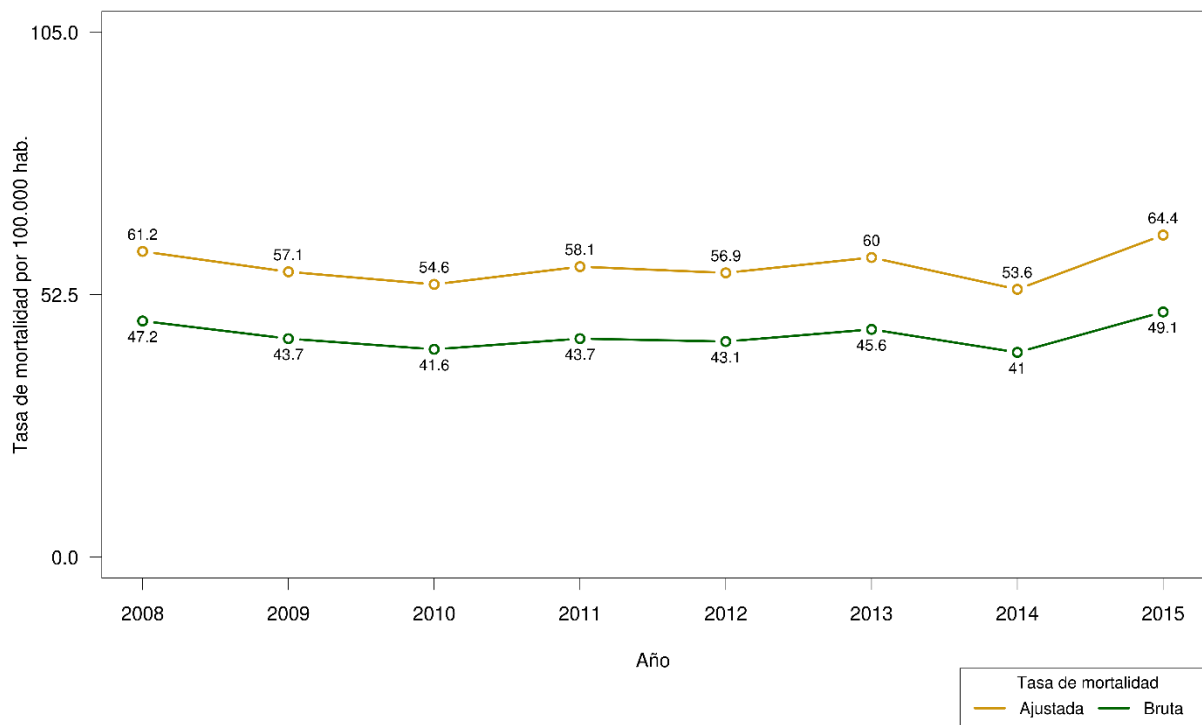


Figura 33. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año. Bello. 2008 – 2015.

La tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio durante el mismo periodo de tiempo presentó valores más elevados comparado con las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio. Se observa, una fluctuación amplia con un máximo de valor para el año 2010 de 139,5 muertes por cada 100.000 habitantes y un mínimo de 87,3 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2013 (**Figura 34**). En general, durante los años de estudio, se observa que la tasa ajustada es mayor que la tasa bruta.



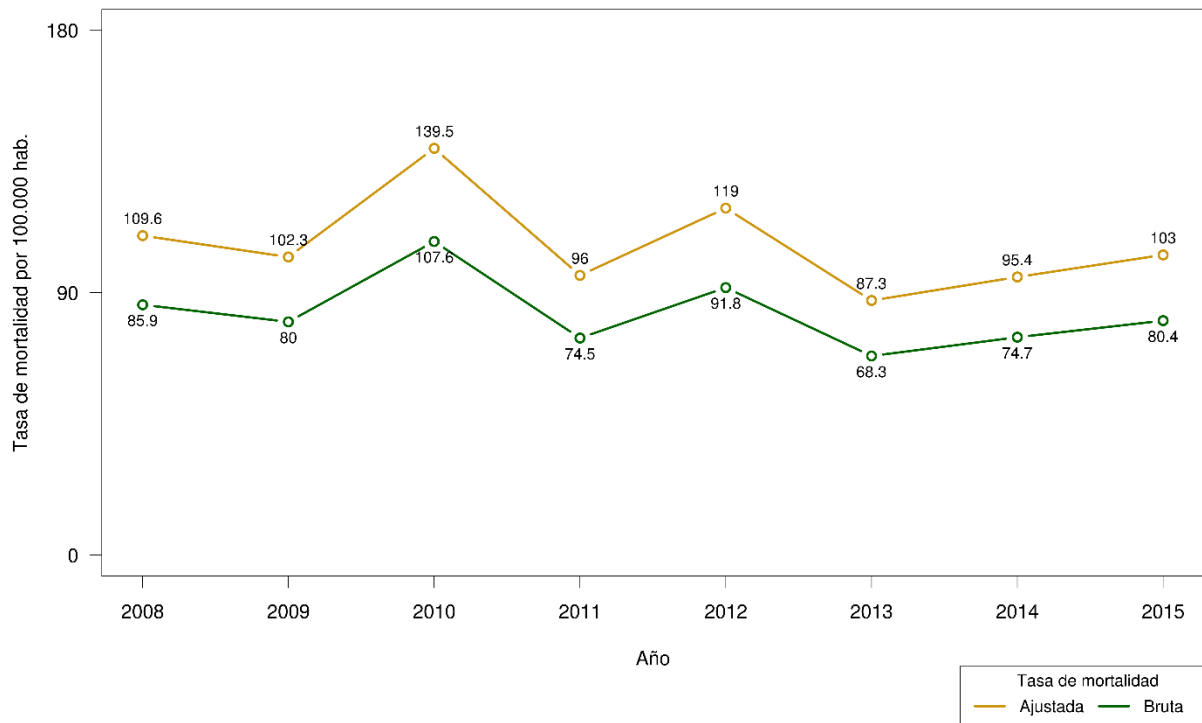


Figura 34. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año. Bello. 2008 – 2015.

En relación a la distribución de las defunciones por los eventos centinela en cada enfermedad del capítulo de la CIE-10 según sexo, en el municipio de Bello se observó para el período 2008–2015, las mujeres presentaron el mayor porcentaje de defunciones a causa de enfermedades del sistema respiratorio, mientras que para el caso de los hombres predominaron las defunciones por enfermedades del sistema circulatorio (**Tabla 82**).

Tabla 82. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según sexo y capítulo de la CIE-10. Bello. 2008 - 2015.

Sexo	Enfermedades del sistema respiratorio	Enfermedad del sistema circulatorio	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Mujeres	785 (51,9)	1.401 (49,7)	2.186 (50,5)
Hombres	727 (48,1)	1.418 (50,3)	2.145 (49,5)
Total	1.513 (100)	2.819 (100)	4.331 (100)

Al analizar la distribución de las defunciones por grupos de la CIE-10, el 96,8% correspondieron a las enfermedades isquémicas del corazón, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, las enfermedades cerebrovasculares y el grupo que incluye la influenza y la neumonía





(Tabla 83).

Tabla 83. Ordenamiento de las defunciones según grupo de la CIE-10. Bello. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	1.954	45.1
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	973	22.4
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	782	18.1
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	482	11.1
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	82	1.9
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)	16	0.4
Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)	12	0.3
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)	11	0.3
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	10	0.2
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)	6	0.1
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	2	0.0
Total	4.331	100

En la **Tabla 84** se puede observar según el capítulo de las enfermedades del sistema circulatorio, que las enfermedades isquémicas del corazón aportaron más de la mitad de las defunciones en el periodo de estudio con un 69,3%, seguido de las enfermedades cerebrovasculares. Con respecto a las enfermedades del sistema respiratorio, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 64,3% de las defunciones, seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía. Los demás grupos de enfermedades que constituyen el capítulo X aportaron el 3,8% de las defunciones.





Tabla 84. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio y respiratorio según grupo de la CIE-10. Bello. 2008 - 2015.

Enfermedad del sistema circulatorio (Capítulo IX)	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	1.954	69,3
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	782	27,8
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	82	2,9
Total	2.819	100
Enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X)	n	%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	973	64,3
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	482	31,9
Demás causas	57	3,8
Total	1.513	100

En cuanto a la distribución de las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio en el municipio de Bello, se observó una tasa fluctuante a lo largo del periodo de estudio, con diferencias marcadas entre hombres y mujeres especialmente en los años 2010, 2012 y 2013. La mortalidad en hombres presenta el pico más elevado en el año 2013 con un valor de 68,6 muertes por cada 100.000 habitantes y un mínimo en el año 2012 con 51,8 muertes por cada 100.000 habitantes. Para el caso de las mujeres, la menor tasa de mortalidad se presentó en el año 2010 y la mayor en el año 2015 con valores de 49,9 y 67,4 muertes por cada cien mil habitantes respectivamente (**Figura 35**).



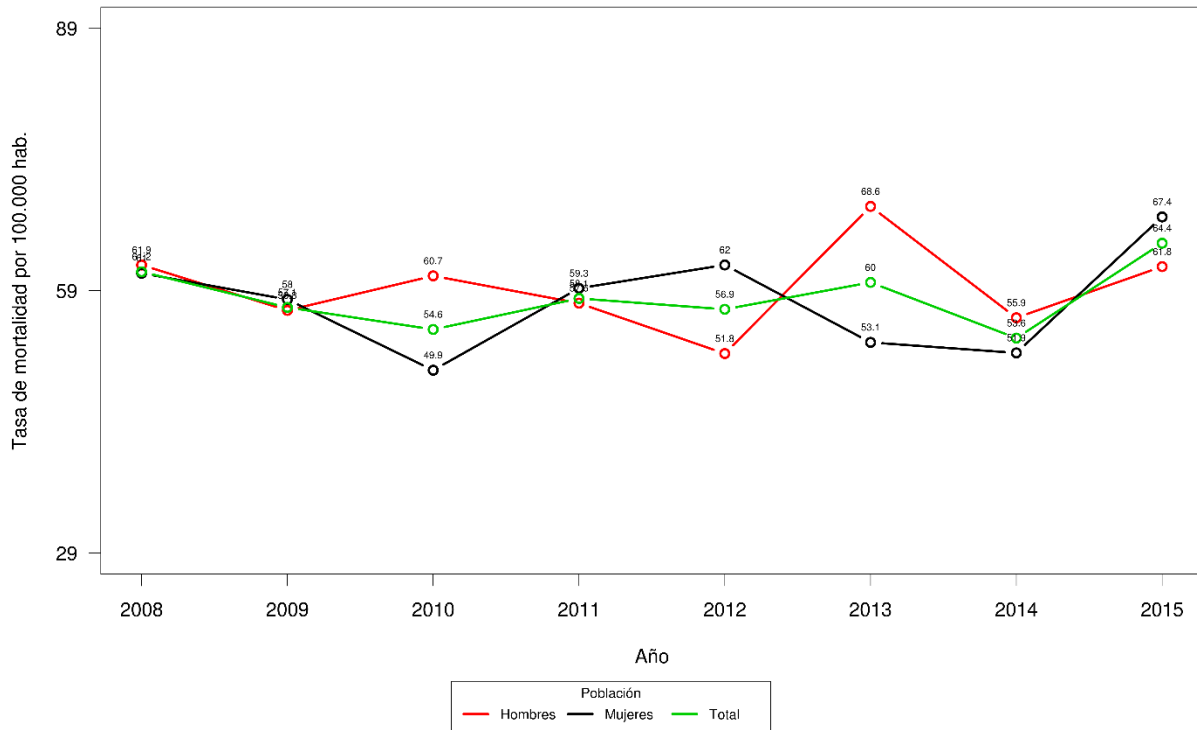


Figura 35. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año y sexo. Bello. 2008 – 2015.

Las tasas ajustadas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema circulatorio fueron más elevadas en comparación con las tasas relacionadas con las enfermedades del sistema respiratorio; en general, se presentó una fluctuación marcada en las tasas de mortalidad tanto para hombres como mujeres exceptuando el año 2009 en el cual se observó una tasa diferencial de casi 40 muertes por cada 100.000 habitantes entre hombres y mujeres. El pico de la tasa de mortalidad más alta fue alcanzado en el año 2010 con un valor de 140,5 para las mujeres y 139,5 para los hombres (**Figura 36**).



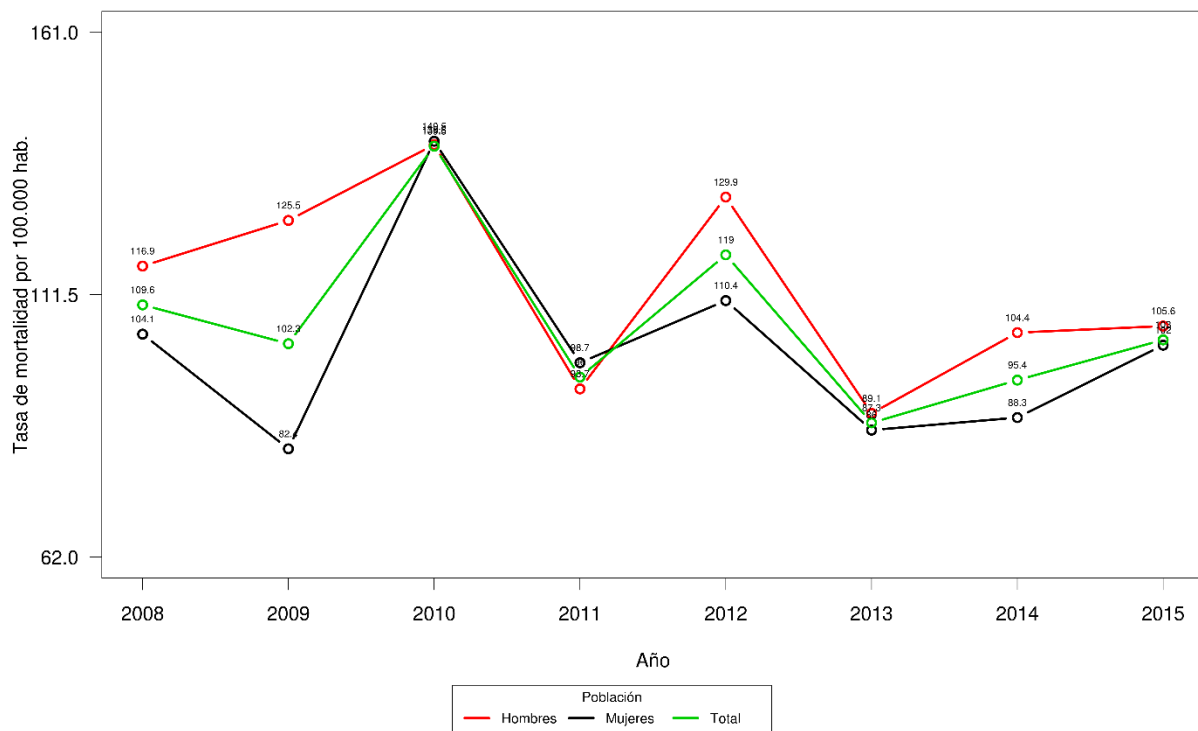


Figura 36. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año y sexo. Bello. 2008 – 2015.

En relación a las defunciones por grupos de la CIE-10 según sexo, se evidenció que tanto en hombres como mujeres, las defunciones por enfermedades isquémicas del corazón fueron más prevalentes con un 48,4% y 41,8% respectivamente. En general, para todos los eventos centinela definidos, las mujeres presentan mayores porcentajes de defunciones comparados con los porcentajes de los hombres (**Tabla 85**).

Tabla 85. Defunciones por grupo de la CIE-10 según sexo. Bello. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	Sexo	
	Hombre	Mujer
	n (%)	n (%)
Enfermedades cerebrovasculares (I60–I69)	345 (16,1)	437 (20,0)
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	1.040 (48,4)	914 (41,8)
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	448 (20,9)	524 (24,0)
Influenza [gripe] y neumonía (J09–J19)	243 (11,3)	239 (10,9)
Otras causas (grupos centinela)	69 (3,2)	72 (3,3)
Total	2.145 (100)	2.186 (100)





Municipio de Caldas

En el municipio de Caldas durante el período comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 3.123 defunciones. de las cuales el 32,8% correspondieron a eventos centinela. con un total de 1.030 muertes (**Tabla 67**).

Cuando se consideraron las edades en las cuales ocurrieron las defunciones por eventos centinela para el municipio de Caldas. se destacó que el 83,8% de las muertes se presentaron a partir de los 60 años. con predominio en el grupo de edad de 80 y más años con un 42,3% de las defunciones (**Tabla 86**).

Tabla 86. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad. Caldas. 2008 – 2015

Grupo de edad	n	%	% Acumulado
39 o menos ¹¹	22	2,0	2,0
40-44	18	1,7	3,7
45-49	30	2,9	6,6
50-54	44	4,3	10,9
55-59	54	5,2	16,1
60-64	90	8,8	24,9
65-69	83	8,0	32,9
70-74	122	11,8	44,7
75-79	132	12,9	57,6
80 y más	436	42,3	100,0
Total	1.030	100,0	

La distribución de las defunciones por grupo de edad y sexo fueron analizadas. Se destacó el predominio de las muertes de las mujeres a partir de los 75 años y se observó que las defunciones de los hombres excedieron a las de las mujeres para los grupos de edad por debajo de los 70 años, para el caso de los hombres, el mayor porcentaje de defunciones se presentó en el rango de edad entre los 40 a 44 años (**Figura 37**).

¹¹ Debido a la baja frecuencia de presentación de las defunciones para los menores de 40 años, se conformó un único grupo para tal categoría y se conservaron los demás grupos quinquenales.



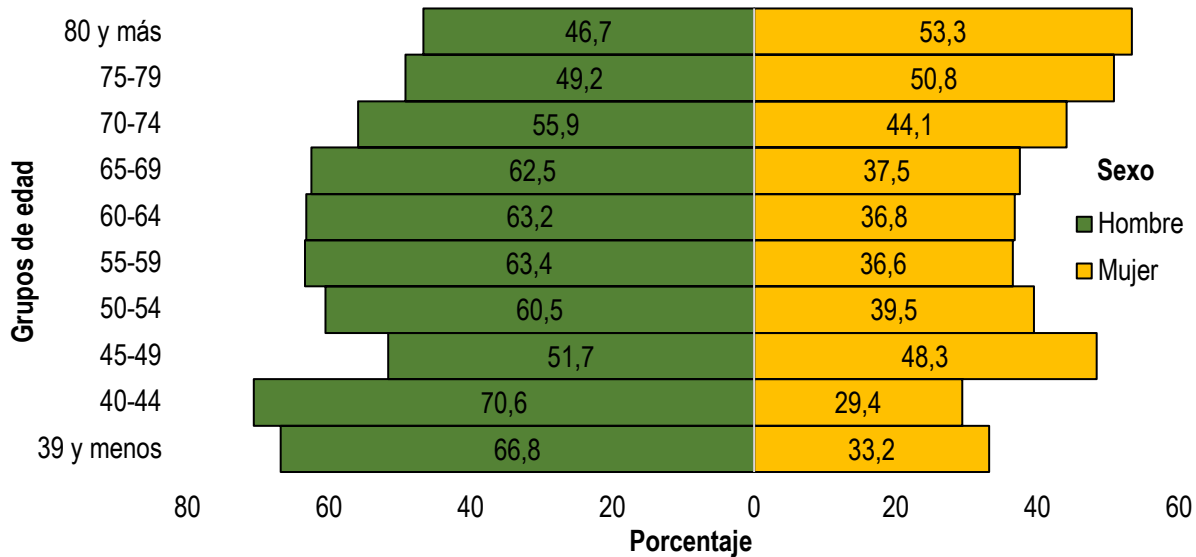


Figura 37. Defunciones por grupo de edad según sexo. Caldas. 2008 – 2015.

Para el análisis por municipios, los eventos centinela también fueron agrupados según la clasificación CIE-10 en enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo XI) y enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X). Para el municipio de Caldas, se observó el protagonismo de las defunciones relacionadas con enfermedades del sistema circulatorio con un 60,5%, en comparación con las enfermedades del sistema respiratorio con un 39,5% (Tabla 87).

Tabla 87. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10. Caldas. 2008 - 2015.

Eventos centinela capítulo de la CIE-10	n	%
Enfermedad del sistema circulatorio	623	60,5
Enfermedades del sistema respiratorio	407	39,5
Total	1.030	100

La tasa ajustada de mortalidad¹² por enfermedades del sistema respiratorio para el municipio de Caldas en el periodo de estudio fluctuó aproximadamente entre 53 (año 2010) y 92,2 (año 2014) muertes por cada 100.000 habitantes. Se observa una tendencia al aumento a partir del año 2010, alcanzando su valor máximo en el año 2014. En general, los valores de la tasa ajustada fueron mayores comparado con los valores correspondientes para la tasa bruta en todos los años de estudio (Figura 38)

¹² La tasa de mortalidad se ajustó por edad y sexo utilizando el método directo



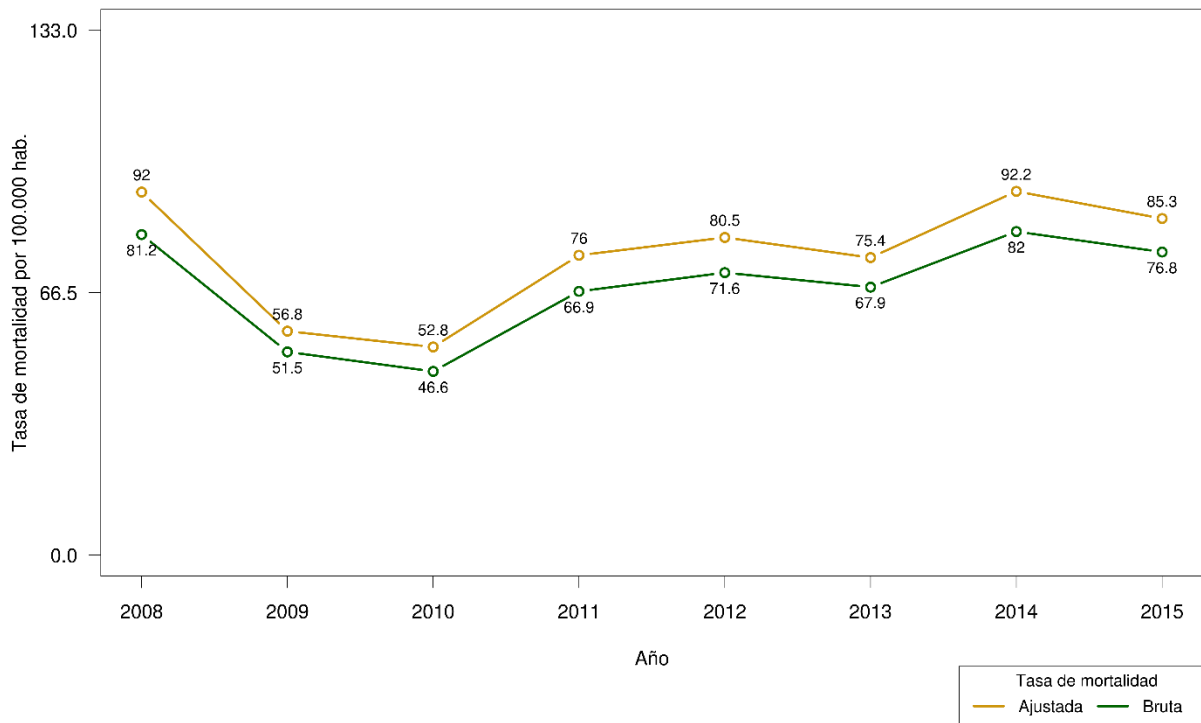


Figura 38. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año. Caldas. 2008 – 2015.

La tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio durante el periodo de estudio, presentó valores más elevados comparado con la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio. Los valores fluctuaron entre un mínimo de 92,8 y un máximo de 133,8 muertes por cada cien mil habitantes; al ajustar por edad y sexo, los valores de la tasa de mortalidad para cada uno de los años fueron mayores comparado con la tasa bruta (**Figura 39**).



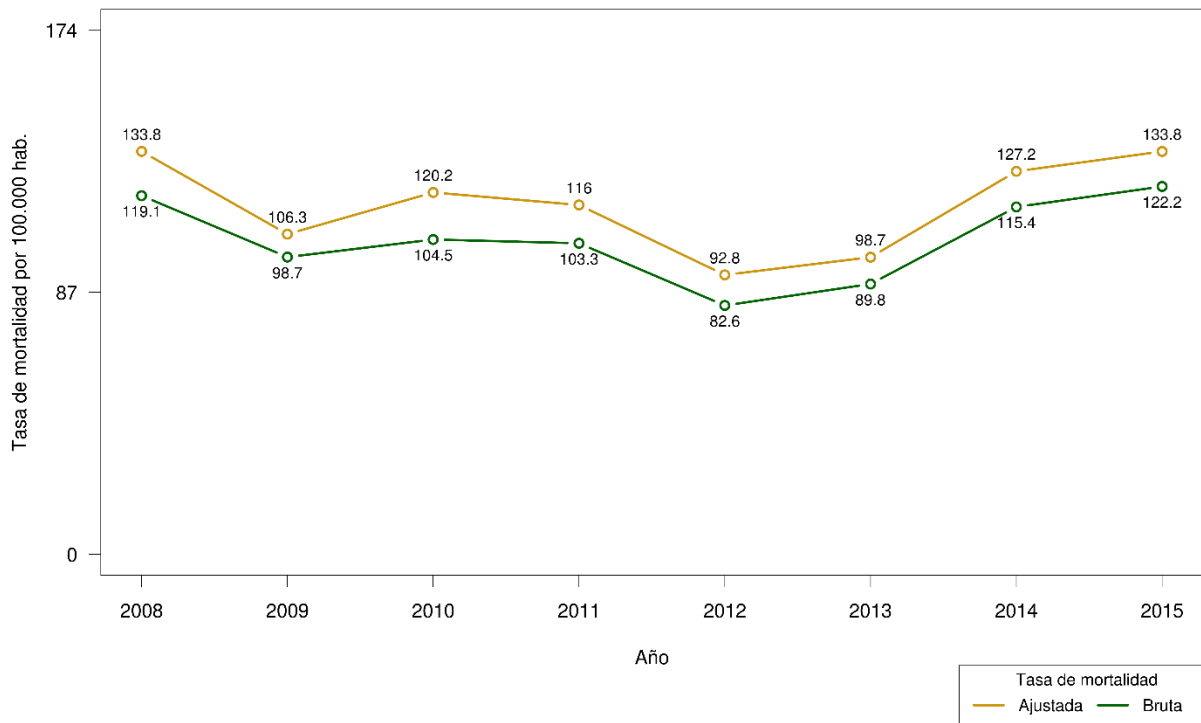


Figura 39. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año. Caldas. 2008 – 2015.

En relación a la distribución de las defunciones por los eventos centinela en cada enfermedad del capítulo de la CIE-10 según sexo, se observó que en el periodo de estudio, los hombres presentaron mayor porcentaje de defunciones por enfermedades del sistema respiratorio y circulatorio (51,6% y 54% respectivamente) en comparación con las mujeres. Las mujeres presentaron mayor porcentaje de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio con un 48,4% (**Tabla 88**).

Tabla 88. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según sexo y capítulo de la CIE-10. Caldas. 2008 - 2015.

Sexo	Enfermedades del sistema respiratorio	Enfermedad del Sistema Circulatorio	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Mujeres	197 (48,4)	287 (46,0)	483 (46,9)
Hombres	210 (51,6)	337 (54,0)	547 (53,1)
Total	407 (100)	623 (100)	1.030 (100)

Al analizar la distribución de las defunciones por grupos de la CIE-10, el 98,5% correspondieron a las enfermedades isquémicas del corazón, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, las enfermedades cerebrovasculares y el grupo que incluye la influenza y la neumonía





(Tabla 89).

Tabla 89. Ordenamiento de las defunciones según grupo de la CIE-10. Caldas. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	437	42.1
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	289	28.9
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	178	17.4
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	111	10.0
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	8	0.8
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)	4	0.4
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)	2	0.2
Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)	1	0.1
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	0	0.0
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	0	0.0
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)	0	0.0
Total	1.030	100.0

De acuerdo a los datos presentados en la **Tabla 90**, en el capítulo de las enfermedades del sistema circulatorio, las enfermedades isquémicas del corazón aportaron el 70,2% de las defunciones en el periodo en estudio, seguido de las enfermedades cerebrovasculares. Con respecto a las enfermedades del sistema respiratorio, las crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 71,1% de las defunciones, seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía. Los demás grupos de enfermedades que constituyen el capítulo X aportaron el 1,7% de las defunciones.

Tabla 90. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio y respiratorio según grupo de la CIE-10. Caldas. 2008 - 2015.

Enfermedad del sistema circulatorio (Capítulo IX)	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	437	70,2
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	178	28,5
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	8	1,3
Total	623	100.0
Enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X)	n	%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	289	71,1
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	111	27,2
Demás causas	7	1,7
Total	407	100





En cuanto a la distribución de las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio en el municipio de Caldas, se evidenció un comportamiento fluctuante a lo largo del periodo estudiado; al comparar ambos sexos, se observan marcadas diferencias en los años 2009, 2012 y 2014 entre hombres y mujeres. Para el caso de los hombres la tasa mayor fue de 103,8 muertes por cada 100.000 habitantes y para las mujeres fue de 87,3 muertes por cada 100.000 habitantes (**Figura 40**).

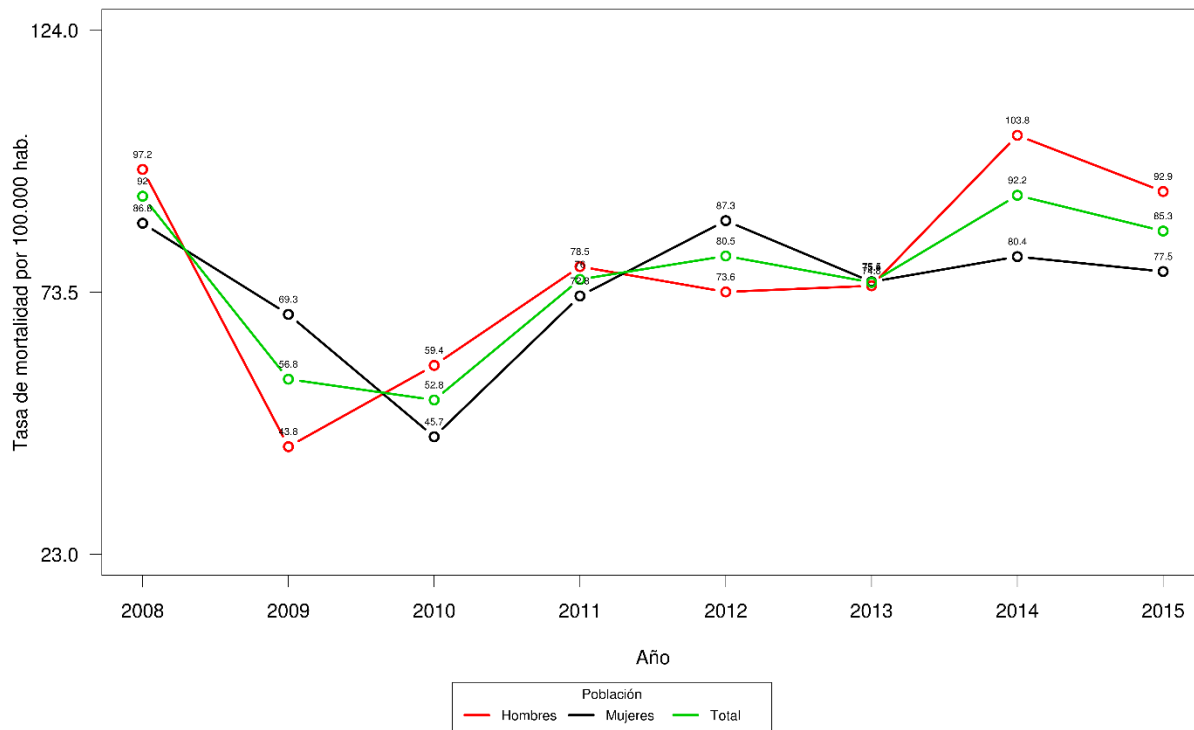


Figura 40. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año y sexo. Caldas. 2008 – 2015.

Las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio fueron menores en comparación con las tasas de mortalidad por causas relacionadas con las enfermedades del sistema circulatorio. Se observó que las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio fluctuaron considerablemente en los años analizados. Los hombres presentaron una mayor tasa de mortalidad en los años 2009, 2010, 2012 y 2014 con un valor máximo de 170,5 muertes por cada cien mil habitantes y un valor mínimo de 96,7 muertes por cada cien mil en el año 2013. Para el caso de las mujeres la mayor tasa se presentó en el año 2008 con un valor de 152,9 y un valor mínimo de 82 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2009 (**Figura 41**).



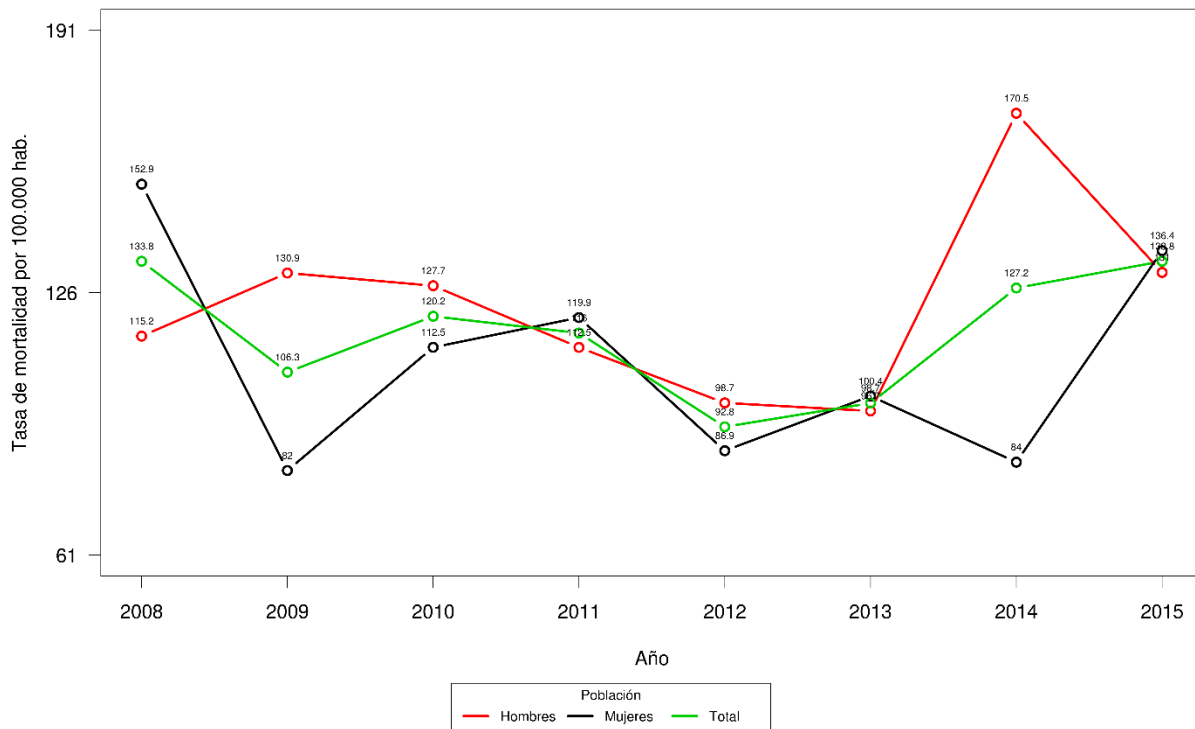


Figura 41. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año y sexo. Caldas. 2008 – 2015

En relación a las defunciones por grupos de la CIE-10 según sexo, se evidenció que las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores presentaron el mayor porcentaje de defunciones tanto en los hombres como en las mujeres (42,2% y 36,5% respectivamente). En las mujeres, presentaron porcentajes mayores de defunción para los demás eventos centinela estudiados (**Tabla 91**).

Tabla 91. Defunciones por grupo de la CIE-10 según sexo. Caldas. 2008 – 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	Sexo	
	Hombre n (%)	Mujer n (%)
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	231 (42,2)	175 (36,5)
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	139 (25,5)	140 (29,0)
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	113 (20,6)	107 (22,1)
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	54 (9,9)	55 (11,5)
Otras causas (grupos centinela)	10 (1,8)	5 (1,0)
Total	548 (100)	482 (100)





Municipio de Copacabana

El municipio de Copacabana durante el período comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 2.556 defunciones, de las cuales el 34,5% correspondieron a eventos centinela con un total de 887 muertes (**Tabla 67** **Tabla 92**).

Cuando se consideraron las edades en las cuales ocurrieron las defunciones por eventos centinela para el municipio de Copacabana, se destacó que el 85,6% de las muertes se presentó a partir de los 60 años, con marcado predominio en el grupo de edad de 80 y más años con un 43,9% (**Tabla 92**).

Tabla 92. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad. Copacabana. 2008 – 2015

Grupo de edad	n	%	% Acumulado
39 o menos ¹³	23	2,6	2,6
40-44	7	0,8	3,4
45-49	24	2,7	6,1
50-54	30	3,4	9,5
55-59	43	4,9	14,4
60-64	72	8,2	22,6
65-69	73	8,2	30,7
70-74	102	11,5	42,2
75-79	123	13,9	56,1
80 y más	390	43,9	100,0
Total	887	100	

La distribución de las defunciones por grupo de edad y sexo fueron analizadas. Se destacó el predominio de las muertes de las mujeres a partir de los 75 años y se observó que las defunciones de los hombres excedieron a las de las mujeres en diferentes porcentajes para los grupos de edad por debajo de los 70 años. Se destacó que en el grupo de edad de 45 a 49 años, la diferencia en el porcentaje de defunciones entre hombres y mujeres excedió más del 30%. Para el caso de los hombres, el mayor porcentaje de mortalidad se presentó en el rango entre 45 y 49 años con un valor del 73,7% (**Figura 42**).

¹³ Debido a la baja frecuencia de presentación de las defunciones para los menores de 40 años, se conformó un único grupo para tal categoría y se conservaron los demás grupos quinquenales.



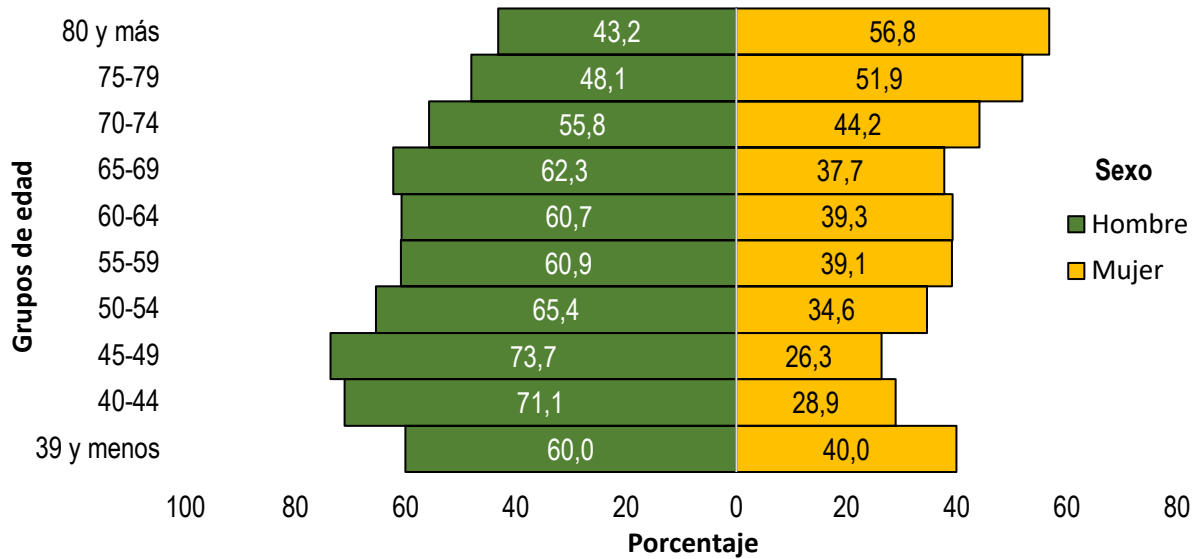


Figura 42. Defunciones por grupo de edad según sexo. Copacabana. 2008 – 2015

Para el análisis por municipios, los eventos centinela también fueron agrupados según la clasificación CIE-10 en enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo XI) y enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X). Para el municipio de Copacabana, en el periodo de estudio, se observó el protagonismo de las defunciones relacionadas con enfermedades del sistema circulatorio, 67,9%, en comparación con las enfermedades del sistema respiratorio con un 32% (Tabla 93).

Tabla 93. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10. Copacabana. 2008 - 2015.

Eventos centinela capítulo de la CIE-10	n	%
Enfermedad del sistema circulatorio	599	67,9
Enfermedades del sistema respiratorio	283	32,1
Total	882	100

La tasa ajustada de mortalidad¹⁴ por enfermedades del sistema respiratorio para el municipio de Copacabana, fluctuó aproximadamente con un valor mínimo de 37,4 por cada 100.000 habitantes en el año 2014 y un valor máximo de 75,5 muertes por cada 100.000 habitantes en el año 2010. Se observó que los valores de la tasa bruta como ajustada no presentan diferencias marcadas para cada uno de los años del periodo de estudio (Figura 43).

¹⁴ La tasa de mortalidad se ajustó por edad y sexo utilizando el método directo



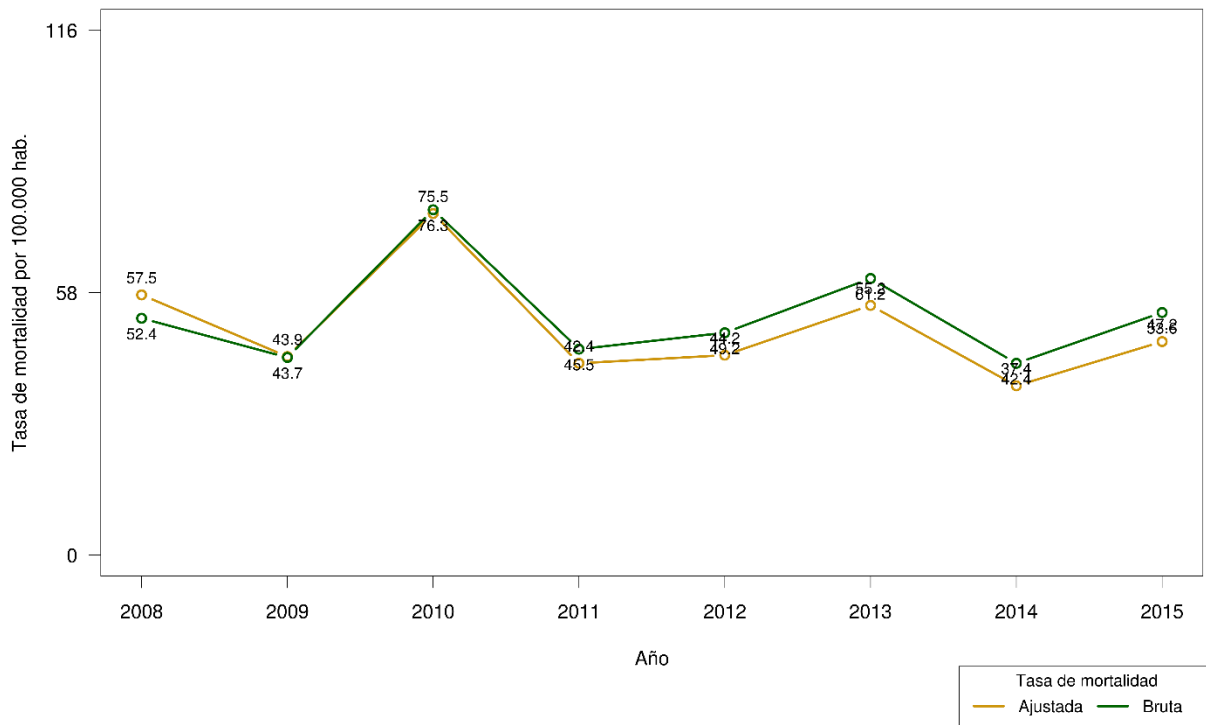


Figura 43. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año. Copacabana. 2008 – 2015.

La tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio durante el periodo de estudio presentó valores más elevados comparada con la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio. En el año 2011 se presentó la tasa más alta; en general fluctuando entre 86,6 y 142 muertes por cada 100.000 habitantes (**Figura 44**).



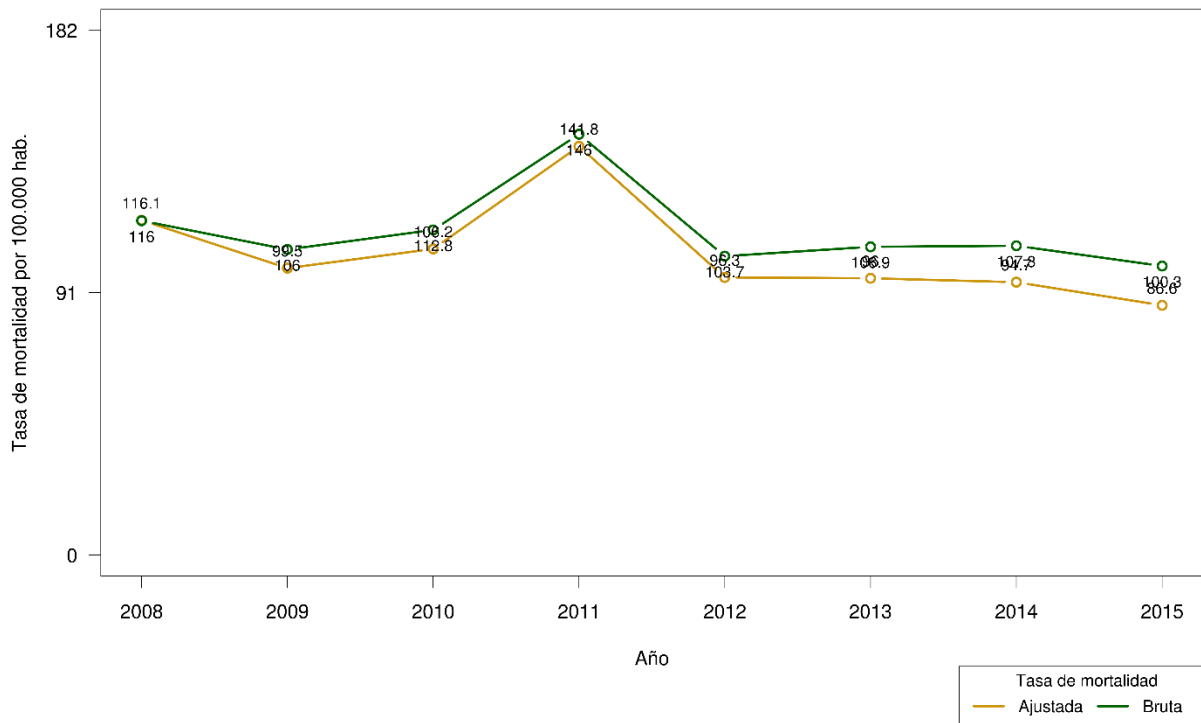


Figura 44. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año. Copacabana. 2008 – 2015

En relación a la distribución de las defunciones por los eventos centinela en cada enfermedad del capítulo de la CIE-10 según sexo, se observó que en el periodo de estudio, los hombres presentaron mayor porcentaje de defunciones por enfermedades del sistema respiratorio y circulatorio (50,5% y 51,8% respectivamente) en comparación con las mujeres. Las mujeres presentaron mayor porcentaje de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio con un 49,5% (**Tabla 94**).

Tabla 94. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según sexo y capítulo de la CIE-10. Copacabana. 2008 - 2015.

Sexo	Enfermedades del sistema respiratorio	Enfermedad del sistema circulatorio	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Mujeres	141 (49,5)	291 (48,2)	431 (48,6)
Hombres	144 (50,5)	312 (51,8)	456 (51,4)
Total	285 (100)	602 (100)	887 (100)

Al analizar la distribución de las defunciones por grupos de la CIE-10, el 98,2% correspondieron a las enfermedades isquémicas del corazón, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, las enfermedades cerebrovasculares y el grupo que incluye la influenza y la neumonía (Tabla 95).





Tabla 95. Ordenamiento de las defunciones según grupo de la CIE-10. Copacabana. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	460	53.1
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	203	22.9
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	134	14.4
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	73	8.2
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	8	0.8
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)	3	0.4
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)	3	0.1
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	2	0.1
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	0	0
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)	0	0
Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)	0	0
Total	887	100

De acuerdo a los datos presentados en la **Tabla 96** en el capítulo de las enfermedades del sistema circulatorio, las isquémicas del corazón aportaron más de la mitad de las defunciones en el periodo en estudio, seguido de las enfermedades cerebrovasculares. Con respecto a las enfermedades del sistema respiratorio, las crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 72,1% de las defunciones, seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía. Los demás grupos de enfermedades que constituyen el capítulo X aportaron el 2,1% de las defunciones

Tabla 96. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio según grupo de la CIE-10. Copacabana. 2008 - 2015.

Enfermedad del sistema circulatorio (Capítulo IX)	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	460	76,5
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	134	22,2
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	8	1,3
Total	602	100
Enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X)	n	%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	203	72,1
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	73	25,8
Demás causas	8	2,1
Total	285	100





En cuanto a la distribución de las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio en el municipio de Copacabana, se observó que las tasas de mortalidad para las mujeres fueron mayores en los años 2009, 2010 y 2013, con un valor máximo de 96,7 muertes por cada 100.000 habitantes, la tasa más baja se presentó en el año 2012 con un valor de 27,2 muertes por cada cien mil. Para el caso de los hombres, la mayor tasa de mortalidad se presentó en el año 2008 con un valor de 70,2 muertes por cada cien mil habitantes (**Figura 45**). Se presentaron diferencias marcadas de las tasas de mortalidad entre hombres y mujeres en los años 2010 y 2012

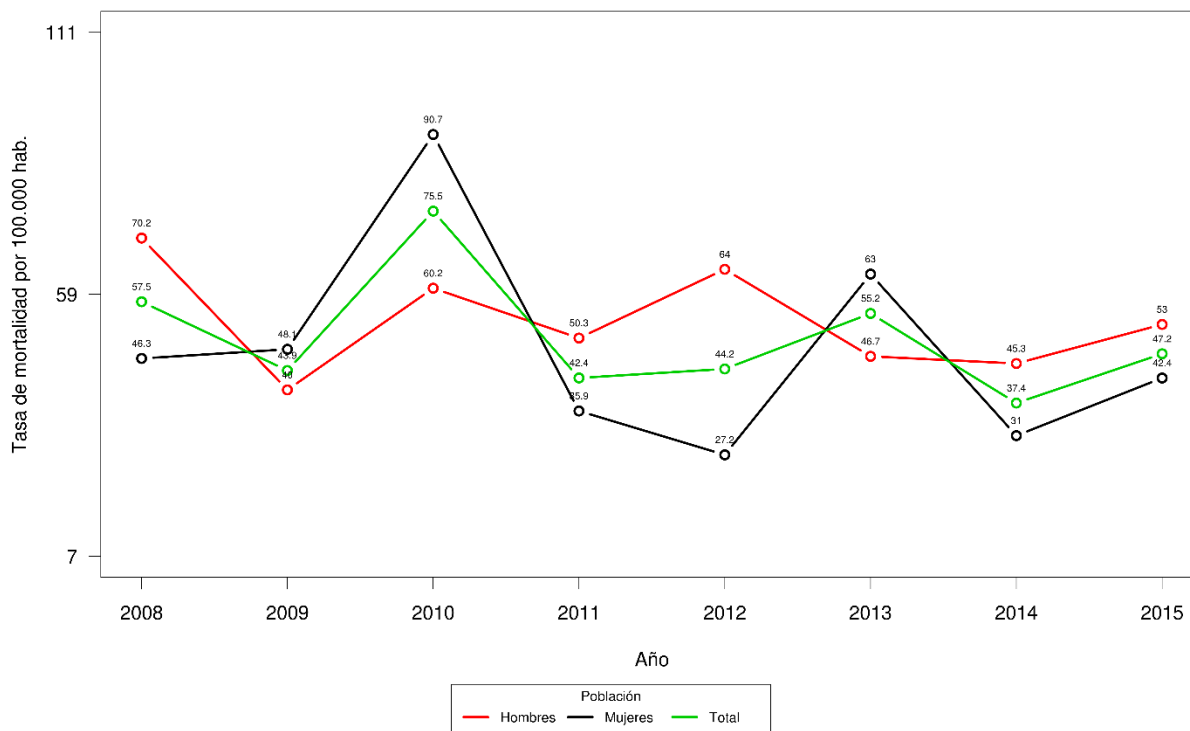


Figura 45. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año y sexo. Copacabana. 2008 – 2015.

Las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio fueron menores en comparación con las tasas de mortalidad por causas relacionadas con las enfermedades del sistema circulatorio. Se observó que los hombres presentaron una mayor tasa de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio entre los años 2008 y 2012 con un valor máximo de 149,2 muertes por cada cien mil habitantes y un mínimo de 89,9 en el año 2013. En el caso de las mujeres, la mayor tasa de mortalidad alcanzó un valor de 136,4 en el año 2011 y el menor valor en el año 2009 con un valores de 74,6 muertes



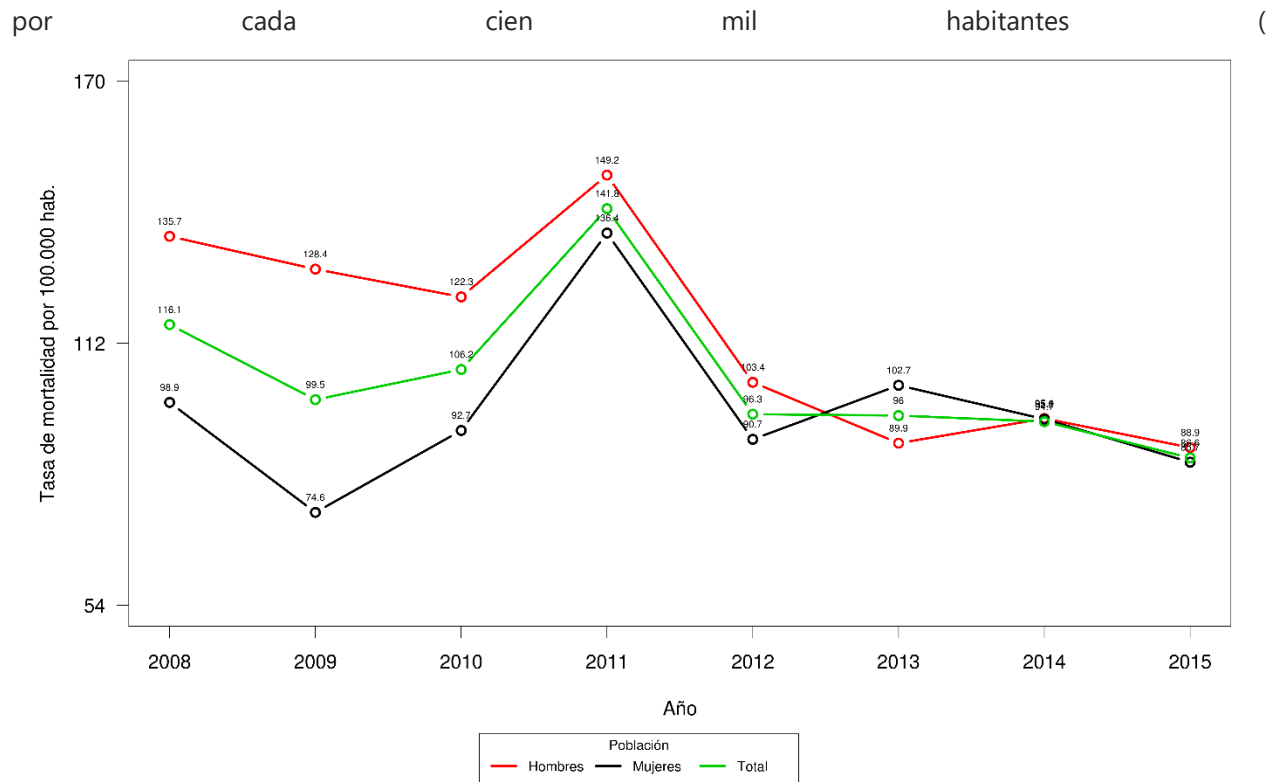


Figura 46). En general, la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio en el municipio de Copacabana presentó una fluctuación marcada durante todo el periodo de estudio, en el año 2011 se presentó el pico más alto para ambos sexos.



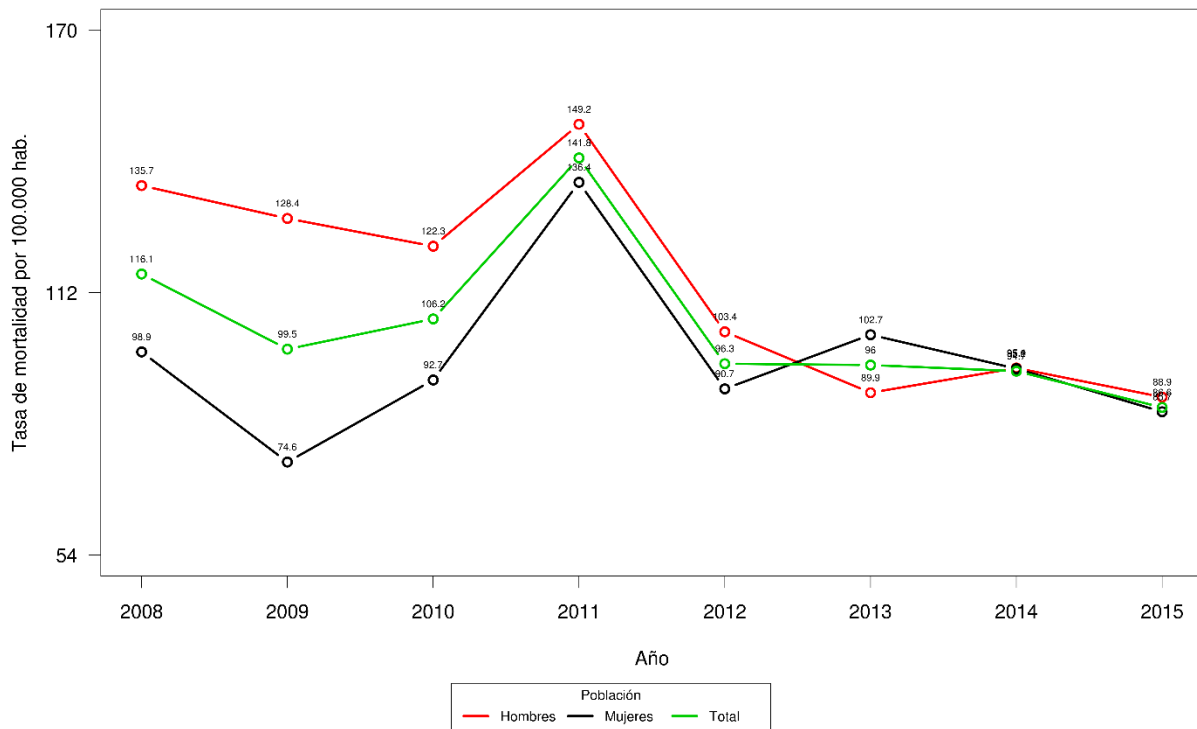


Figura 46. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año y sexo. Copacabana. 2008 – 2015.

En relación a las defunciones por grupos de la CIE-10 según sexo, se evidenció que las enfermedades isquémicas del corazón presentaron el mayor porcentaje de defunciones tanto en los hombres como en las mujeres (53,4% y 50,6% respectivamente). En los demás eventos centinela relacionados, se presentaron diferencias porcentuales pequeñas entre hombres y mujeres, siendo mayores en las mujeres a excepción de las enfermedades isquémicas del corazón y las crónicas de las vías respiratorias inferiores (**Tabla 97**).





Tabla 97. Defunciones por grupo de la CIE-10 según sexo. Copacabana. 2008 - 2015

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	Sexo	
	Hombre n (%)	Mujer n (%)
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	243 (53,4)	218 (50,6)
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	106 (23,2)	98 (22,6)
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	66 (14,6)	68 (15,6)
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	36 (7,9)	36 (8,4)
Demás causas	4 (0,9)	12 (2,8)
Total	456 (100)	431 (100)

Municipio de Envigado

En el municipio de Envigado durante el período comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 7.793 defunciones, de las cuales el 35,4% correspondieron a eventos centinela, con un total de 2.769 muertes (**Tabla 67**). Cuando se consideraron las edades en las cuales ocurrieron las defunciones por eventos centinela para el municipio de Envigado, se destacó que el 89,6% de las muertes se presentaron a partir de los 60 años, con marcado predominio en el grupo de edad de 80 y más años con un 52% (**Tabla 98**).





Tabla 98. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad. Envigado. 2008 – 2015.

Grupo de edad	n	%	% Acumulado
39 o menos ¹⁵	36	1,3	1,3
40-44	17	0,6	1,9
45-49	32	1,2	3,1
50-54	77	2,8	5,9
55-59	124	4,5	10,4
60-64	158	5,7	16,1
65-69	211	7,6	23,7
70-74	286	10,3	34,0
75-79	388	14,0	48,0
80 y más	1.439	52,0	100,0
Total	2.769	100	

La distribución de las defunciones por grupo de edad y sexo fueron analizadas. Se destacó un mayor porcentaje de mortalidad en las mujeres a partir de los 75 años, para el caso de los hombres, el mayor porcentaje de mortalidad se encontró entre el rango de 60 a 64 años de edad. En general, se observó que las defunciones de los hombres excedieron a las de las mujeres en los demás grupos de edad (**Figura 47**).

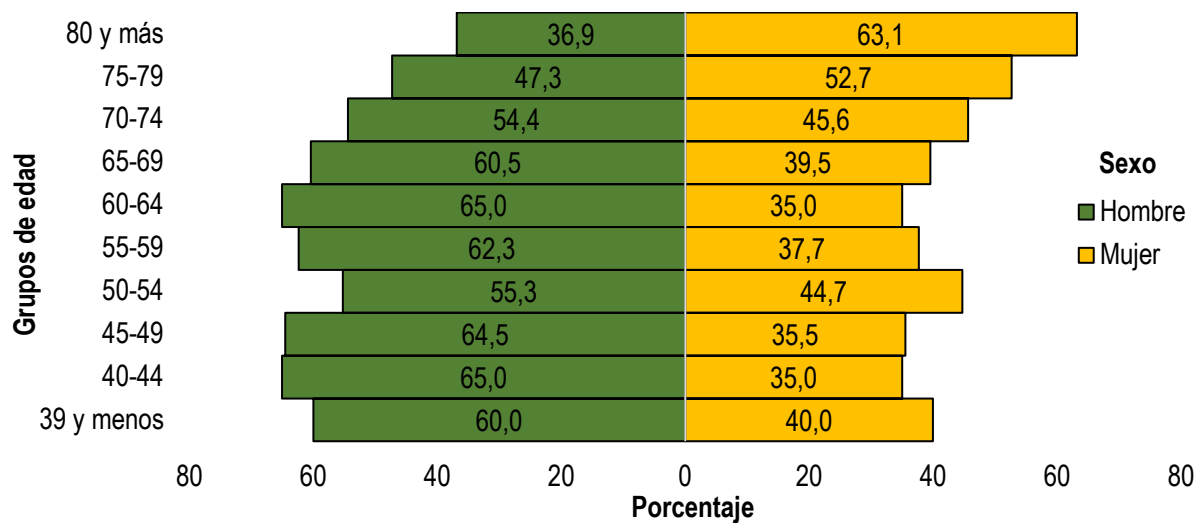


Figura 47. Defunciones por grupo de edad según sexo. Envigado. 2008 – 2015.

¹⁵ Debido a la baja frecuencia de presentación de las defunciones para los menores de 40 años, se conformó un único grupo para tal categoría y se conservaron los demás grupos quinquenales.





Para el análisis por municipios, los eventos centinela también fueron agrupados según la clasificación CIE-10 en enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo XI) y enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X). Para el municipio de Envigado, en el periodo de estudio, se observó el protagonismo de las defunciones relacionadas con enfermedades del sistema circulatorio con un 63,5%, en comparación con las enfermedades del sistema respiratorio, 36,5% (**Tabla 99**).

Tabla 99. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10. Envigado. 2008 - 2015.

Eventos centinela capítulo de la CIE-10	n	%
Enfermedad del sistema circulatorio	1.758	63,5
Enfermedades del sistema respiratorio	1.012	36,5
Total	2.770	100

La tasa ajustada de mortalidad¹⁶ por enfermedades del sistema respiratorio para el municipio de Envigado, entre los años 2008 y 2015, fluctuó aproximadamente entre 51,8 y 78 muertes por cada 100.000 habitantes, siendo éste el valor máximo alcanzado (año 2015) (**Figura 48**). Durante todo el periodo de estudio tanto la tasa bruta como ajustada no presentaron valores diferenciales significativos.

¹⁶ La tasa de mortalidad se ajustó por edad y sexo utilizando el método directo



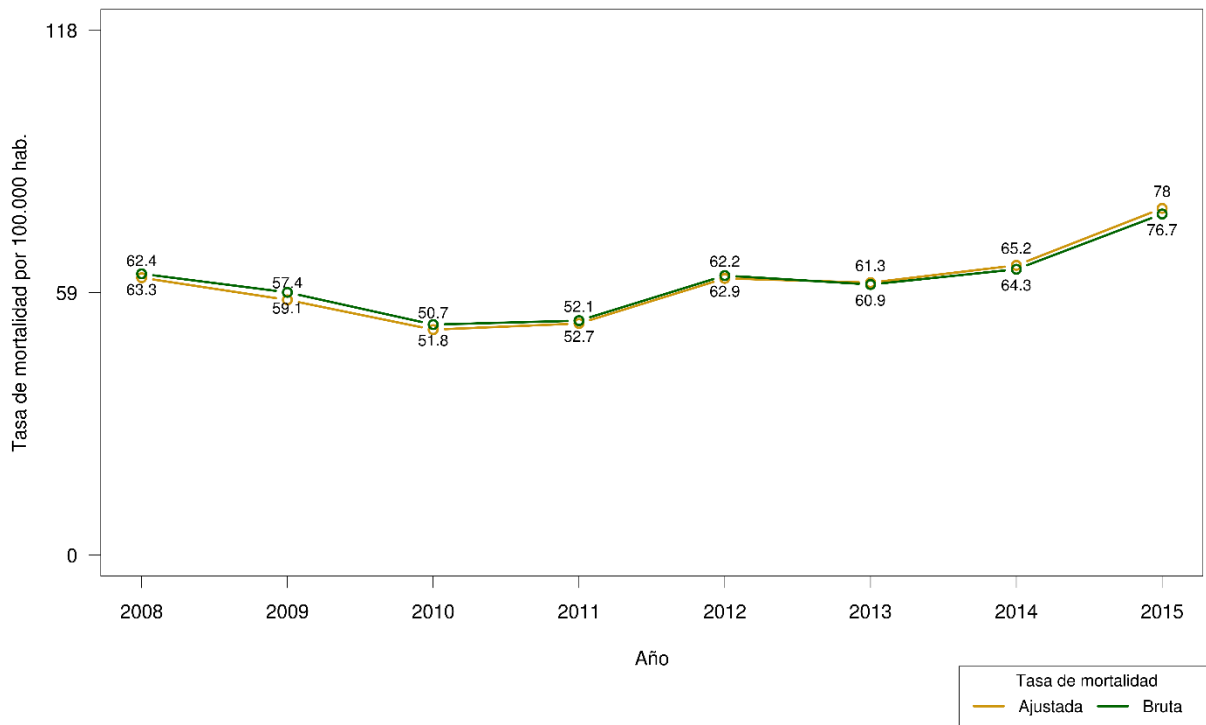


Figura 48. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año. Envigado. 2008 – 2015.

La tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio durante el periodo de estudio presentó valores más elevados comparado con las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio; el valor mínimo se registró en el año 2014 con 86,7 muertes por cada cien mil habitantes y el máximo en el año 2010 con 120,9 muertes por cada 100.000 habitantes (**Figura 49**). En general, durante todo el periodo de estudio no se presentaron diferencias significativas entre la tasa bruta y ajustada.



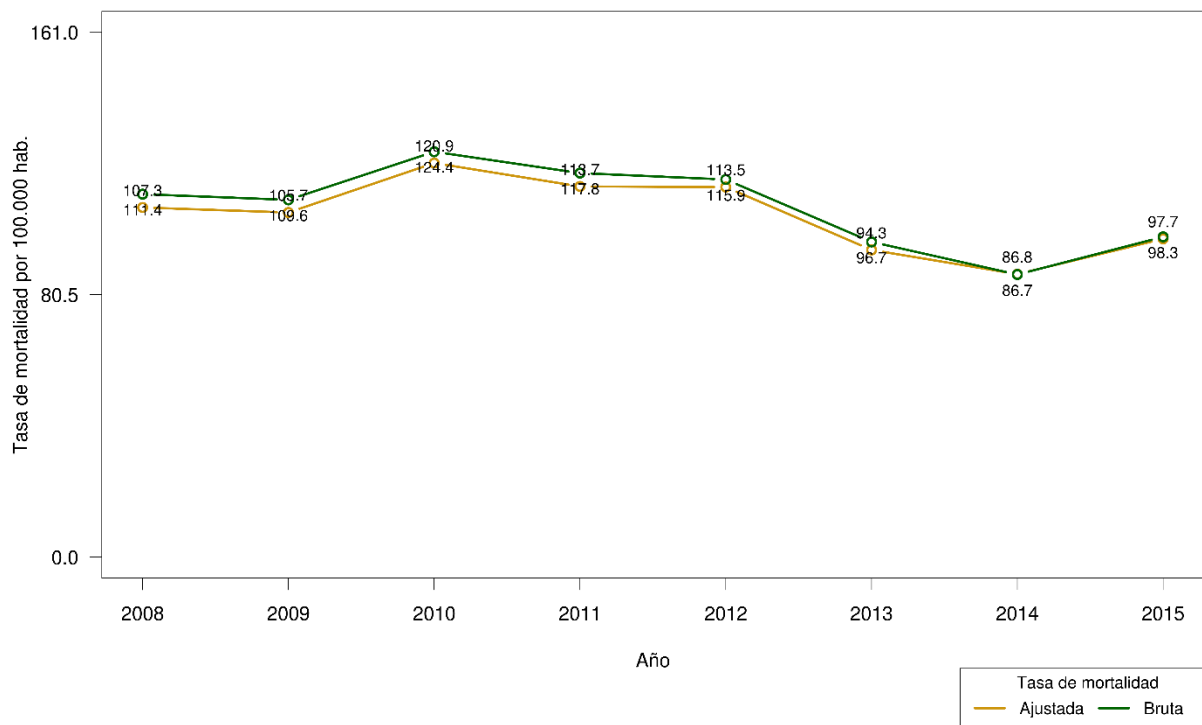


Figura 49. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año. Envigado. 2008 – 2015.

En relación a la distribución de las defunciones por los eventos centinela en cada enfermedad del capítulo de la CIE-10 según sexo, se observó que en el período 2008 – 2015, las mujeres presentaron mayores porcentajes de defunción tanto por enfermedades del sistema respiratorio y del sistema circulatorio (58,4% y 51,4% respectivamente). En los hombres, el mayor porcentaje de defunciones se presentó para las enfermedades del sistema circulatorio con un 48,6% (**Tabla 100**).





Tabla 100. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según sexo y capítulo de la CIE-10. Envigado. 2008 - 2015.

Sexo	Enfermedades del sistema respiratorio	Enfermedad del sistema circulatorio	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Mujeres	591 (58,4)	904 (51,4)	1.495 (54,0)
Hombres	421 (41,6)	854 (48,6)	1.274 (46,0)
Total	1.012 (100)	1.758 (100)	2.769 (100)

Al analizar la distribución de las defunciones por grupos de la CIE-10, el 97,6% correspondieron a las enfermedades isquémicas del corazón, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, las enfermedades cerebrovasculares y el grupo que incluye la influenza y la neumonía (Tabla 101).

Tabla 101. Ordenamiento de las defunciones según grupo de la CIE-10. Envigado. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	1.290	47.7
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	614	22
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	427	15.5
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	372	12.3
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	40	1.4
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)	7	0.3
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)	8	0.3
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)	6	0.3
Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)	2	0.1
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	3	0.1
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	0	0
Total	2.769	100

De acuerdo a la **Tabla 102** del capítulo de las enfermedades del sistema circulatorio, las enfermedades isquémicas del corazón aportaron más de la mitad de las defunciones en el periodo en estudio con un 73,4%, seguido de las enfermedades cerebrovasculares. Con respecto a las enfermedades del sistema respiratorio, las crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 60,7% de las defunciones, seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía. Los demás grupos de enfermedades que constituyen el capítulo X aportaron el 2,6% de las defunciones.





Tabla 102. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio según grupo de la CIE-10. Envigado. 2008 - 2015.

Enfermedad del sistema circulatorio (Capítulo IX)	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	1.290	73,4
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	427	24,3
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	40	2,3
Total	1.758	100
Enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X)	n	%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	614	60,7
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	372	36,7
Demás causas	26	2,6
Total	1.012	100

En cuanto a la distribución de las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio en el municipio de Envigado, se observó que las tasas de para ambos sexos fluctuaron a lo largo del periodo estudiado. Al comparar por sexos, en los años 2009 y 2014 se presentaron diferencias marcadas en las tasas de hombres y mujeres. Para el caso de las mujeres, la mayor tasa se presentó en el año 2014 con un 84,2 muertes por cada cien mil habitantes, en el caso de los hombres, la tasa mayor se presentó en el año 2015 con 79,1 muertes por cada 100.000 habitantes (**Figura 50**).

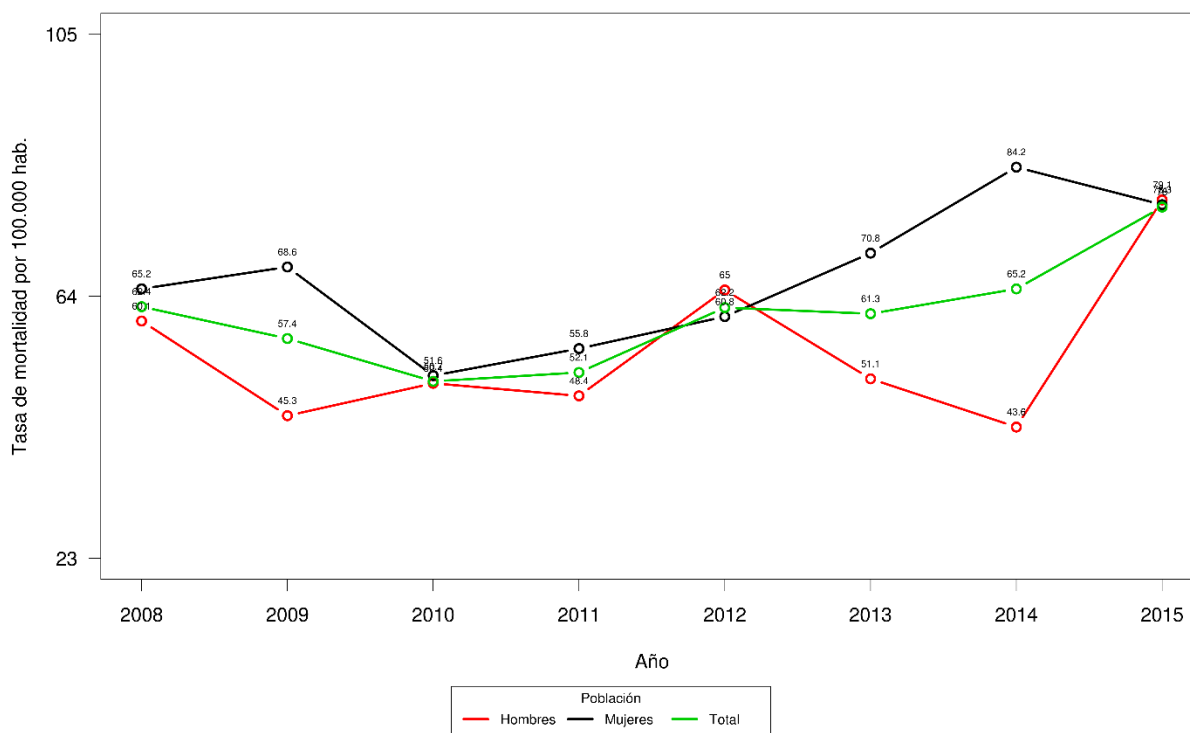


Figura 50. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año y





sexo. Envigado. 2008 – 2015.

Las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema sistema respiratorio fueron menores en comparación con las tasas de mortalidad por causas relacionadas con las enfermedades del sistema circulatorio; para este caso se observó que los hombres presentaron una mayor tasa de mortalidad en años 2008 a 2012 cuyo valor máximo fue 129,3 muertes por cada cien mil habitantes; en las mujeres se observó una mayor tasa de mortalidad que sobrepasaba la tasa de los hombres para los años 2013 (96,4 muertes por cada cien mil habitantes) y 2014. La tasa de mortalidad más alta se presentó en el año 2010 en las mujeres con un valor de 115,2 muertes por cada 100.000 habitantes (**Figura 51**).

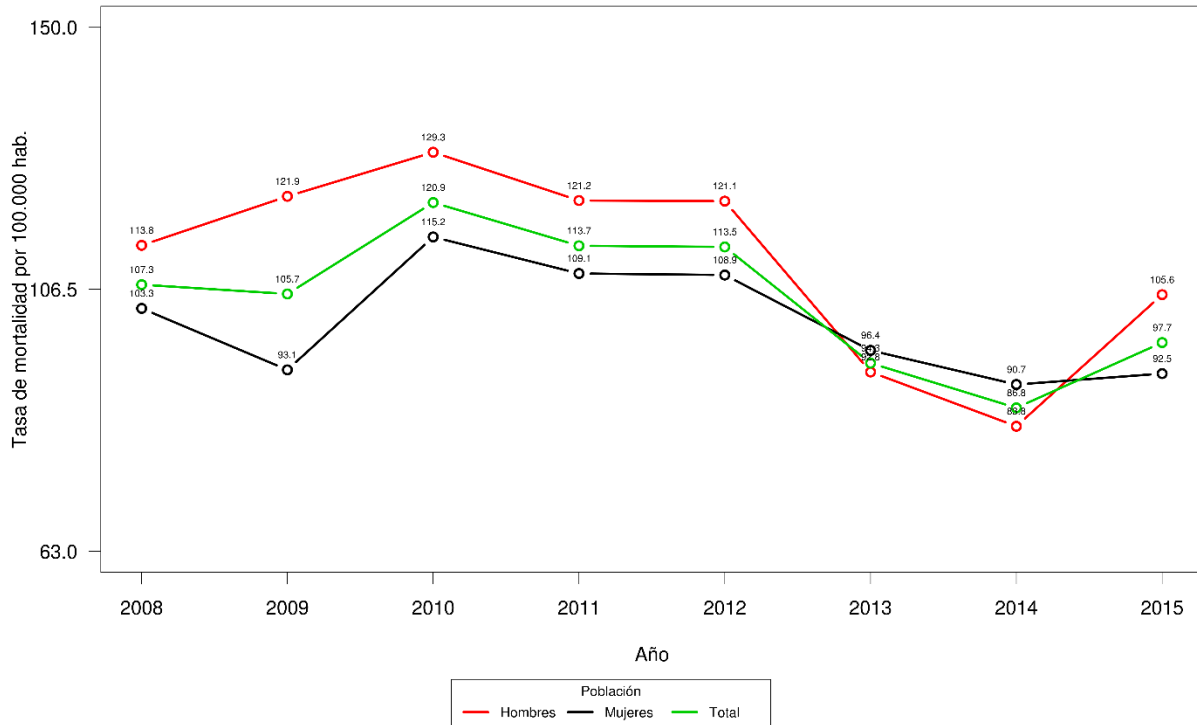


Figura 51. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año y sexo. Envigado. 2008 – 2015

En relación a las defunciones por grupos de la CIE-10 según sexo, las enfermedades isquémicas del corazón presentaron los mayores porcentajes de defunciones tanto para hombres como mujeres (51,8% y 42,3% respectivamente). Para los demás eventos centinela, las mujeres, presentaron mayor número de muertes comparado con los hombres (**Tabla 103**)





Tabla 103. Defunciones por grupo de la CIE-10 según sexo. Envigado. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	Sexo	
	Hombre n (%)	Mujer n (%)
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	660 (51,8)	630 (42,3)
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	249 (19,5)	364 (24,4)
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	180 (14,1)	247 (16,6)
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	160 (12,5)	211 (14,1)
Demás causas	26 (2,0)	41 (2,6)
Total	1.276(100)	1.495 (100)

Municipio de Girardota

En el municipio de Girardota durante el período comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 1.622 defunciones, de las cuales el 33,5% correspondieron a eventos centinela, con un total de 547 muertes. De los municipios del AMVA, Girardota fue quien aportó el menor número de defunciones por eventos centinela (**Tabla 67**)

Cuando se consideraron las edades en las cuales ocurrieron las defunciones por eventos centinela para el municipio de Girardota, se destacó que el 87,5% de las muertes se presentó a partir de los 60 años, con marcado predominio en el grupo de edad de 80 y más años con un 50% (**Tabla 104**).





Tabla 104. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad. Girardota. 2008 – 2015

Grupo de edad	n	%	% Acumulado
39 o menos ¹⁷	10	1,8	1,8
40-44	3	0,6	2,4
45-49	9	1,7	4,0
50-54	18	3,1	7,2
55-59	28	5,1	12,3
60-64	40	7,2	19,5
65-69	53	9,7	29,2
70-74	44	8,1	37,3
75-79	69	12,5	49,8
80 y más	273	50,0	100,0
Total	547	100	

La distribución de las defunciones por grupo de edad y sexo fueron analizadas. Para el caso de los hombres, la mortalidad fue del 100% en el grupo de edad de los 40 a 44 años. En las mujeres los mayores porcentajes de mortalidad se destacaron en los 45 a 49 años con un 55,8% y 65 a 69 años con un 62,7% (**Figura 52**).

¹⁷ Debido a la baja frecuencia de presentación de las defunciones para los menores de 40 años, se conformó un único grupo para tal categoría y se conservaron los demás grupos quinquenales.



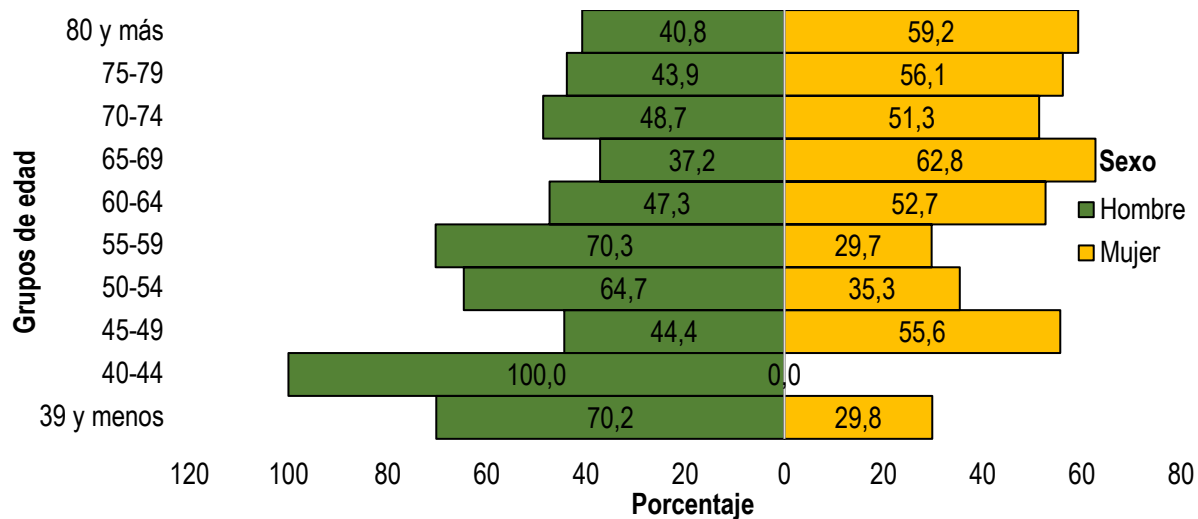


Figura 52. Defunciones por grupo de edad según sexo. Girardota. 2008 – 2015.

Para el análisis por municipios, los eventos centinela también fueron agrupados según la clasificación CIE-10 en enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo XI) y enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X). Para el municipio de Girardota, en el período 2008 al 2015, se observó el protagonismo de las defunciones relacionadas con enfermedades del sistema circulatorio, 69,7%, en comparación con las enfermedades del sistema respiratorio con un 30,3% (**Tabla 105**).

Tabla 105. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10. Girardota. 2008 - 2015

Eventos centinela capítulo de la CIE-10	n	%
Enfermedad del sistema circulatorio	381	69.7
Enfermedades del sistema respiratorio	166	30.3
Total	547	100.0

La tasa ajustada de mortalidad¹⁸ por enfermedades del sistema respiratorio para el municipio de Girardota, presentó un valor máximo de 58,6 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2013 y un valor mínimo correspondiente a 32,2 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2014. En general, los valores de la tasa ajustada fueron mayores para cada uno de los años estudiados comparados con los valores correspondientes a la tasa bruta de mortalidad (**Figura 53**); así mismo, se presentó una fluctuación marcada de las tasas de mortalidad durante todo el periodo de estudio.

¹⁸ La tasa de mortalidad se ajustó por edad y sexo utilizando el método directo



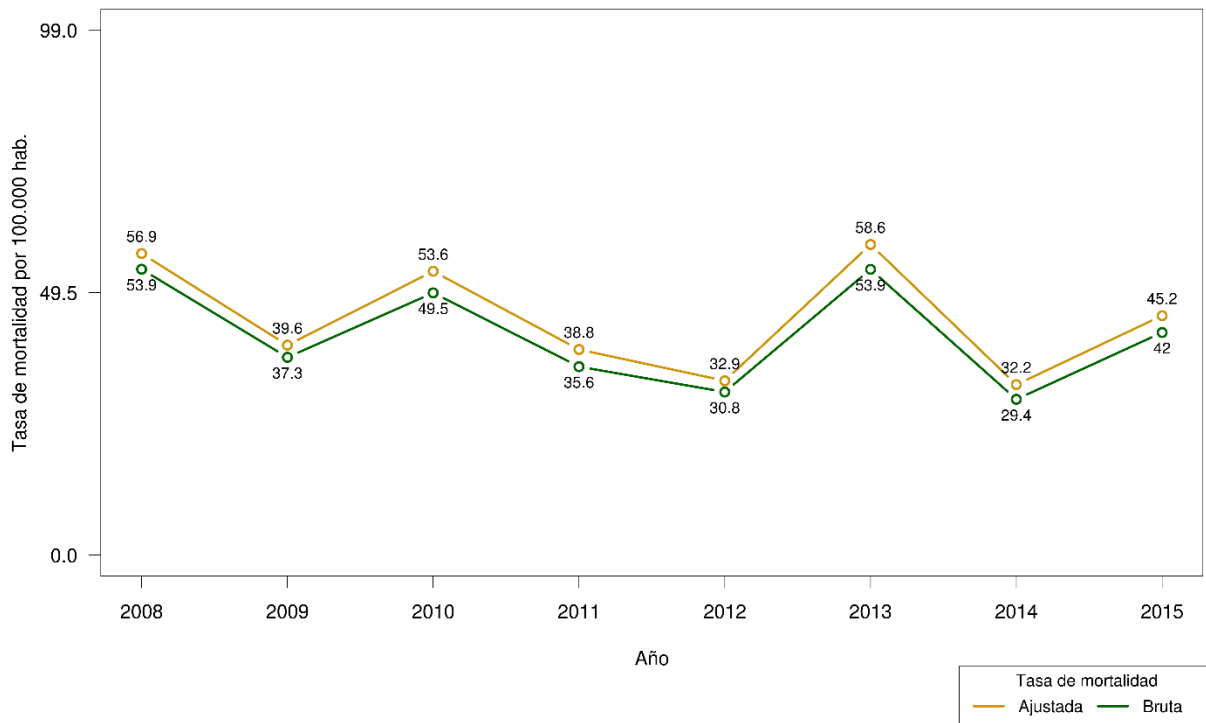


Figura 53. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año. Girardota. 2008 – 2015

La tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio durante el tiempo de estudio presentó valores más elevados comparada con las tasas de mortalidad por enfermedades respiratorias. En el año 2008 se presentó la mayor tasa con un valor de 153,6 muertes por cada cien mil habitantes y la menor fue observada en el año 2010 con un valor de 65,8 muertes por cada cien mil habitantes. En general, los valores de las tasas brutas de mortalidad durante los años estudiados, permanecieron inferiores a los valores de las tasas ajustadas; tanto las tasas ajustadas como brutas mantienen el mismo comportamiento en el tiempo (**Figura 54**), así mismo se observa un marcado decrecimiento desde el año 2008 al 2010, con un leve aumento hasta llegar a un pico elevado en el año 2014.



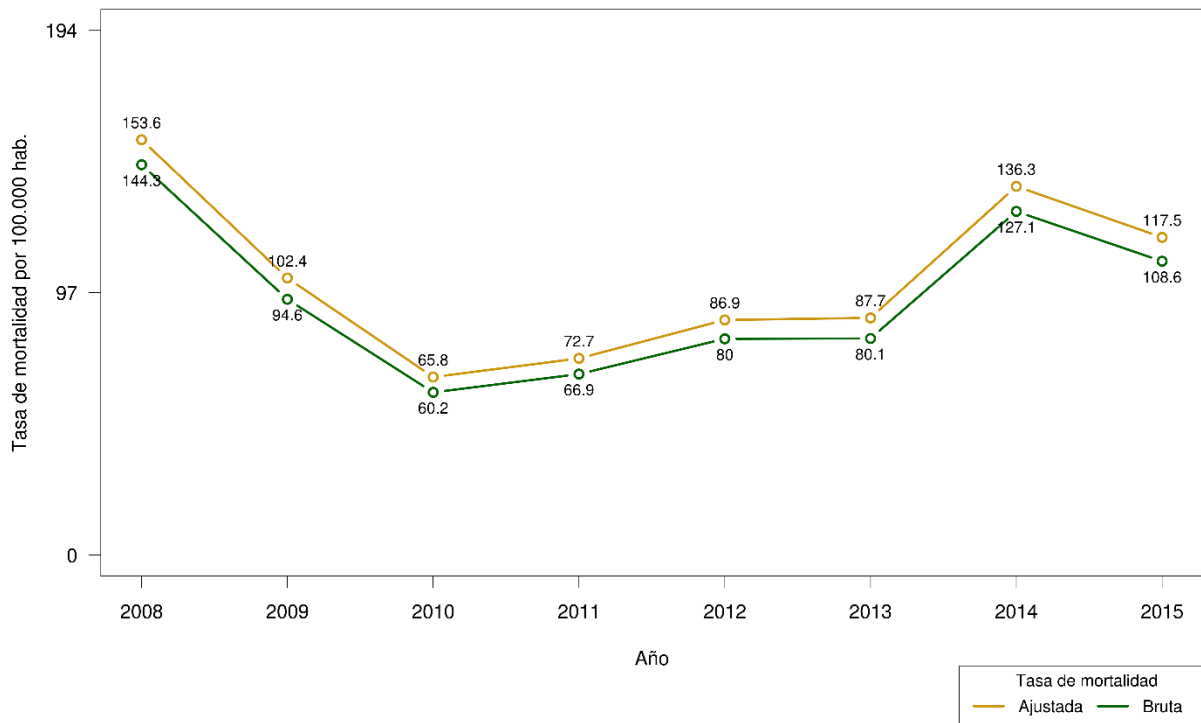


Figura 54. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año. Girardota. 2008 – 2015

En relación a la distribución de las defunciones por los eventos centinela en cada enfermedad del capítulo de la CIE-10 según sexo, se observó que en el periodo de estudio, las mujeres presentaron mayor porcentaje de defunciones por enfermedades del sistema respiratorio y circulatorio (55,2% y 54,6% respectivamente) en comparación con los hombres. Los hombres presentaron mayor porcentaje de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio con una leve diferencia con las enfermedades del sistema respiratorio (**Tabla 106**).





Tabla 106. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según sexo y capítulo de la CIE-10. Girardota. 2008 - 2015

Sexo	Enfermedades del sistema respiratorio	Enfermedad del sistema circulatorio	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Mujeres	91 (55,2)	208 (54,6)	300 (54,8)
Hombres	74 (44,8)	173 (45,4)	247 (45,2)
Total	165 (100)	381 (100)	547 (100)

Al analizar la distribución de las defunciones por grupos de la CIE-10, el 98,4% correspondieron a las enfermedades isquémicas del corazón, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, las enfermedades cerebrovasculares y el grupo que incluye la influenza y la neumonía (Tabla 107).

Tabla 107. Ordenamiento de las defunciones según grupo de la CIE-10. Girardota. 2008 - 2015

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	315	56,1
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	104	20
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	63	12,3
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	50	8,9
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)	7	1,1
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	4	0,9
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	2	0,4
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)	1	0,2
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)	0	0
Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)	0	0
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	0	0
Total	547	100

Los datos presentados en la **Tabla 108** muestran que en el capítulo de las enfermedades del sistema circulatorio, las isquémicas del corazón aportaron el 82,4% de las defunciones en el periodo en estudio, seguido por las enfermedades cerebrovasculares. Con respecto a las enfermedades del sistema respiratorio, las crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 63,4% de las defunciones, seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía. Los demás grupos de enfermedades que constituyen el capítulo X aportaron el 6,1% de las defunciones.





Tabla 108. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio y respiratorio según grupo de la CIE-10. Girardota. 2008 - 2014.

Enfermedad del sistema circulatorio (Capítulo IX)	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	315	82,4
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	63	16,6
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	4	1,1
Total	382	100
Enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X)	n	%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	104	63,4
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	50	30,5
Demás causas	10	6,1
Total	164	100

En cuanto a la distribución de las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio, se observó una marcada fluctuación de las mismas tanto para hombres como para mujeres en todo el periodo de estudio. Se destaca un pico elevado para la mortalidad en las mujeres en el año 2013 con un valor de 68,8 muertes por cada cien mil habitantes, para el caso de los hombres, el valor máximo se presentó en el año 2010 con 59,3 muertes por cada cien mil habitantes (**Figura 55**).



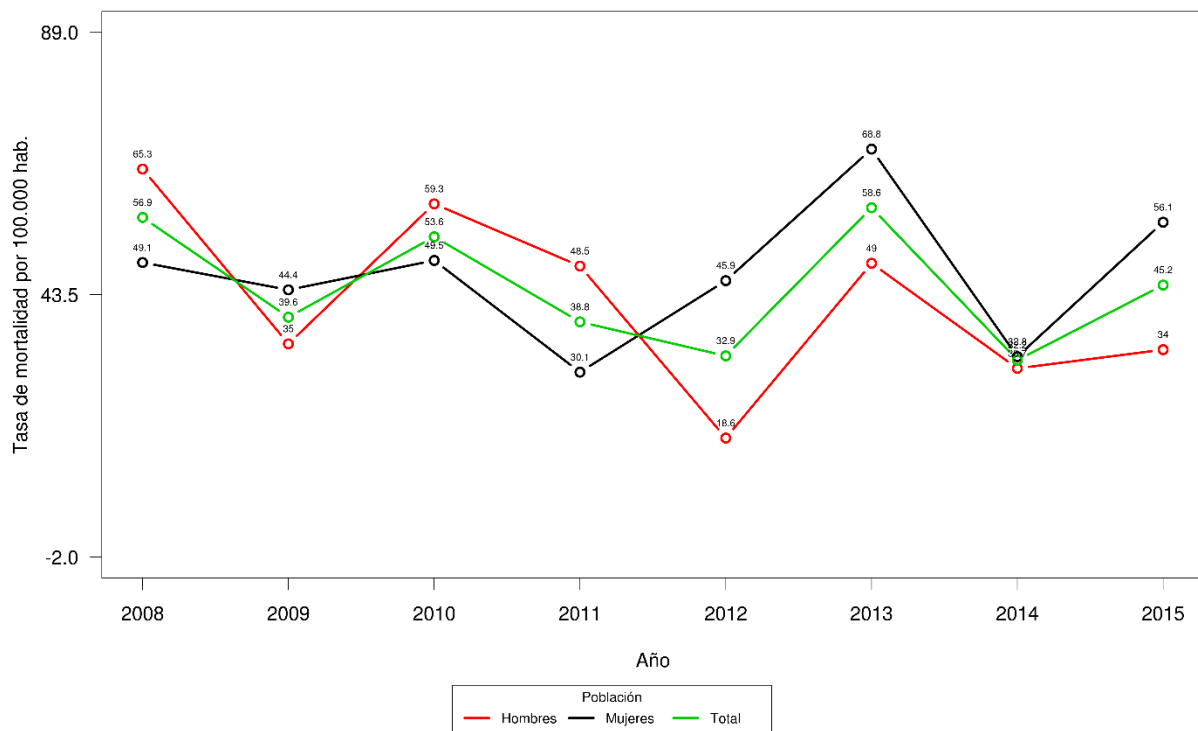


Figura 55. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año y sexo. Girardota. 2008 – 2015.

Las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema circulatorio fueron más elevadas comparadas con las tasas por causas respiratorias. En general, las tasas tanto para hombres como mujeres presentan patrones de comportamiento similares, los cuales inician con valores elevados en el año 2008, seguido de un descenso en los años siguientes para obtener nuevamente un ascenso considerable a partir del año 2013. La mayor tasa de mortalidad en mujeres se presentó en el año 2008 con un valor de 170,8 muertes por cada cien mil habitantes y para el caso de los hombres, la mayor tasa corresponde a 142,9 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2014 (**Figura 56**).



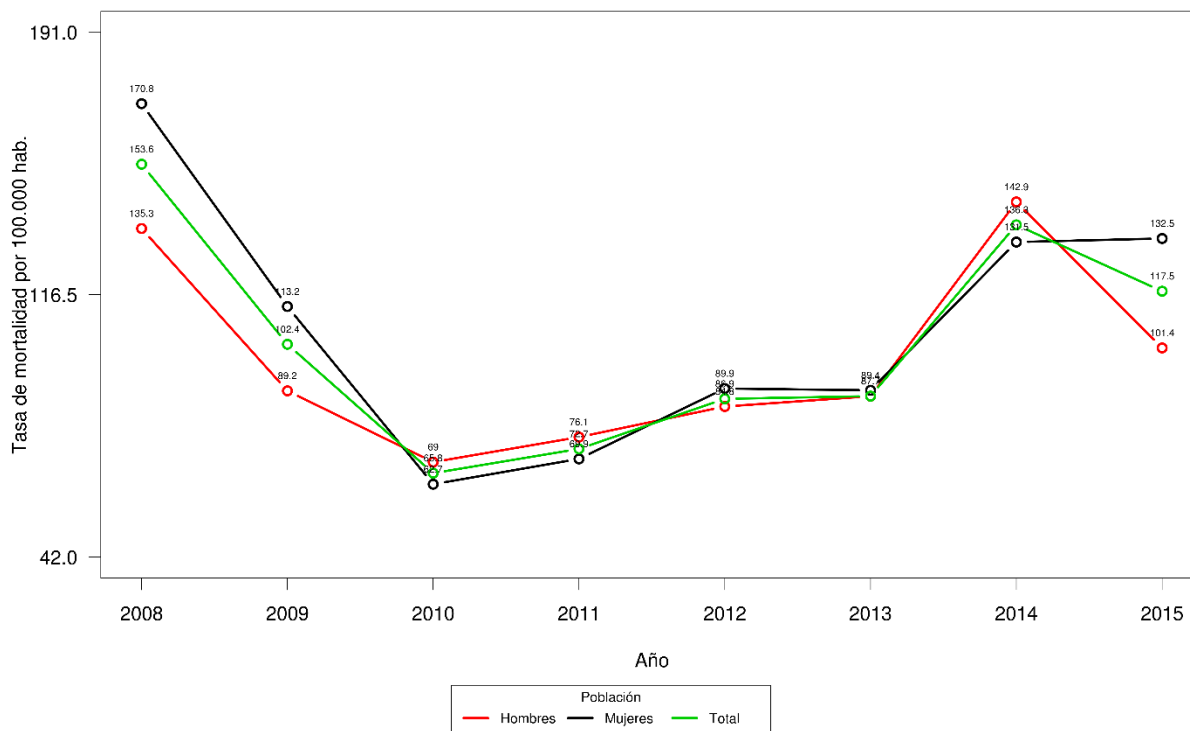


Figura 56. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año y sexo. Girardota. 2008 – 2015.

En relación a las defunciones por grupos de la CIE-10 según sexo, se evidenció que las enfermedades Isquémicas del corazón presentaron el mayor porcentaje de defunciones tanto en los hombres como en las mujeres (61,4% y 54% respectivamente). En los demás eventos centinela relacionados, se presentaron diferencias porcentuales entre hombres y mujeres, siendo mayores en las mujeres en comparación con los hombres (**Tabla 109**).

Tabla 109. Defunciones por grupo de la CIE-10 según sexo. Girardota. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	Sexo	
	Hombre n (%)	Mujer n (%)
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	152 (61,4)	162 (54,0)
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	46 (18,7)	58 (19,5)
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	22 (8,9)	29 (9,7)
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	21 (8,5)	42 (14,1)
Demás causas	6 (2,4)	8 (2,7)
Total	(100)	(100)





Municipio de Itagüí

El municipio de Itagüí durante el período comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 9.794 defunciones, de las cuales el 31,9% correspondieron a eventos centinela, con un total de 3.137 muertes (**Tabla 67**).

Cuando se consideraron las edades en las cuales ocurrieron las defunciones por eventos centinela, se destacó que el 77% de las muertes se presentó a partir de los 65 años, con marcado predominio en el grupo de edad de 80 y más años con un 43,7% (**Tabla 110**).

Tabla 110. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad. Itagüí. 2008 – 2015

Grupo de edad	n	%	% Acumulado
39 o menos ¹⁹	61	2,0	2,0
40-44	35	1,1	3,1
45-49	80	2,6	5,6
50-54	114	3,6	9,3
55-59	192	6,1	15,4
60-64	238	7,6	23,0
65-69	285	9,1	32,1
70-74	348	11,1	43,2
75-79	411	13,1	56,3
80 y más	1.372	43,7	100,0
Total	3.137	100	

La distribución de las defunciones por grupo de edad y sexo fueron analizadas. Se destacaron mayores porcentajes de muerte en los hombres para todos los grupos de edad comparado con las mujeres, exceptuando los grupos de edad de 75 a 79 años y de 80 y más años, donde se observó que las defunciones de las mujeres excedieron a las de los hombres en un poco más del 8% (**Figura 57**).

¹⁹ Debido a la baja frecuencia de presentación de las defunciones para los menores de 40 años, se conformó un único grupo para tal categoría y se conservaron los demás grupos quinquenales.



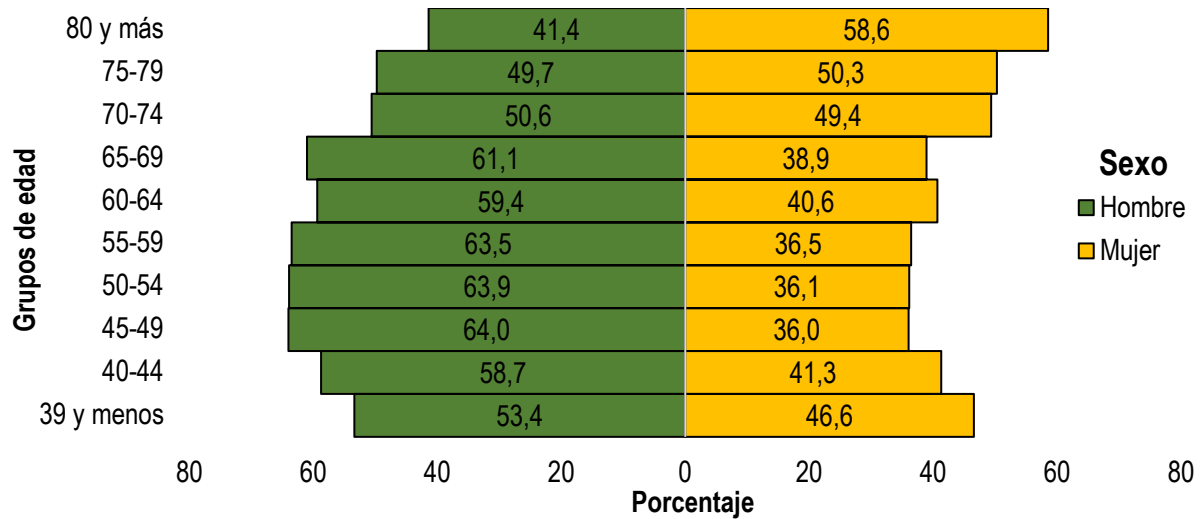


Figura 57. Defunciones por grupo de edad según sexo. Itagüí. 2008 – 2015.

Para el análisis por municipios, los eventos centinela también fueron agrupados según la clasificación CIE-10 en enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo XI) y enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X). Para el municipio de Itagüí, en el periodo de estudio, se observó el protagonismo de las defunciones relacionadas con enfermedades del sistema circulatorio con un 67,3%, en comparación con las enfermedades del sistema respiratorio con un 32,7% (**Tabla 111**).





Tabla 111. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10. Itagüí. 2008 - 2015.

Eventos centinela capítulo de la CIE-10	n	%
Enfermedad del sistema circulatorio	2.111	67,3
Enfermedades del sistema respiratorio	1.026	32,7
Total	3.137	100

La tasa ajustada de mortalidad²⁰ por enfermedades del sistema respiratorio para el municipio de Itagüí, entre los años 2008 y 2015, presentó un menor valor en el año 2008 de 51,1 muertes por cada 100.000 habitantes y un máximo 72,9 muertes por cada 100.000 habitantes en el año 2015 (**Figura 58**). La tasa ajustada presenta valores más elevados al ser comparada con la tasa bruta.

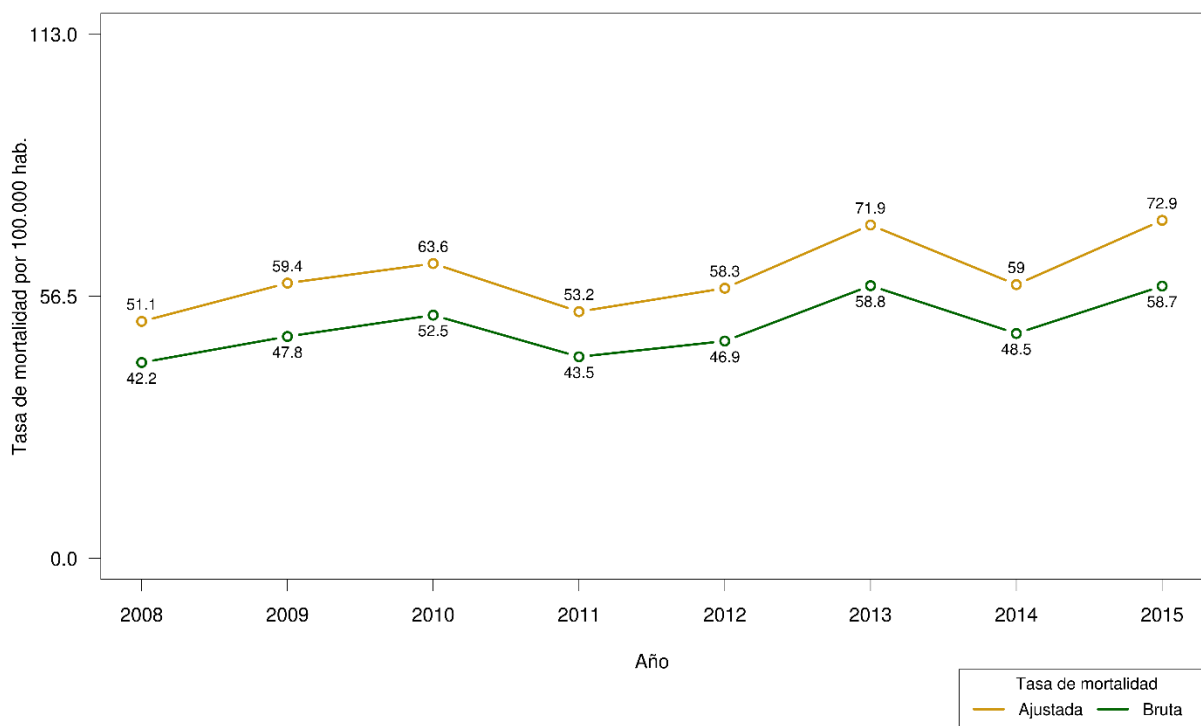


Figura 58. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año. Itagüí. 2008 – 2015.

²⁰ La tasa de mortalidad se ajustó por edad y sexo utilizando el método directo





La tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio durante el mismo período de tiempo presentó valores más elevados comparado con la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio, con un valor mínimo de 107,9 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2009 y un máximo de 142,5 muertes por cada 100.000 habitantes en el año 2011 (**Figura 59**) Los valores de la tasa ajustada de mortalidad durante el periodo de estudio son mayores comparados con la tasa bruta.

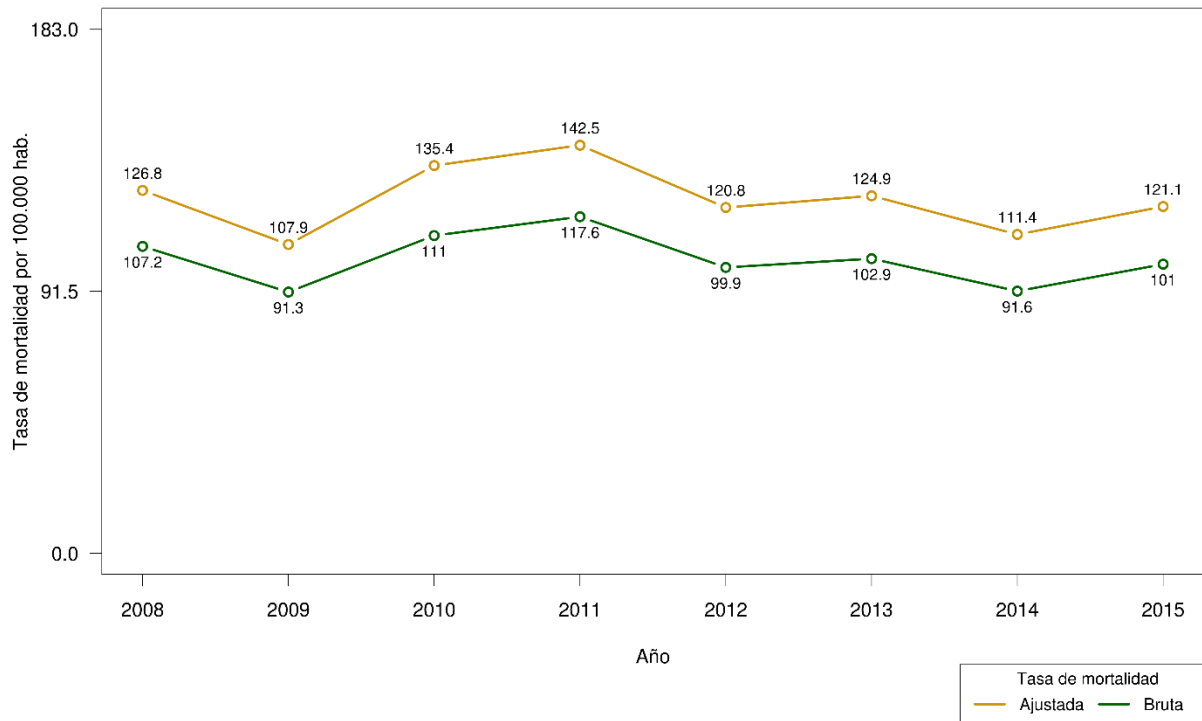


Figura 59. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año. Itagüí. 2008 – 2015.

En relación a la distribución de las defunciones por los eventos centinela en cada enfermedad del capítulo de la CIE-10 según sexo, se observó que en el período 2008 – 2015, las mujeres presentaron mayor frecuencia de defunciones por enfermedades del sistema respiratorio con un 53,7%, para las enfermedades del sistema circulatorio el mayor porcentaje se relacionó para los hombres con un 51,6% de muertes por éstas causas (**Tabla 112**).





Tabla 112. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según sexo y capítulo de la CIE-10. Itagüí. 2008 - 2015.

Sexo	Enfermedades del sistema respiratorio	Enfermedad del sistema circulatorio	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Mujeres	551 (53,7)	1.022 (48,4)	1.573 (50,1)
Hombres	475 (46,3)	1.090 (51,6)	1.564 (49,9)
Total	1.026 (100)	2.111 (100)	3.137 (100)

Al analizar la distribución de las defunciones por grupos de la CIE-10, el 98,2% correspondieron a las enfermedades isquémicas del corazón, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, las enfermedades cerebrovasculares y el grupo que incluye la influenza y la neumonía (**Tabla 113**).

Tabla 113. Ordenamiento de las defunciones según grupo de la CIE-10. Itagüí. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	1.616	51,5
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	637	20,3
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	462	14,7
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	370	11,8
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	33	1,1
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	5	0,2
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)	4	0,1
Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)	4	0,1
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)	4	0,1
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)	2	0,1
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	0	0,0
Total	3.137	100

Según la **Tabla 114**, en el capítulo de las enfermedades del sistema circulatorio, las enfermedades isquémicas del corazón aportaron más de la mitad de las defunciones en el periodo en estudio con un 76,6%, seguido de las enfermedades cerebrovasculares. Con respecto a las enfermedades del sistema respiratorio, las crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 62% de las defunciones, seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía. Los demás grupos de enfermedades que constituyen el capítulo X aportaron el 1,9% de las defunciones.





Tabla 114. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio y respiratorio según grupo de la CIE-10. Itagüí. 2008 - 2015.

Enfermedad del sistema circulatorio (Capítulo IX)	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	1.616	76,6
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	462	21,9
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	33	1,6
Total	2.111	100
Enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X)	n	%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	637	62,0
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	370	36,1
Demás causas	19	1,9
Total	1.026	100

En cuanto a la distribución de las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio en el municipio de Itagüí, se observó una fluctuación a lo largo del periodo estudiado, el pico más alto fue alcanzado para el año 2013 con una tasa de mortalidad para los hombres de 77,6 y 80,5 en el año 2015 para las mujeres. A excepción de los años 2011, 2014 y 2015 se evidenció una tasa mayor de mortalidad en los hombres en comparación con las mujeres (**Figura 60**).



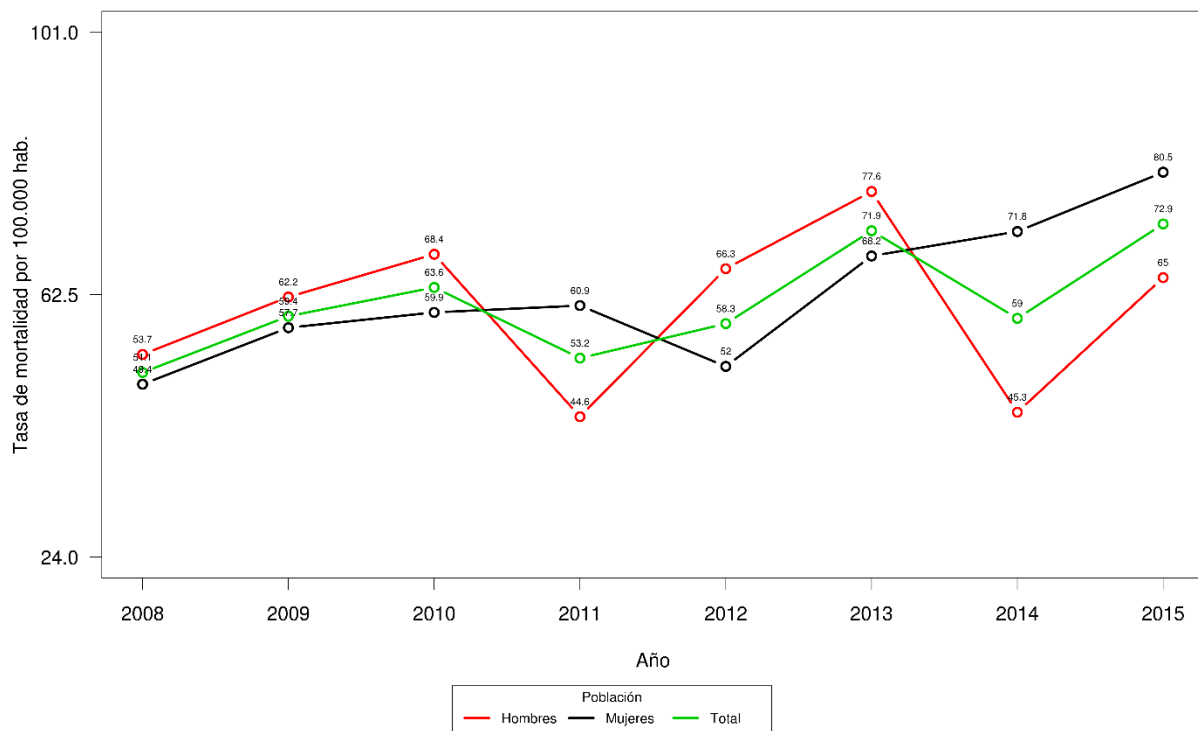


Figura 60. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año y sexo. Itagüí. 2008 – 2015.

Las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio fueron menores en comparación con las tasas de mortalidad por causas relacionadas con las enfermedades del sistema circulatorio. Para este caso, se observó que los hombres presentaron una elevada tasa de mortalidad en todos los años analizados en comparación con las mujeres, con excepción del año 2010, ambos grupos presentaron tasas similares; en general, se observó una tasa diferencial entre hombres y mujeres de mínimo 10 muertes por cada cien mil habitantes (**Figura 61**). En el año 2013 se presentó el mayor pico de tasa de mortalidad para los hombres con un valor de 148,1 y el año 2011 para las mujeres con una tasa de mortalidad de 136,9 muertes por cada 100.000 habitantes.



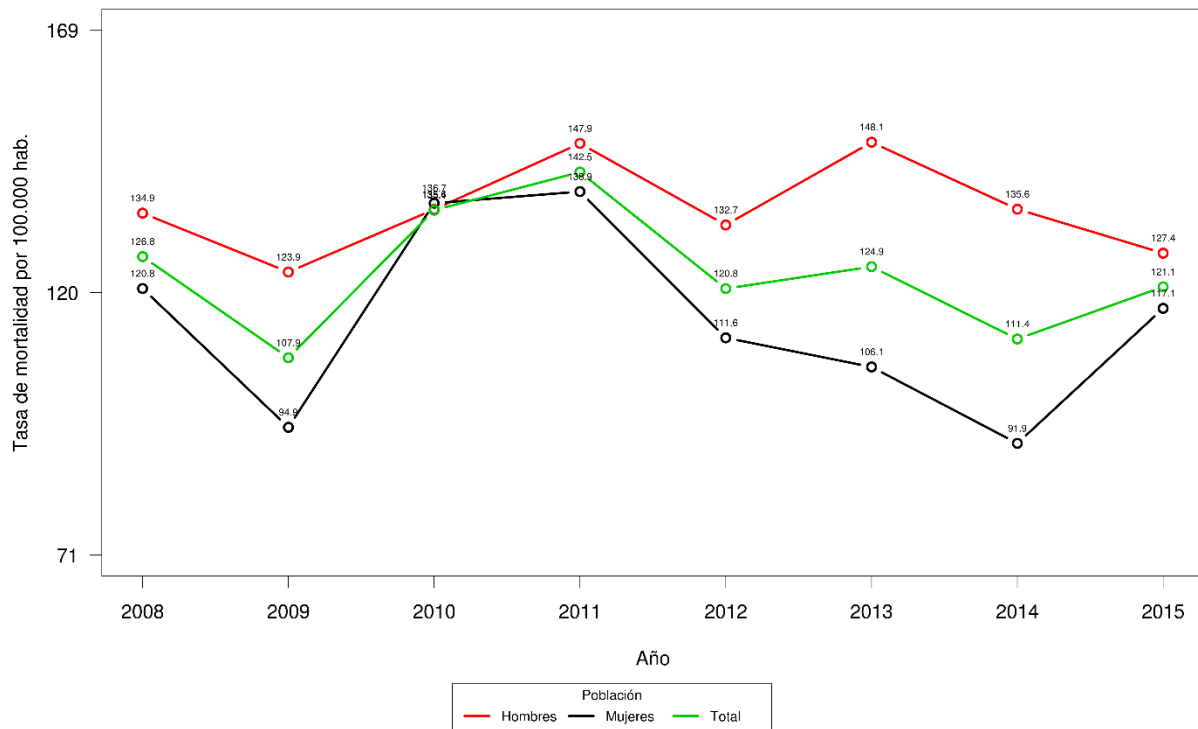


Figura 61. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año y sexo. Itagüí. 2008 – 2015.

En relación a las defunciones por grupos de la CIE-10 según sexo, se evidenció que las enfermedades isquémicas del corazón fueron la causa de mayor porcentaje de defunciones para ambos sexos, con un mayor porcentaje para el grupo de los hombres (55,8%). En las mujeres, a excepción de la anterior causa y del grupo de la influenza y neumonía, se encontraron mayores porcentajes de defunciones en los demás grupos en comparación con los hombres (**Tabla 115**





Tabla 115. Defunciones por grupo de la CIE-10 según sexo. Itagüí. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	Sexo	
	Hombre n (%)	Mujer n (%)
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	870 (55,8)	741 (47,3)
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	280 (18,0)	353 (22,5)
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	200 (12,8)	260 (16,6)
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	188 (12,1)	181 (11,6)
Demás causas	21 (1,3)	32 (2,0)
Total	1.559 (100)	1.567 (100)

Municipio de La Estrella

En el municipio de La Estrella durante el periodo comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 2.286 defunciones. de las cuales el 35,5% correspondieron a eventos centinela, con un total de 815 muertes (**Tabla 67**).

Cuando se consideraron las edades en las cuales ocurrieron las defunciones, por eventos centinela, el 85,5% se presentó a partir de los 60 años, con marcado predominio en el grupo de edad de 80 y más años con un 46,7%. Conjuntamente, se observó que el 1,6% de ellas se dio en personas de máximo 39 años (**Tabla 116**).





Tabla 116. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad. La Estrella. 2008 – 2015

Grupo de edad	n	%	% Acumulado
39 o menos ²¹	13	1,6	1,6
40-44	7	0,9	2,5
45-49	24	2,8	5,3
50-54	29	3,6	8,9
55-59	45	5,5	14,4
60-64	51	6,2	20,6
65-69	69	8,5	29,1
70-74	97	11,9	41,0
75-79	100	12,2	53,2
80 y más	380	46,7	100,0
Total	815	100	

El análisis de distribución de las defunciones por grupo de edad y sexo destacó el predominio de las muertes de las mujeres para los grupos de edad de 40 a 44, 50 a 54, 70 a 74 y para el grupo de edad de 80 y más años con un 66,8% (**Figura 62**). Para el caso de los hombres, los mayores porcentajes de mortalidad (65,3%) se presentaron en el rango de edad entre los 45 y 49 años.

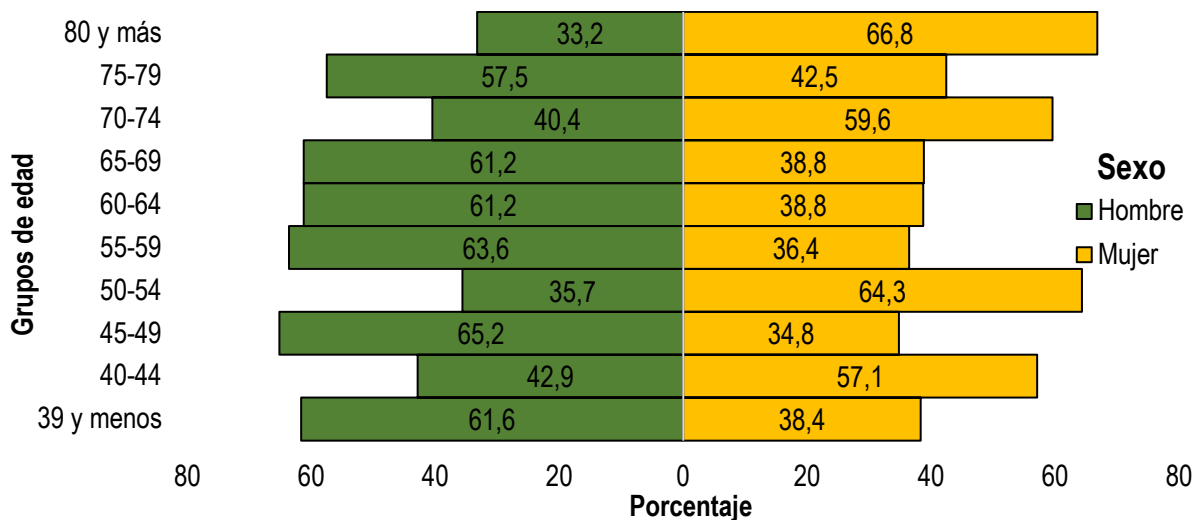


Figura 62. Defunciones por grupo de edad según sexo. La Estrella. 2008 – 2015

²¹ Debido a la baja frecuencia de presentación de las defunciones para los menores de 40 años, se conformó un único grupo para tal categoría y se conservaron los demás grupos quinquenales.



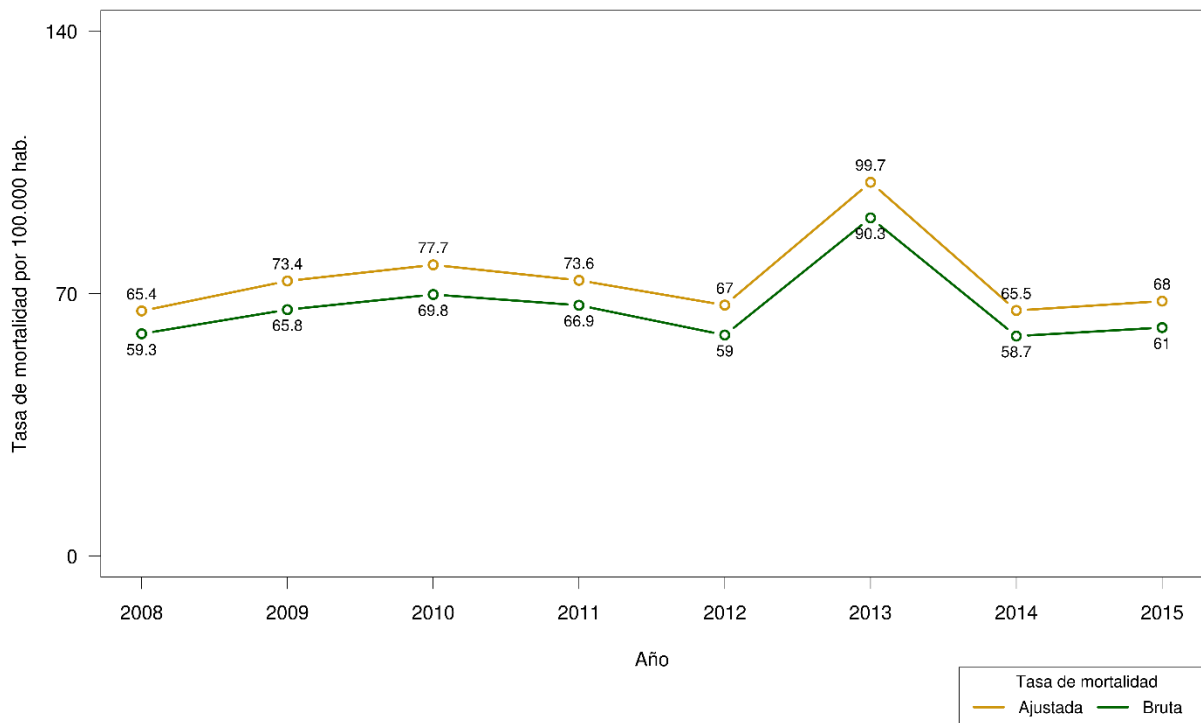


Los eventos centinela fueron agrupados según la clasificación CIE-10 en enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo XI) y enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X). Para el municipio de La Estrella, se observó el protagonismo de las defunciones relacionadas con enfermedades del sistema circulatorio, 61,6%, en comparación con las enfermedades del sistema respiratorio con un 38,4% (**Tabla 117**).

Tabla 117. Frecuencia de las defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10. La Estrella. 2008 - 2015.

Eventos centinela capítulo de la CIE-10	n	%
Enfermedad del sistema circulatorio	502	61,6
Enfermedades del sistema respiratorio	313	38,4
Total	815	100

Durante el periodo de estudio para el municipio de La Estrella, la tasa ajustada de mortalidad²² por enfermedades del sistema respiratorio, alcanzó un pico máximo de 99,7 muertes por cada cien mil habitantes; en el año 2013, para los años restantes, la tasa de mortalidad permaneció con valores relativamente constantes con un valor mínimo de 65,4 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2008 (**Figura 63**).



²² La tasa de mortalidad se ajustó por edad y sexo utilizando el método directo





Figura 63. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año. La Estrella. 2008 – 2015.

La tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio presentó valores más elevados durante todos los años de estudio comparada con las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio. El máximo valor presentado fue de 154,3 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2008; el valor mínimo fue de 95,2 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2013. En general, los valores de la tasa ajustada para cada uno de los años fueron mayores comparados con los correspondientes a la tasa bruta de mortalidad (**Figura 64**).

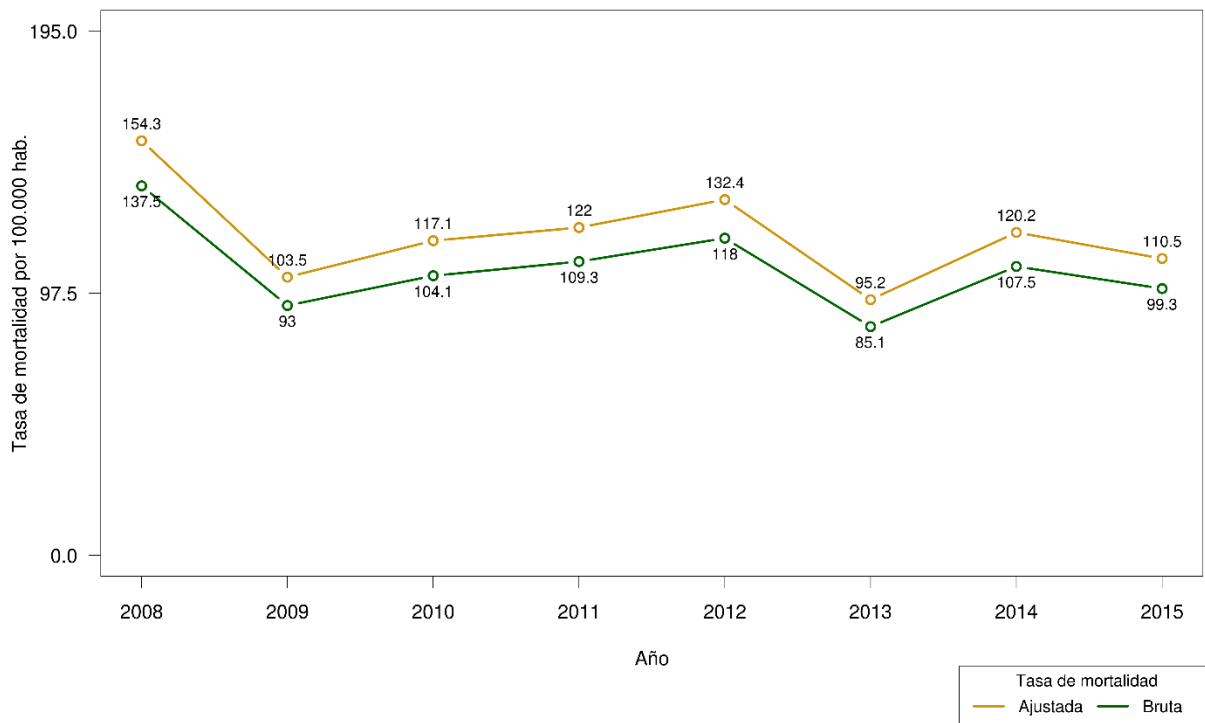


Figura 64. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año. La Estrella. 2008 – 2015

En relación a la distribución de las defunciones por los eventos centinela en cada enfermedad del capítulo de la CIE-10 según sexo, se observó que en el periodo de estudio, las mujeres presentaron mayor porcentaje de defunciones por enfermedades del sistema respiratorio y circulatorio (61,1 y 53,2% respectivamente) en comparación con los hombres. Los hombres presentaron mayor porcentaje de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio con un 46,8% (**Tabla 118**).

Tabla 118. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10 y sexo. La Estrella. 2008 - 2015





Sexo	Enfermedades del sistema respiratorio	Enfermedad del sistema circulatorio	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Mujeres	189 (60,2)	264 (52,6)	452 (55,5)
Hombres	124 (39,8)	238 (47,4)	362 (44,5)
Total	313 (100)	502 (100)	815 (100)

Al analizar la distribución de las defunciones por grupos de la CIE-10, el 98,3% correspondieron a las enfermedades isquémicas del corazón, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, las enfermedades cerebrovasculares y el grupo que incluye la influenza y la neumonía (Tabla 119).

Tabla 119. Ordenamiento de las defunciones según grupo de la CIE-10. La Estrella. 2008 - 2015

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	362	44,8
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	167	20,9
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	138	16,7
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	134	16
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	6	0,7
Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)	3	0,4
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)	2	0,3
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)	2	0,1
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	0	0
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	0	0
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)	1	0
Total	815	100

De acuerdo a los datos presentados en la tabla 54, en el capítulo de las enfermedades del sistema circulatorio, las isquémicas del corazón aportaron el 72,2% de las defunciones en el periodo en estudio, seguido de las enfermedades cerebrovasculares (**Tabla 120**). Con respecto a las enfermedades del sistema respiratorio, las crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron más del 54,3% de las defunciones, seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía. Los demás grupos de enfermedades que constituyen el capítulo X aportaron el 2,2% de las defunciones.





Tabla 120. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio y respiratorio según grupo de la CIE-10. La Estrella. 2008 - 2015.

Enfermedad del sistema circulatorio (Capítulo IX)		
	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	362	72,2
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	134	26,6
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	6	1,2
Total	502	100
Enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X)		
	n	%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	167	54,3
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	138	43,4
Demás causas	8	2,2
Total	313	100

En cuanto a la distribución de las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio, las mujeres presentaron una mayor tasa de mortalidad en todos los años analizados a excepción del año 2012 cuyo valor fue el más bajo durante el periodo de estudio (55,3 muertes por cada cien mil habitantes). Para el caso de los hombres, la mayor tasa de mortalidad se presentó en el año 2013 con un valor de 98 muertes por cada cien mil habitantes (**Figura 65**).



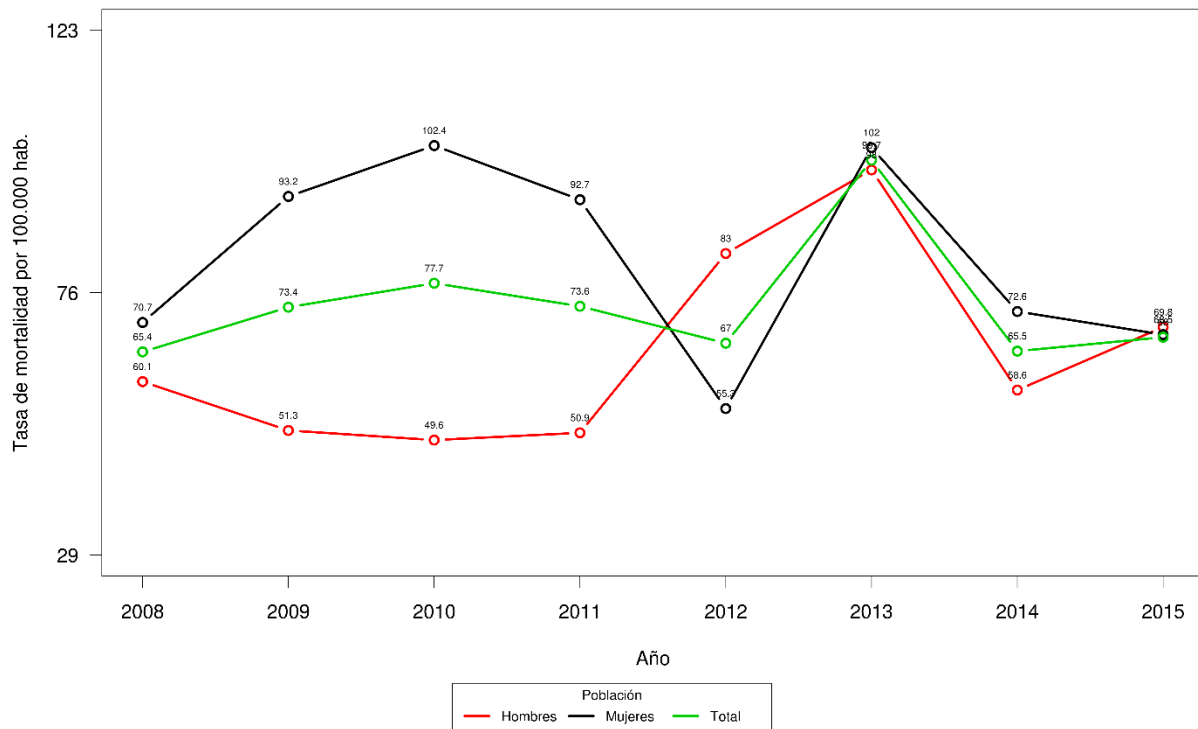


Figura 65. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año y sexo. La Estrella. 2008 – 2015.

Las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema circulatorio fueron más elevadas que las de enfermedades del sistema respiratorio, observándose fluctuaciones durante los años de estudio. La mayor tasa de mortalidad fue para las mujeres con un valor de 162,1 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2008 y la menor tasa fue para los hombres con un valor de 82,3 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2013. En general, el valor de la tasa de mortalidad tanto para hombres como mujeres presentó una fluctuación marcada durante el periodo de estudio (**Figura 66**).



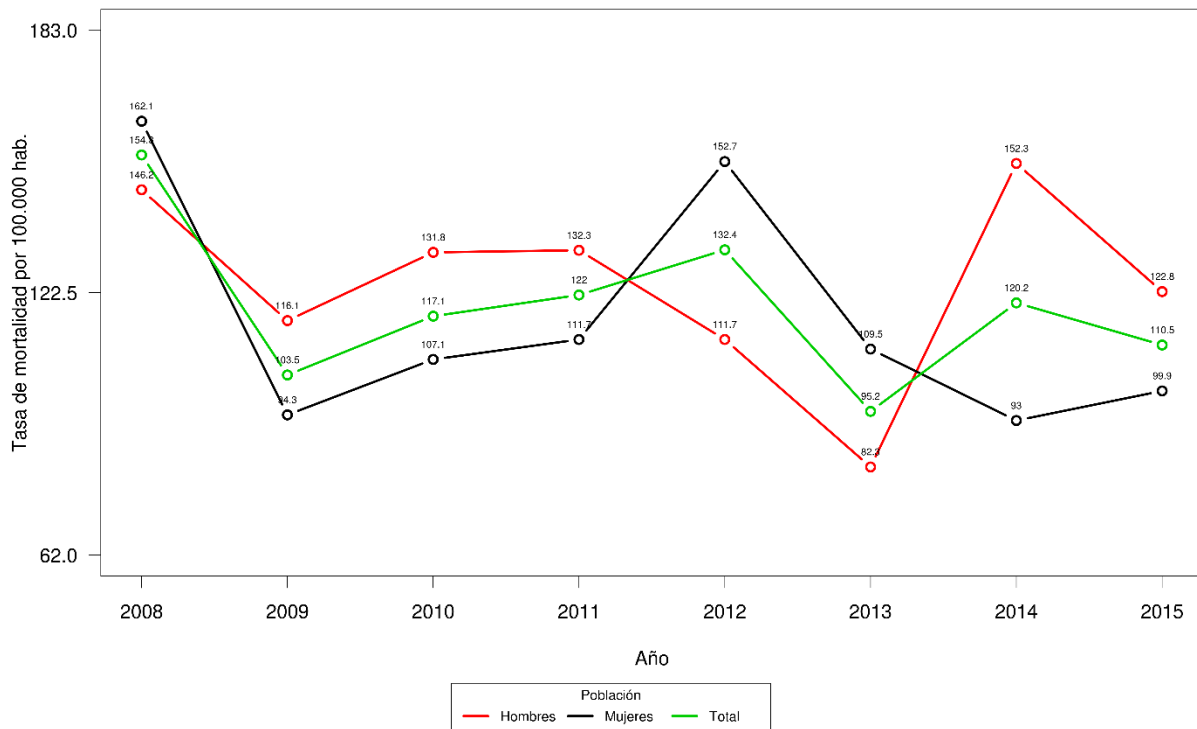


Figura 66. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año y sexo. La Estrella. 2008 – 2015.

En relación a las defunciones por grupos de la CIE-10 según sexo, se evidenció que las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores presentaron el mayor porcentaje de defunciones tanto en los hombres como en las mujeres (45,7% y 38,6% respectivamente). En los demás eventos centinela relacionados, se presentaron diferencias porcentuales entre hombres y mujeres, siendo mayores en las mujeres para los casos de influenza y neumonía así como las enfermedades cardiovasculares (**Tabla 121**).





Tabla 121. Defunciones por grupo de la CIE-10 según sexo. La Estrella. 2008 – 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	Sexo	
	Hombre	Mujer
	n (%)	n (%)
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	165 (45,7)	174 (38,6)
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	70 (19,4)	99 (22,0)
Enfermedades Isquémicas del corazón (I20-I25)	67 (18,3)	89 (19,5)
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	54 (15,0)	83 (18,4)
Otras causas (grupos centinela)	6 (1,7)	8 (1,6)
Total	362 (100)	453(100)

Municipio de Medellín

En el municipio de Medellín durante el período comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 104.757 defunciones, de las cuales el 30,5% correspondieron a eventos centinela, con un total de 32.028 muertes. De los municipios que constituyen el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Medellín aportó el mayor número de defunciones (**Tabla 67**).

Cuando se consideraron las edades en las cuales ocurrieron las defunciones por eventos centinela, se destacó para el municipio de Medellín, al igual que para el AMVA en general, el 90,9% de las muertes se presentó a partir de los 55 años, con marcado predominio en el grupo de 80 y más años con un porcentaje del 46,2% (**Tabla 122**).





Tabla 122. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad. Medellín. 2008 – 2015

Grupo de edad	n	%	% Acumulado
39 o menos ²³	797	2,5	2,5
40-44	335	1,0	3,5
45-49	674	2,1	5,6
50-54	1.116	3,5	9,1
55-59	1.708	5,3	14,5
60-64	2.100	6,6	21,0
65-69	2.700	8,4	29,4
70-74	3.434	10,7	40,2
75-79	4.331	13,5	53,7
80 y más	14.791	46,2	99,9
Sin información	42	0,1	100,0
Total	32.028	100	

La distribución de las defunciones por grupo de edad y sexo fueron analizadas. Se destacó el predominio de las muertes de las mujeres a partir de los 75 años en comparación con los hombres y se observó que las defunciones de los hombres excedieron a las de las mujeres en un porcentaje considerable que varía aproximadamente desde un 10% a 23% para los grupos de edad por debajo de los 60 años (**Figura 67**).

²³ Debido a la baja frecuencia de presentación de las defunciones para los menores de 40 años, se conformó un único grupo para tal categoría y se conservaron los demás grupos quinquenales.



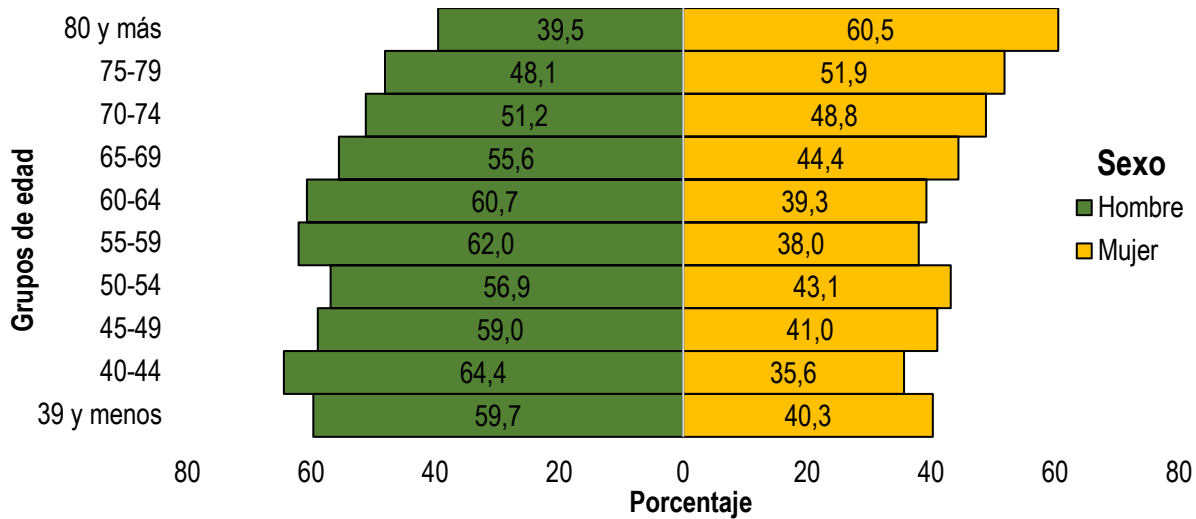


Figura 67. Defunciones por grupo de edad según sexo. Medellín. 2008 – 2015.

Para el análisis por municipios, los eventos centinela también fueron agrupados según la clasificación CIE-10 en enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo XI) y enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X). Para el municipio de Medellín, se observó el protagonismo de las defunciones relacionadas con enfermedades del sistema circulatorio con un 64,6%, en comparación con las enfermedades del sistema respiratorio con un 35,4% (Tabla 123).

Tabla 123. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10. Medellín. 2008 - 2015.

Eventos centinela capítulo de la CIE-10	n	%
Enfermedad del sistema circulatorio	20.692	64,6
Enfermedades del sistema respiratorio	11.336	35,4
Total	32.028	100

La tasa ajustada de mortalidad²⁴ por enfermedades del sistema respiratorio para el municipio de Medellín, fluctuó aproximadamente entre 41,5 y 50 muertes por cada 100.000 habitantes. La mortalidad presenta una tendencia estable desde el años 2008 a 2011, con una leve disminución en el año 2012, a partir del cual se observa un leve incremento de la misma, alcanzando para el 2015 un valor de 49,8 muertes por cada cien mil habitantes (Figura 68).

²⁴ La tasa de mortalidad se ajustó por edad y sexo utilizando el método directo



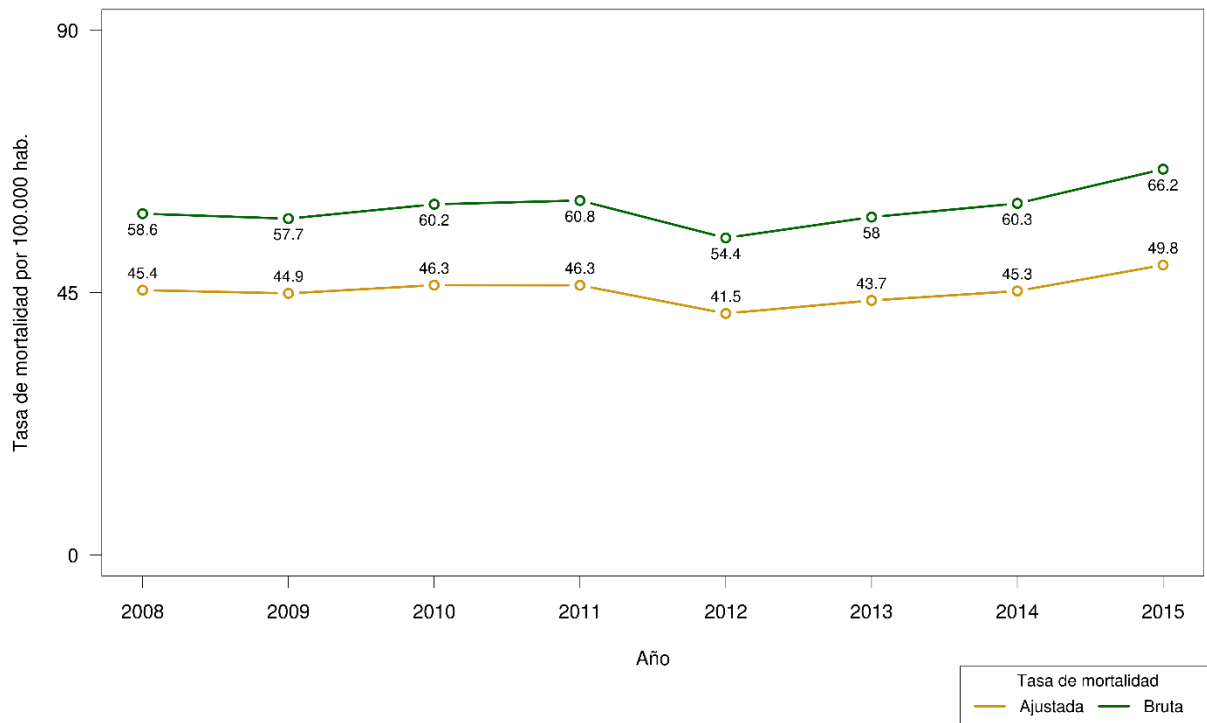


Figura 68. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año. Medellín. 2008 – 2015.

La tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio durante el periodo de estudio presentó valores más elevados comparada con la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio. El valor más bajo fue de 75,7 y el más elevado correspondió a 83,9 muertes por cada 100.000 habitantes. estos valores corresponden a los años 2013 y 2010 respectivamente (**Figura 69**). En general se observa una tendencia estable de la mortalidad durante el periodo de estudio.



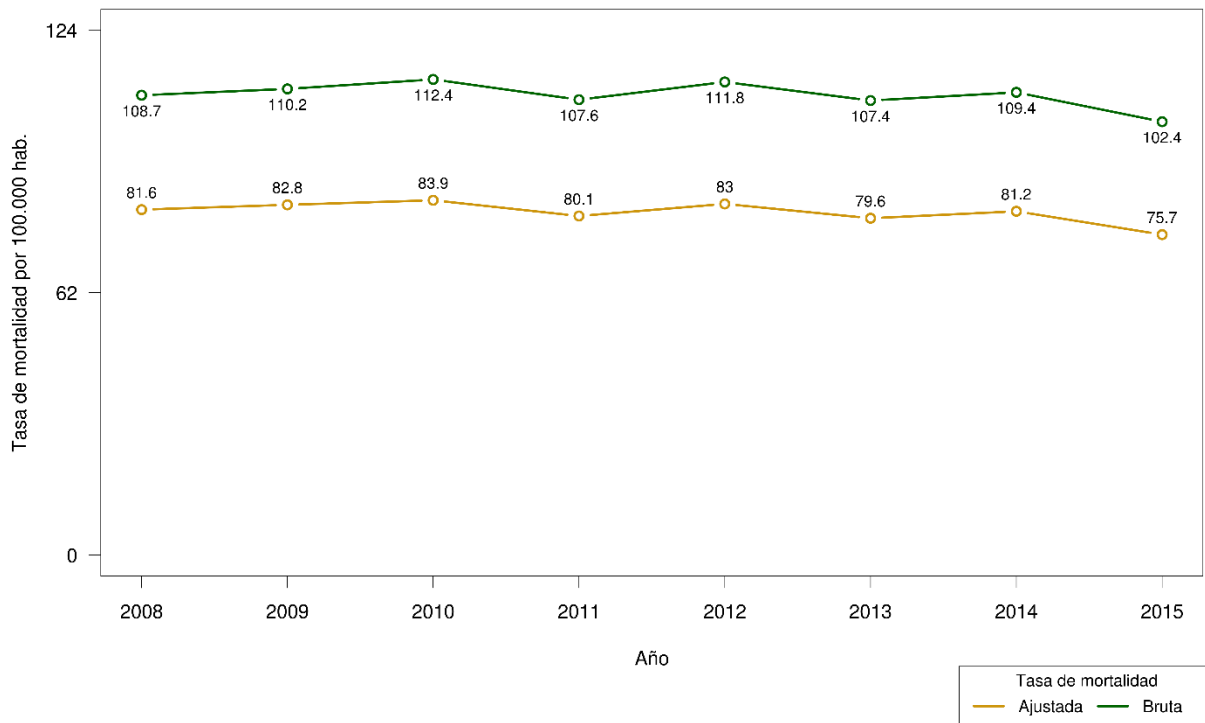


Figura 69. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año. Medellín. 2008 – 2015.

En relación a la distribución de las defunciones por los eventos centinela en cada enfermedad del capítulo de la CIE-10 según sexo, se observó que en el período 2008 – 2015, fueron las mujeres presentaron mayor porcentaje de mortalidad comparado con los hombres para ambos tipos de enfermedades, en el caso de los hombres, el mayor porcentaje de defunciones de presentó por enfermedades del sistema circulatorio con un 49,2% (Tabla 124).





Tabla 124. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según sexo y capítulo de la CIE-10. Medellín. 2008 - 2015

Sexo	Enfermedades del sistema respiratorio	Enfermedad del sistema circulatorio	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Mujeres	6.262 (55,2)	10.517 (50,8)	16.779 (52,4)
Hombres	5.075 (44,8)	10.175 (49,2)	15.249 (47,6)
Total	11.336 (100)	20.692 (100)	31.028 (100)

Al analizar la distribución de las defunciones por grupos de la CIE-10, el 97,9% correspondieron a las enfermedades isquémicas del corazón, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, las enfermedades cerebrovasculares y el grupo que incluye la influenza y la neumonía (Tabla 125).

Tabla 125. Ordenamiento de las defunciones según grupo de la CIE-10. Medellín. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	14.374	44,9
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	6.966	21,7
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	5.953	18,6
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	4.066	12,7
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	366	1,1
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)	85	0,3
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)	69	0,2
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	53	0,2
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)	44	0,1
Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)	42	0,1
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	9	0,0
Total	32.028	100

De acuerdo a los resultados presentados en la **Tabla 126** en el capítulo de las enfermedades del sistema circulatorio, las enfermedades isquémicas del corazón aportaron más de la mitad de las defunciones en el periodo en estudio con un 69,5%, seguido de las enfermedades cerebrovasculares con un 28,8%. Con respecto a las enfermedades del sistema respiratorio, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron el 62% de las defunciones, seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía. Los demás grupos de enfermedades que constituyen el capítulo X aportaron el 2,6% de las defunciones.





Tabla 126. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio y respiratorio según grupo de la CIE-10. Medellín. 2008 - 2015.

Enfermedad del sistema circulatorio (Capítulo IX)	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	14.374	69,5
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	5.953	28,8
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	366	1,8
Total	20.693	100
Enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X)	n	%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	6.966	62,0
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	4.066	35,4
Demás causas	303	2,6
Total	11.335	100

En cuanto a la distribución de las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio en el municipio de Medellín, éstas presentan una variación durante el periodo de estudio, destacándose años en los cuales la mortalidad en hombres es mayor que en las mujeres, alcanzando un valor máximo de 50,2 para el año 2009 y un mínimo para el año 2014 con 44,8 muertes por cada cien mil habitantes. Para el caso de las mujeres, las tasas de mortalidad alcanzan un valor máximo de 47,8 en el año 2010 y un mínimo de 40,9 muertes en el año 2012 (**Figura 70**).



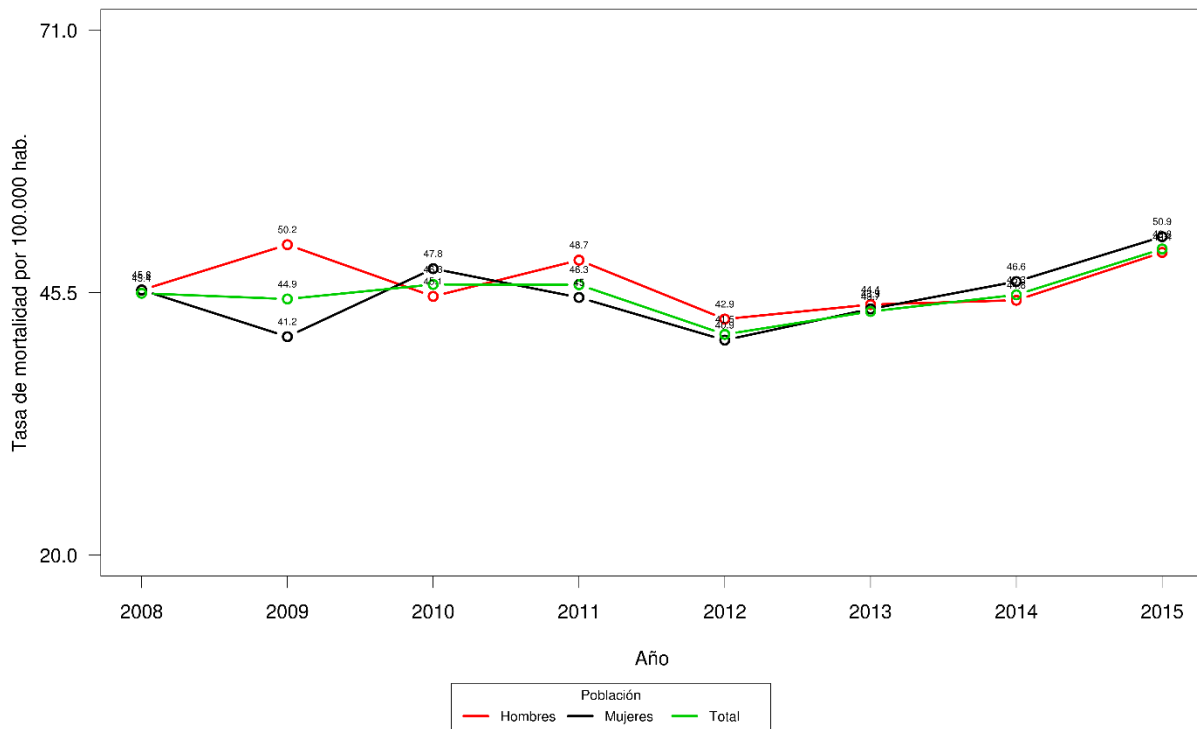


Figura 70. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año y sexo. Medellín. 2008 – 2015.

Las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio fueron menores en comparación con las tasas de mortalidad por causas relacionadas con las enfermedades del sistema circulatorio. En este último grupo se observó que los hombres presentaron una mayor tasa de mortalidad en todos los años analizados alcanzando un valor máximo de 95,8 muertes por cada cien mil habitantes en el 2010, para este mismo año, la tasa de mortalidad en las mujeres fue de 75,3 muertes por cada cien mil habitantes. En general, durante el tiempo de estudio, las tasas de mortalidad entre hombres y mujeres presentaron diferencias de más de 10 muertes por cada cien mil habitantes para cada uno de los años observados (**Figura 71**).



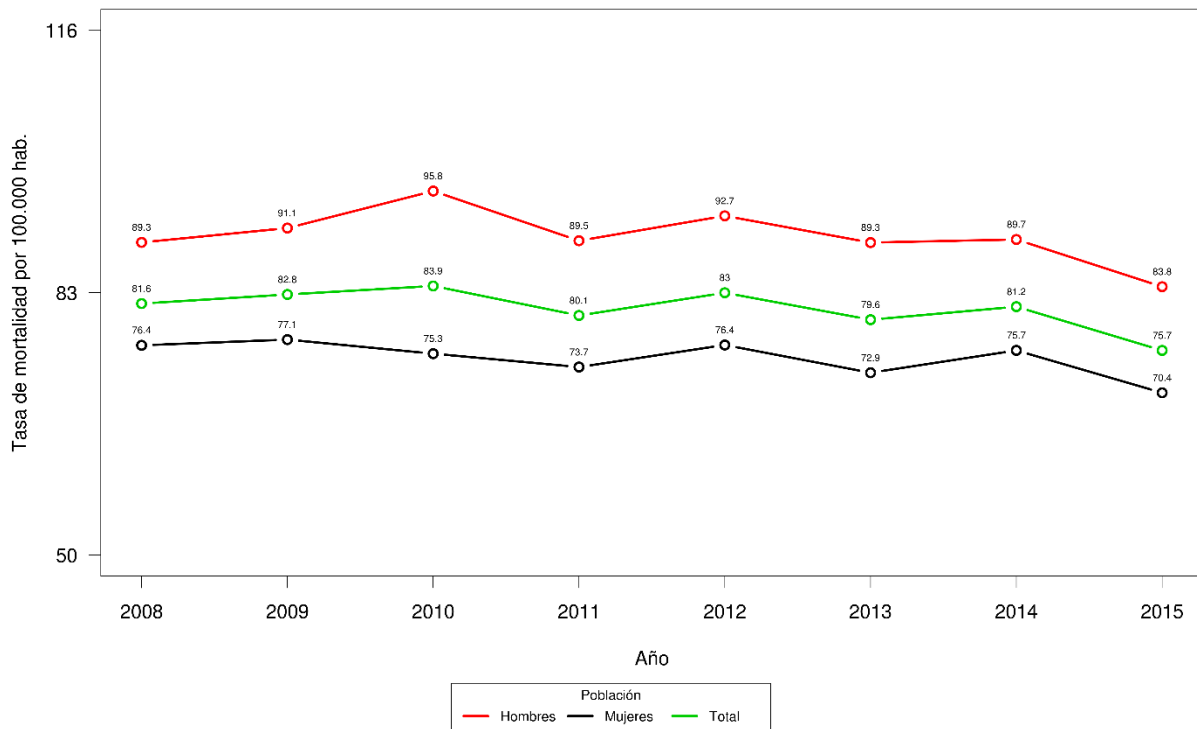


Figura 71. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año y sexo. Medellín. 2008 – 2015

En relación a las defunciones por grupos de la CIE-10 según sexo, se evidenció que tanto en hombres como mujeres, las defunciones por enfermedades isquémicas del corazón fueron más prevalentes con un 49,9% y 40,7% respectivamente. En general, para todos los eventos centinela definidos, las mujeres presentan mayores porcentuales de defunciones comparados con los porcentajes de los hombres (**Tabla 127**).





Tabla 127. Defunciones por grupo de la CIE-10 según sexo. Medellín. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	Sexo	
	Hombre n (%)	Mujer n (%)
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	7.541 (49,9)	6.832 (40,7)
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	3.055 (20,0)	3.912 (23,3)
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	2.511 (16,5)	3.441 (20,5)
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	1.872 (12,3)	2.195 (13,1)
Demás causas	270 (1,8)	399 (2,4)
Total	15.249 (100)	16.779 (100)

Municipio de Sabaneta

El municipio de Sabaneta durante el período comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 1.882 defunciones, de las cuales el 29.6% correspondieron a eventos centinela con un total de 562 muertes (**Tabla 67**).

Cuando se consideraron las edades en las cuales ocurrieron las defunciones por eventos centinela para el municipio de Sabaneta, el 83,5% de las muertes se presentaron a partir de los 60 años, con marcado predominio en el grupo de edad de 80 y más años con un 40,1% (**Tabla 128**).





Tabla 128. Defunciones por eventos centinela según grupo de edad. Sabaneta. 2008 – 2015.

Grupo de edad	n	%	% Acumulado
39 o menos ²⁵	11	2,0	2,0
40-44	2	0,4	2,3
45-49	19	3,2	5,6
50-54	27	4,8	10,4
55-59	32	5,7	16,1
60-64	40	7,0	23,1
65-69	53	9,5	32,6
70-74	58	10,4	43,0
75-79	93	16,5	59,5
80 y más	226	40,1	100,0
Total	562	100	

La distribución de las defunciones por grupo de edad y sexo fueron analizadas. Se destacó el predominio de las muertes de las mujeres a partir de los 75 años. Para el resto de grupos de edad, se presenta una diferencia porcentual de las defunciones entre hombres y mujeres, siendo mayor para los hombres (Figura 72).

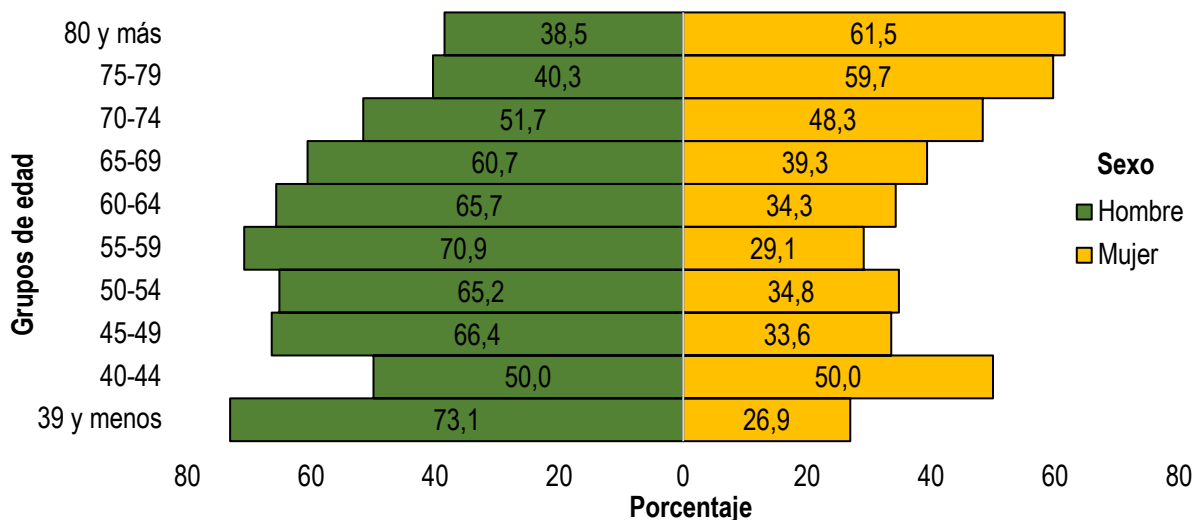


Figura 72. Defunciones por grupo de edad según sexo. Sabaneta. 2008 – 2015.

²⁵ Debido a la baja frecuencia de presentación de las defunciones para los menores de 40 años, se conformó un único grupo para tal categoría y se conservaron los demás grupos quinquenales.





Para el análisis por municipios, los eventos centinela también fueron agrupados según la clasificación CIE-10 en enfermedades del sistema circulatorio (Capítulo XI) y enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X). Para el municipio de Sabaneta, en el periodo de estudio, se observó el protagonismo de las defunciones relacionadas con enfermedades del sistema circulatorio, 69,2%, en comparación con las enfermedades del sistema respiratorio con un 30,8% (**Tabla 129**).

Tabla 129. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según capítulo de la CIE-10. Sabaneta. 2008 - 2015.

Eventos centinela capítulo de la CIE-10	n	%
Enfermedad del sistema circulatorio	389	69,2
Enfermedades del sistema respiratorio	174	30,8
Total	562	100

La tasa ajustada de mortalidad²⁶ por enfermedades del sistema respiratorio para el municipio de Sabaneta, entre los años 2008 y 2015, presentó una fluctuación marcada con un valor mínimo de 28,2 muertes por cada 100.000 habitantes en el año 2011 y un máximo de 57,3 muertes por cada cien mil habitantes en el año 2015 (**Figura 73**).

²⁶ La tasa de mortalidad se ajustó por edad y sexo utilizando el método directo



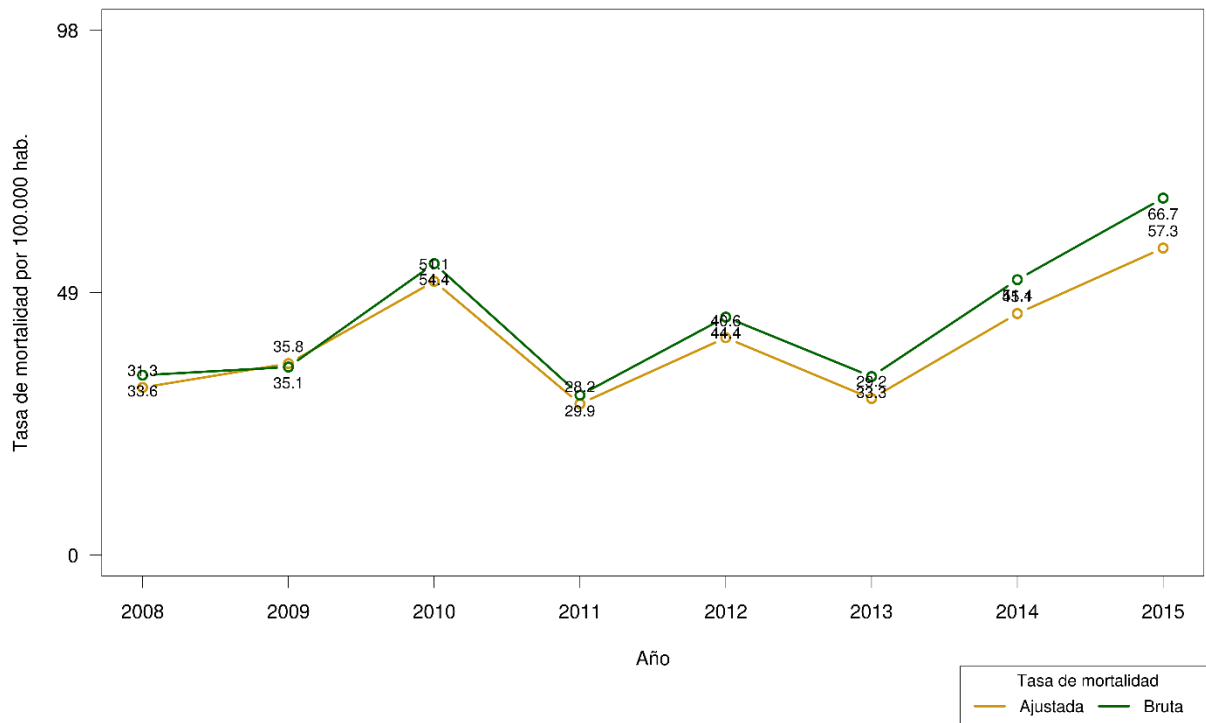


Figura 73. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año. Sabaneta. 2008 – 2015.

La tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio durante el periodo de estudio presentó valores más elevados comparado con las tasas de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio, en general se presentó una fluctuación marcada con un valor mínimo de 62,7 muertes por cada 100.000 habitantes, alcanzando un máximo valor en el año 2015 con 113,1 muertes por cada 100.000 habitantes (**Figura 74**). En general, se puede observar que la tasa ajustada presentó valores más bajos comparado con la tasa bruta en cada uno de los años estudiados.



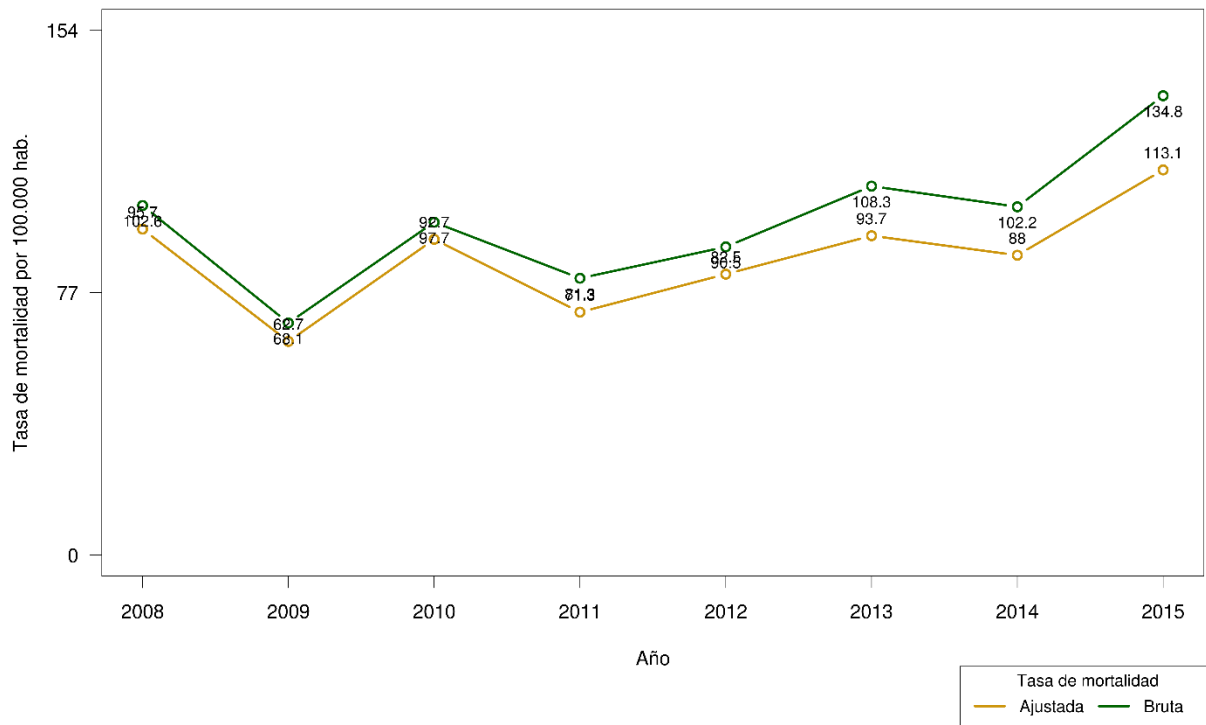


Figura 74. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año. Sabaneta. 2008 – 2015.

En relación a la distribución de las defunciones por los eventos centinela en cada enfermedad del capítulo de la CIE-10 según sexo, se observó que en el periodo de estudio, las mujeres presentaron mayor porcentaje de defunciones por enfermedades del sistema respiratorio con un 53,9%, para el caso de los hombres, estos presentaron mayor porcentaje de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio con un 51,9% (**Tabla 130**)





Tabla 130. Frecuencia de defunciones por eventos centinela según sexo y capítulo de la CIE-10. Sabaneta. 2008 - 2015.

Sexo	Enfermedades del sistema respiratorio	Enfermedad del sistema circulatorio	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Mujeres	96 (55,3)	191 (49,0)	287 (50,9)
Hombres	78 (44,7)	198 (51,0)	276 (49,1)
Total	174 (100)	389 (100)	562 (100)

Al analizar la distribución de las defunciones por grupos de la CIE-10, el 97.3% correspondieron a las enfermedades isquémicas del corazón, las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores, las enfermedades cerebrovasculares y el grupo que incluye la influenza y la neumonía (Tabla 131).

Tabla 131. Ordenamiento de las defunciones según grupo de la CIE-10. Sabaneta. 2008 - 2015.

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	263	46,8
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	143	25,4
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	118	21,0
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	23	4,1
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	8	1,4
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (J95-J99)	2	0,4
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores (J85-J86)	2	0,4
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (J20-J22)	1	0,2
Otras enfermedades de la pleura (J90-J94)	1	0,2
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (J30-J39)	1	0,2
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (J80-J84)	0	0,0
Total	562	100

De acuerdo a la información presentada en la **Tabla 132** en el capítulo de las enfermedades del sistema circulatorio, las isquémicas del corazón aportaron más de la mitad de las defunciones en el periodo en estudio, seguido de las enfermedades cerebrovasculares. Con respecto a las enfermedades del sistema respiratorio, las crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron más del 82,6% de las defunciones seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía. Los demás grupos de enfermedades que constituyen el capítulo X aportaron el 4,1% de las defunciones.





Tabla 132. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio y respiratorio según grupo de la CIE-10. Sabaneta. 2008 - 2015.

Enfermedad del sistema circulatorio (Capítulo IX)	n	%
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	263	67,6
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	118	30,3
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar (I26-I28)	8	2,1
Total	389	100
Enfermedades del sistema respiratorio (Capítulo X)	n	%
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	143	82,6
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	23	13,4
Demás causas	7	4,1
Total	173	100

En cuanto a la distribución de las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio, en general, se observó una marcada fluctuación de las mismas durante el periodo de estudio tanto para hombres como mujeres. En el caso de los hombres, se presentó un pico elevado en el año 2010 con un valor de 63,4 muertes por cada cien mil habitantes, en las mujeres la mayor tasa de mortalidad se presentó en el año 2015 con 64,4 muertes por cada cien mil habitantes (**Figura 75**).

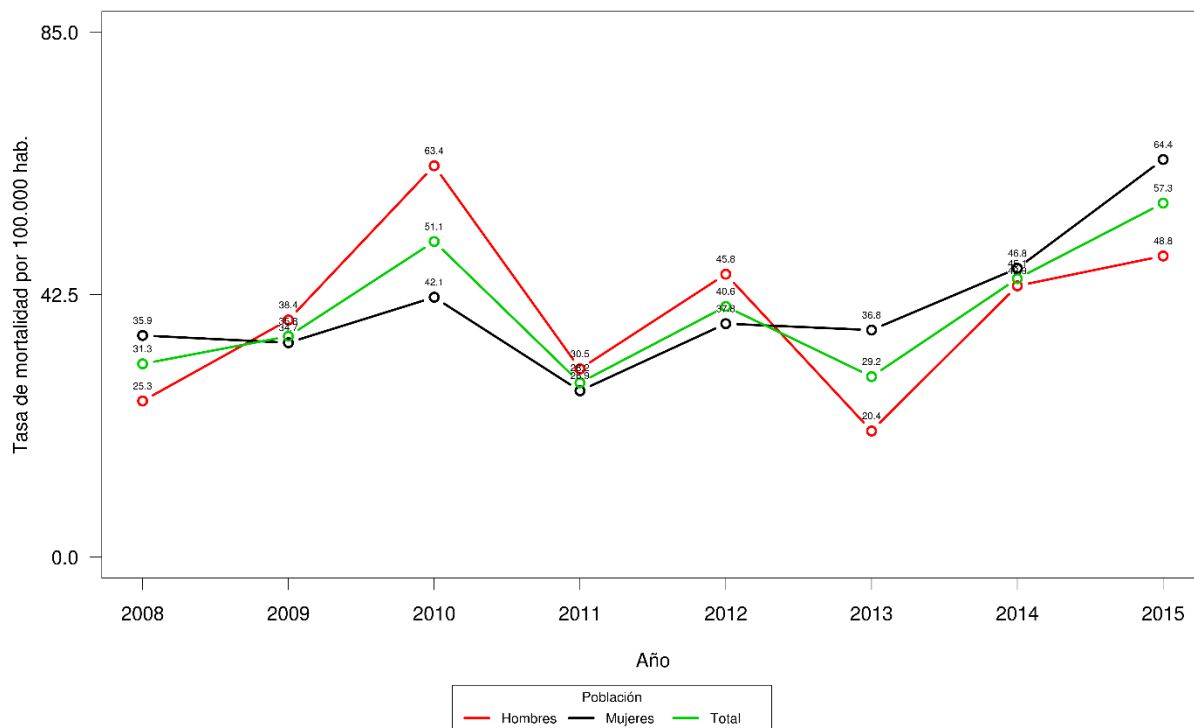


Figura 75. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio según año y sexo. Sabaneta. 2008 – 2015.





Las tasas de mortalidad según sexo por enfermedades del sistema respiratorio fueron menores en comparación con las tasas de mortalidad por causas relacionadas con las enfermedades del sistema circulatorio. Durante todo el periodo de estudio, las tasas en los hombres fueron más altas comparado con las tasas correspondientes a las mujeres. La mayor tasa de mortalidad para los hombres se presentó en el año 2014 con 130,9 muertes por cada cien mil habitantes, para las mujeres la mayor tasa se presentó en el año 2015 con 118,2 muertes por cada cien mil habitantes (**Figura 76**).

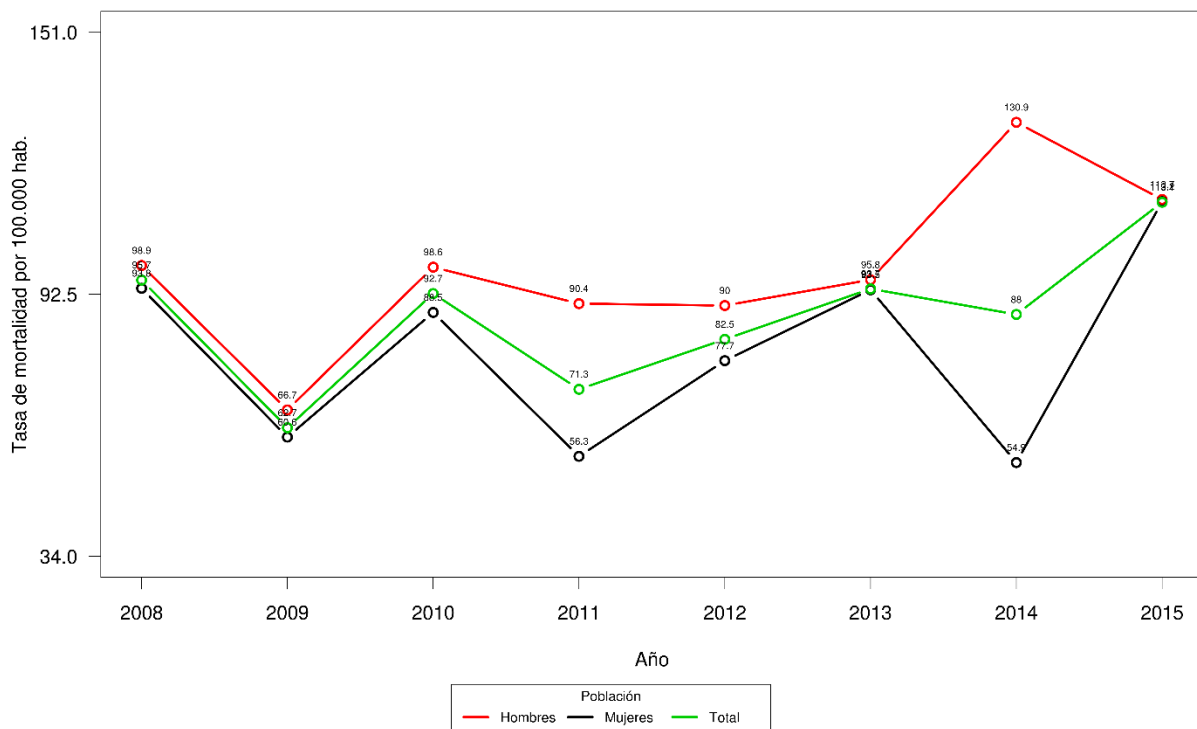


Figura 76. Distribución de la mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio según año y sexo. Sabaneta. 2008 – 2015.

En relación a las defunciones por grupos de la CIE-10 según sexo, se evidenció que las enfermedades Isquémicas del corazón presentaron el mayor porcentaje de defunciones tanto en los hombres como en las mujeres (52,7% y 41,1% respectivamente). En los demás eventos centinela relacionados, se presentaron diferencias porcentuales entre hombres y mujeres, siendo mayores en las mujeres en comparación con los hombres (**Tabla 133**).





Tabla 133. Defunciones por grupo de la CIE-10 según sexo. Sabaneta. 2008 - 2015

Eventos centinela según grupo de la CIE-10	Sexo	
	Hombre n (%)	Mujer n (%)
Enfermedades isquémicas del corazón (I20-I25)	145 (52,7)	118 (41,1)
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (J40-J47)	67 (24,5)	76 (26,3)
Enfermedades cerebrovasculares (I60-I69)	50 (17,9)	70 (24,2)
Influenza [gripe] y neumonía (J09-J19)	7 (2,6)	16 (5,6)
Demás causas	7 (2,2)	8 (2,8)
Total	276 (100)	00)

Mortalidad por año y sexo

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en el periodo comprendido entre 2008 y 2015, se presentaron 46.525 defunciones a causa de los eventos centinela relacionados con la contaminación del aire, de las cuales el 52% fueron mujeres; durante el octenio el comportamiento de la mortalidad por dichos eventos no tuvo una mayor variabilidad, en promedio por año se tuvieron 5.816 muertes, siendo el 2015 el año en el que se observó la frecuencia más alta (13%) (**Tabla 134**).

Tabla 134. Distribución de las defunciones y tasas de mortalidad por eventos centinela relacionados con la contaminación del aire. AMVA, 2008-2015.

Año de defunción	Hombres		Mujeres		Total	
	Muertes	Tasa*	Muertes	Tasa*	Muertes	Tasa*
2008	2.691	164,0	2.949	163,0	5.640	163,5
2009	2.762	166,1	2.788	152,0	5.549	158,7
2010	2.868	170,2	3.091	166,2	5.958	168,1
2011	2.779	160,6	2.994	156,9	5.774	158,7
2012	2.847	166,7	2.994	158,9	5.841	162,6
2013	2.774	158,3	3.034	157,0	5.808	157,6
2014	2.833	159,6	3.118	159,4	5.952	159,5
2015	2.817	156,8	3.186	160,9	6.003	158,9
Total	22.371	162,6	24.154	159,2	46.525	160,9

*Tasa por 100.000 habitantes

Nótese que, con respecto al año 2008, se encontró un aumento del 3% en la tasa del año 2010 y una disminución del 2% en la tasa del año 2015, dicho comportamiento fue similar al observado por cada uno de los sexos.

Durante el periodo 2008-2015, en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá se presentaron 161 defunciones por eventos centinelas asociados con la contaminación del aire por cada cien mil habitantes;





siendo los hombres quienes presentaron el mayor indicador de mortalidad en el octenio, tasa de 162,6 por cada cien mil hombres.

En todos los años en cuestión, las tasas de mortalidad en los hombres fueron mayores con más de una unidad con respecto a la de las mujeres, a excepción del 2014 y el 2015, en donde, en el primero la diferencia fue mínima a favor de los hombres, y en el último la diferencia favoreció a las mujeres. Tanto en los hombres como en las mujeres las tasas de mortalidad fueron más altas en el año 2010, a partir del cual se observó una disminución fluctuante de las mismas (**Figura 77**).

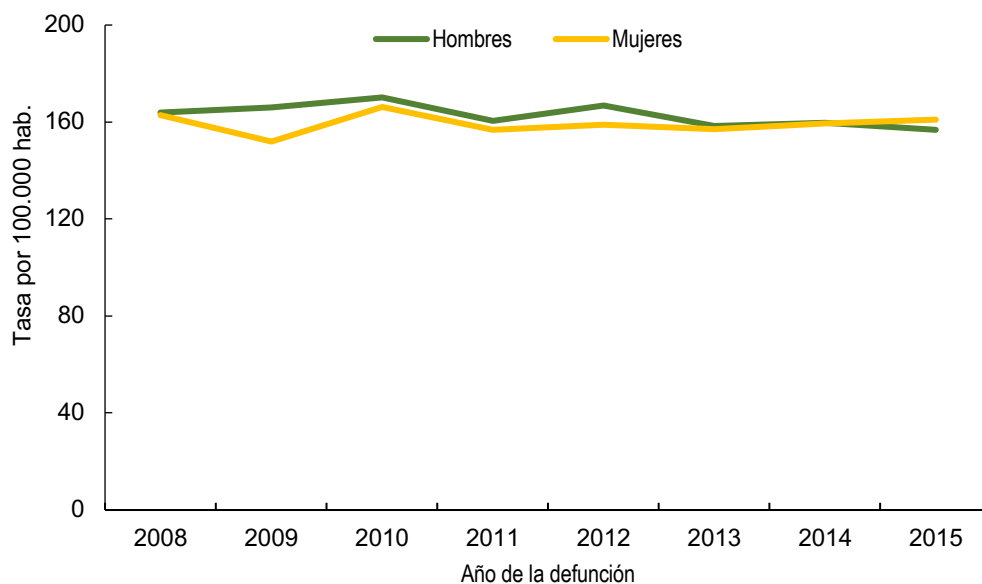


Figura 77. Tasas de mortalidad por eventos centinela relacionados con la contaminación del aire, AMVA 2008-2015.

La **Tabla 135** presenta la distribución de las defunciones con las tasas de mortalidad crudas y ajustadas por eventos centinela relacionados con la contaminación del aire en cada uno de los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá por sexo. En los ocho años de estudio, se observó que el 69% de las defunciones a causa de dichos eventos tuvieron lugar en Medellín, sin embargo, las tasas más altas de mortalidad se presentaron en Caldas (200‰), la Estrella (199,7‰), Itagüí (192,3‰) y Barbosa (190,4‰). Se resalta mediante mapa de colores este comportamiento (**Tabla 135**) (**Figura 78**).

Tabla 135. Mortalidad por eventos centinela relacionados con la contaminación del aire por municipio según sexo, AMVA 2008-2015.

Municipio	Hombres			Mujeres			Total		
	Muertes	Tasa	Tasa	Muertes	Tasa	Tasa	Muertes	Tasa	Tasa



		cruda	ajustada		cruda	ajustada		cruda	ajustada
Medellín	15.196	169,48	156,06	16.716	165,85	111,39	31.912	167,56	129,92
Barbosa	335	177,84	235,77	265	139,19	153,15	600	158,40	190,44
Bello	2.136	129,78	198,64	2.175	123,52	148,43	4.311	126,55	170,39
Caldas	544	184,26	232,86	480	159,59	171,83	1.025	171,81	200,03
Copacabana	453	175,36	191,57	429	153,98	134,76	882	164,28	159,49
Envigado	1.268	160,60	191,36	1.488	175,21	153,68	2.756	168,17	170,12
Girardota	246	124,91	163,19	298	146,80	144,59	544	136,03	152,91
Itagüí	1.559	156,12	227,62	1.567	148,26	165,61	3.126	152,08	192,26
La Estrella	361	156,62	218,03	451	187,16	184,78	812	172,24	199,70
Sabaneta	274	147,89	159,78	284	135,42	111,95	558	141,27	132,17

**Tasas por 100.000 habitantes*

Tasas ajustadas por método directo-Mediana población Antioquia 2008-2015.

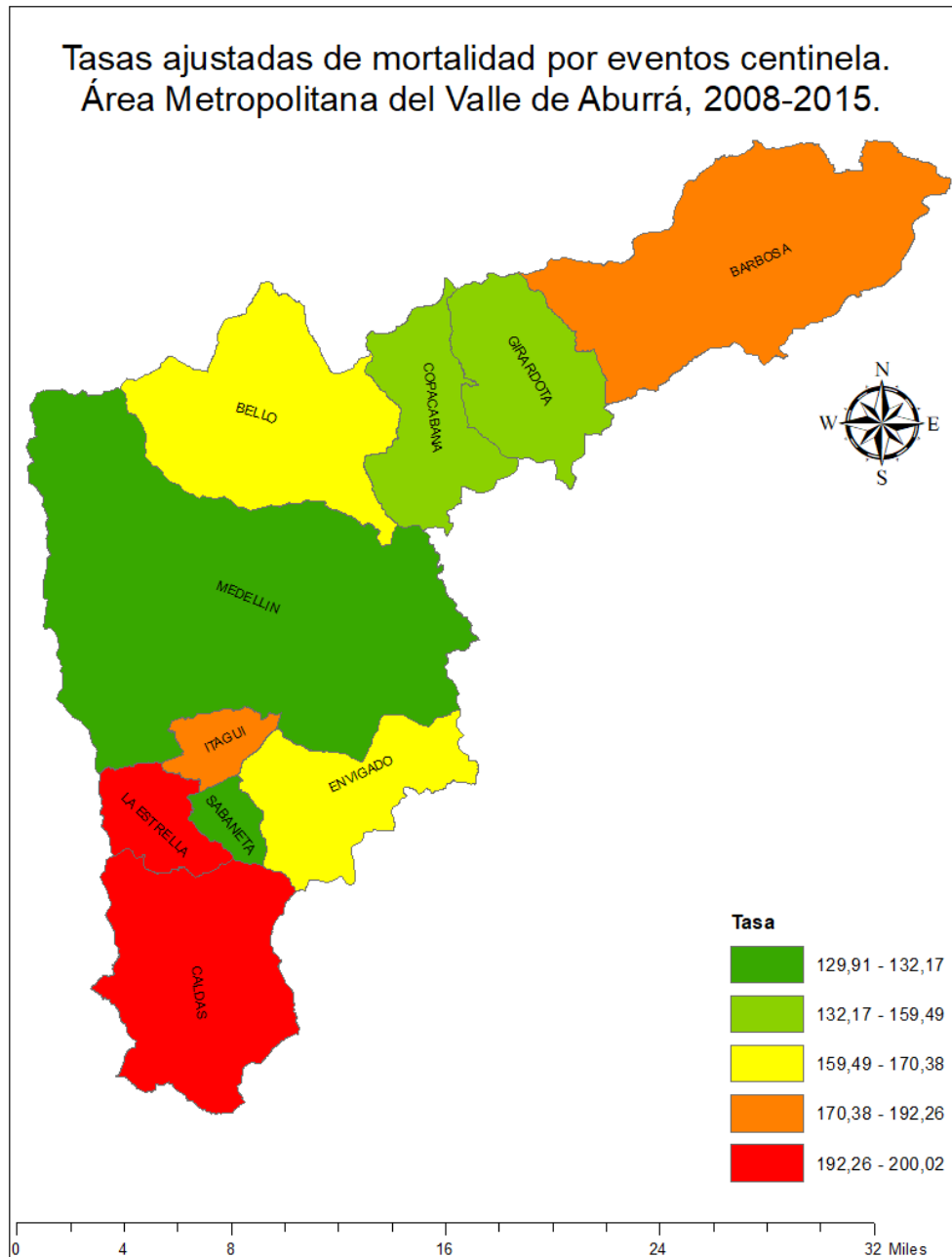


Figura 78. Distribución de las tasas de mortalidad ajustadas por eventos centinela relacionados con la contaminación del aire. AMVA, 2008-2015





3.2.3 Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP)

APVP según sexo, año y grupo de edad

En general, durante el octenio se presentó en total una pérdida de 257.429 años potenciales de vida a causa de los eventos centinela relacionados con la contaminación del aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, con un promedio de 32.179 APVP por año, lo que representó una tasa del periodo de 890 APVP por cada cien mil habitantes, siendo los años 2008, 2009 y 2010 los que aportaron cerca del 41% de los APVP durante el mismo , con mayor proporción el año 2009 (13,8%) (**Tabla 136**)

Tabla 136. Distribución anual de los años potenciales de vida perdidos por eventos centinela relacionados con la contaminación del aire según sexo. AMVA, 2008-2015.

Año	Hombres			Mujeres			Total	
	APVP	%	Tasa*	APVP	%	Tasa*	APVP	Tasa*
2008	15.868	45,0	967,4	19.422	55,0	1073,4	35.290	1023,0
2009	16.484	46,4	991,4	19.029	53,6	1037,2	35.513	1015,4
2010	15.781	45,7	936,3	18.744	54,3	1008,0	34.525	973,9
2011	15.324	47,5	885,5	16.941	52,5	887,7	32.265	886,7
2012	14.640	47,4	857,2	16.251	52,6	862,5	30.891	860,0
2013	14.226	48,6	811,6	15.072	51,4	779,9	29.298	795,0
2014	13.363	46,2	752,9	15.587	53,8	796,6	28.950	775,8
2015	14.495	47,2	806,8	16.202	52,8	818,2	30.697	812,7
Total	120.181	46,7	873,8	137.248	53,3	904,8	257.429	890,0

*Tasa por 100.000 hab. **% con respecto al total por año

Durante el periodo de estudio las mujeres presentaron una pérdida de vida prematura mayor que los hombres (53,3% y 46,7% respectivamente), patrón que fue consistente en cada año del estudio (**Tabla 136**). Así mismo, se puede percibir en la **Figura 79** el comportamiento de la tasa de APVP por sexo en los años considerados, observándose que tanto los hombres como las mujeres en todo el periodo tuvieron una pérdida estable con una tendencia a la disminución a partir del año 2009, donde se encontró una disminución en la tasa de APVP a nivel general del 1%, a diferencia de los hombres, los cuales presentaron un incremento del 3% con respecto al año anterior, 2008 (**Figura 79**).

Nótese que hacia el año 2015, los índices de APVP disminuyeron en un 21% en general, y en un 24% y 17% en particular en las mujeres y en los hombres respectivamente, en comparación al año inicial del estudio, 2008 (**Figura 79**).



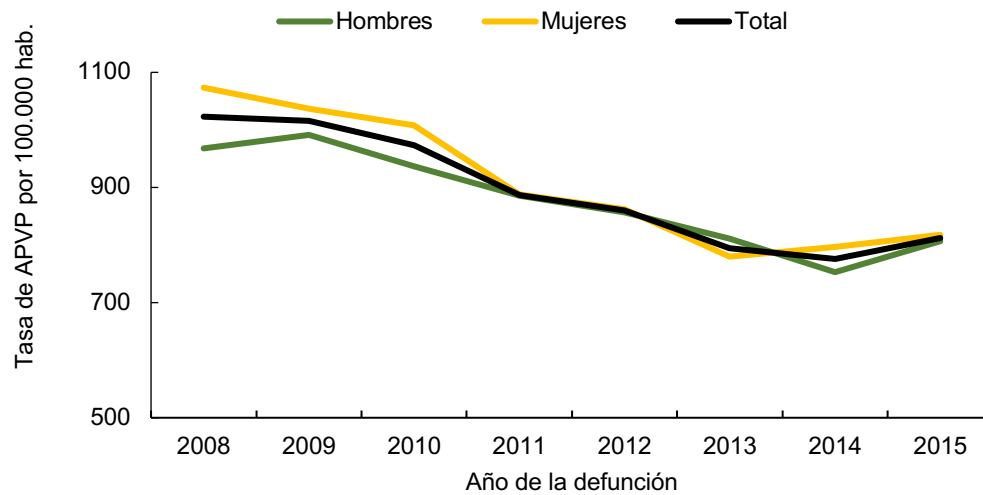


Figura 79. Tasas de los años potenciales de vida perdidos por eventos centinela relacionados con la contaminación del aire. AMVA, 2008-2015.

La **Figura 80** representa la distribución de las tasas de APVP por cada 100.000 habitantes, según grupo de edad y sexo para el año inicial y el año final de estudio; se observó que tanto para el año 2008 como para el año 2015, los hombres perdieron más años potenciales de vida los primeros grupos de edad, en comparación con las mujeres las cuales tuvieron mayor aporte a partir de los 45 años en el 2008 y a partir de los 60 en el 2015, además, el indicador en cuestión presentó una notoria disminución en cada grupo etario al 2015.

Se presentó un gradiente positivo a partir de los 30 años de edad, lo cual indica que a medida que aumentaba la edad se incrementaban las tasas de APVP, especialmente en las personas que fallecieron de 60 y más años. En ambos años, 2008 y 2015, los hombres y mujeres que murieron entre los 15 y 29 años a causa de los eventos en estudio tuvieron un aporte similar al indicador de interés, los APVP, con un leve incremento para las mujeres en el año 2015 con respecto al 2008 (**Figura 80**).



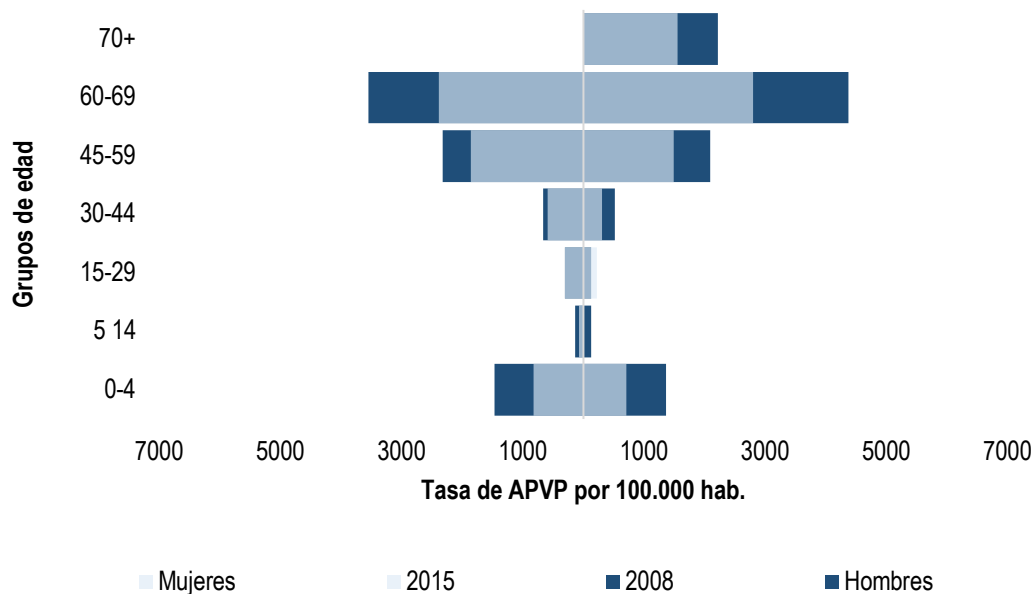


Figura 80. Distribución de la tasa de APVP por eventos centinela relacionados con la contaminación del aire según grupo de edad y sexo, AMVA 2008 y 2015

a. APVP según grupo de categorías y subcategorías de la CIE 10 relacionados con los eventos centinela

El 65,7% de los años potenciales de vida perdidos por la población del Área Metropolitana del Valle de Aburrá durante el octenio, fueron a causa de enfermedades del sistema circulatorio relacionadas con la contaminación del aire (**Tabla 137**).

Del año 2008 al año 2010 se presentaron los mayores aportes porcentuales de los APVP por enfermedades del sistema respiratorio, mientras que en las enfermedades del sistema circulatorio se presentaron del 2012 al 2014. En el 2009 se perdieron 660,6 años de vida por cada cien mil habitantes a causa de las enfermedades del sistema circulatorio, esta cifra fue la más elevada en el periodo de estudio para el primer grupo de causas (**Tabla 137**).





Tabla 137. Distribución anual de los años potenciales de vida perdidos por eventos centinela relacionados con la contaminación del aire según grupo de causas. AMVA,2008-2015

Año	Enfermedad del Sistema Circulatorio***			Enfermedades del sistema respiratorio***			Total
	APVP	Tasa APVP*	% APVP	APVP	Tasa APVP*	% APVP	
2008	22.658	656,8	64,2	12.632	366,2	35,8	35.290
2009	23.102	660,6	65,1	12.411	354,9	34,9	35.513
2010	22.222	626,9	64,4	12.303	347,1	35,6	34.525
2011	21.030	577,9	65,2	11.235	308,7	34,8	32.265
2012	20.624	574,2	66,8	10.267	285,8	33,2	30.891
2013	19.546	530,4	66,7	9.751	264,6	33,3	29.297
2014	19.977	535,4	69,0	8.973	240,5	31,0	28.950
2015	19.958	528,4	65,0	10.740	284,4	35,0	30.698
Total	169.117	584,7	65,7	88.312	305,3	34,3	257.429

Tasa por 100.000 hab. **% con respecto al total por año *CIE 10*

Además, se observó que las tasas de APVP por ambos grupos de causas disminuyeron sostenidamente a lo largo de los años considerados, siendo esa disminución de las tasas generales de APVP del 2015 con respecto a las del 2008, del 19,6% para las enfermedades circulatorias y del 22,3% para las enfermedades respiratorias, dicho comportamiento fue similar al presentado por sexo (**Tabla 137** y **Tabla 138**).





Tabla 138. Distribución de los APVP, la tasa de APVP y el porcentaje de APVP por grupos de la CIE 10 relacionadas con la contaminación del aire y sexo. AMVA, 2008 y 2015.

Grupos CIE 10	Indicador	Total			Hombres			Mujeres		
		2008	2015	Cambio (%)	2008	2015	Cambio (%)	2008	2015	Cambio (%)
Enfermedad del Sistema Circulatorio	APVP	22.658	19.958	-11,9	10.158	9.266	-8,8	12.500	10.692	-14,5
	Tasa*	656,8	528,4	-19,6	619,3	515,7	-16,7	690,8	539,9	-21,8
	%**	64,2	65,0	1,3	64,0	63,9	-0,1	64,4	66,0	2,5
Enfermedades del sistema respiratorio	APVP	12.632	10.740	-15,0	5.710	5.230	-8,4	6.922	5.510	-20,4
	Tasa*	366,2	284,4	-22,3	348,1	291,1	-16,4	382,6	278,2	-27,3
	%**	35,8	35,0	-2,3	36,0	36,1	0,3	35,6	34,0	-4,6

*Tasa por 100.000 hab

**Cambio porcentual negativo indica que se presentó una disminución en el 2014 con respecto al 2008

**Cambio porcentual positivo indica que se presentó un aumento en el 2014 con respecto al 2008

Al analizar la distribución porcentual y de las tasas de APVP por grupos de edad se observó que, en el grupo de edad de 60 a 69 años, los eventos centinela relacionados con las enfermedades del sistema respiratorio representaron la mayor tasa de APVP en el octenio (1,066‰); a partir de los 15 años, se presentó un aumento escalonado de las tasas de APVP por las enfermedades del sistema circulatorio hasta los 69 años, edad en la que se alcanza el máximo índice de APVP por dicho grupo de causas (2,563,4‰) (**Figura 81** y **Figura 82**).



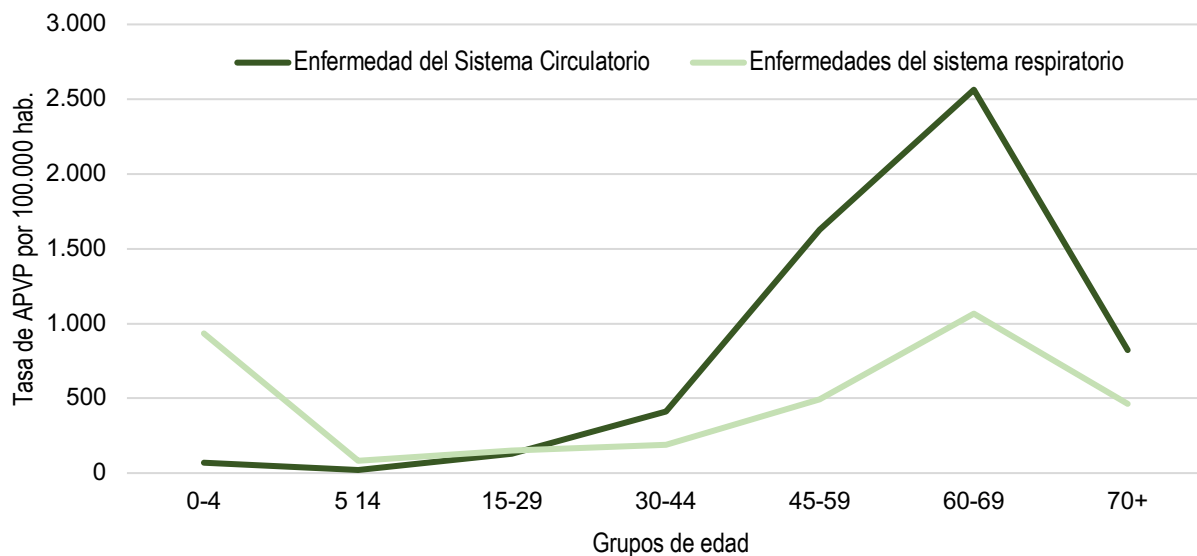


Figura 81. Distribución de la tasa de APVP por grupos de eventos centinela relacionados con la contaminación del aire según grupo de edad. AMVA, 2008-2015.

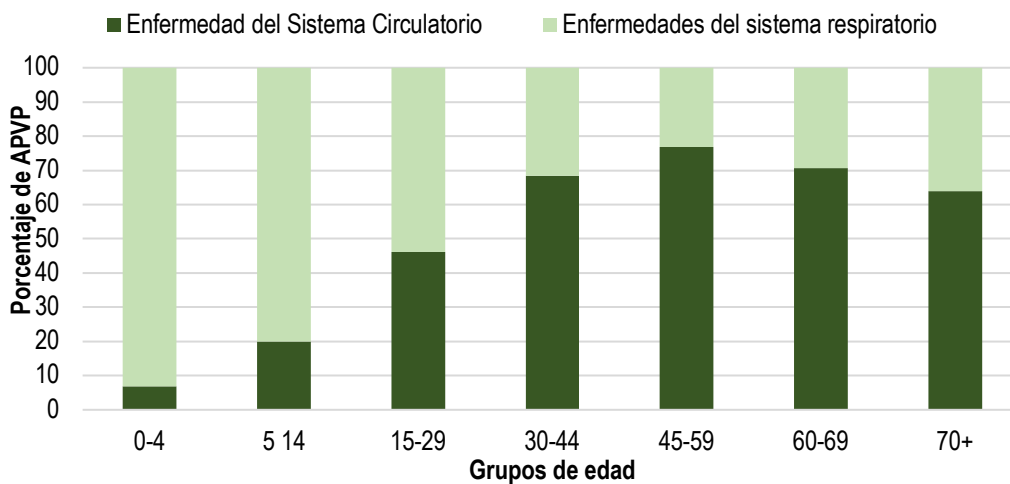


Figura 82. Distribución porcentual de APVP por grupos de eventos centinela relacionados con la contaminación del aire según grupo de edad. AMVA, 2008-2015.





b. APVP según subgrupo de causas relacionados con los eventos centinela

En la se presenta la distribución del número, tasas por 100.000 habitantes y porcentaje de APVP por subgrupos de eventos centinela asociados con la contaminación del aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) durante el octenio 2008-2015, a nivel general y por sexo. Se observó que a nivel general, el AMVA tuvo una pérdida de 380,1 años de vida prematura por cada cien mil habitantes a causa de las enfermedades isquémicas del corazón, siendo proporcionalmente el subgrupo que tuvo una mayor representación en el indicador en mención (42,7%), seguido de las enfermedades cerebrovasculares (21,1%), la Influenza [gripe] y neumonía (18,3%) y las enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores (13,3%) (**Tabla 139** y **Figura 83**).





Tabla 139. APVP por subgrupos de causas relacionadas con la contaminación del aire según sexo. AMVA, 2008-2015.

Subgrupo de causa	Total			Hombres			Mujeres		
	APVP	Tasa APVP	%	APVP	Tasa APVP	%	APVP	Tasa APVP	%
Enfermedades Isquémicas del corazón	109.932	380,1	42,7	58.052	422,1	52,8	51.880	342,0	47,2
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar	4.903	17,0	1,9	1.317	9,6	26,9	3.586	23,6	73,1
Enfermedades cerebrovasculares	54.284	187,7	21,1	20.308	147,6	37,4	33.976	224,0	62,6
Influenza [gripe] y neumonía	47.098	162,8	18,3	24.162	175,7	51,3	22.936	151,2	48,7
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	3.078	10,6	1,2	2.141	15,6	69,6	937	6,2	30,4
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	189	0,7	0,1	77	0,6	40,6	112	0,7	59,4
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	34.285	118,5	13,3	12.344	89,7	36,0	21.941	144,6	64,0
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio	1.101	3,8	0,4	669	4,9	60,8	432	2,8	39,2
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores	1.095	3,8	0,4	462	3,4	42,2	633	4,2	57,8
Otras enfermedades de la pleura	326	1,1	0,1	108	0,8	33,1	218	1,4	66,9
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos	1.138	3,9	0,4	541	3,9	47,5	597	3,9	52,5
Total	257.429	890,0	100,0	120.181	873,8	100,0	137.248	904,8	100,0

*Tasa por 100.000 hab



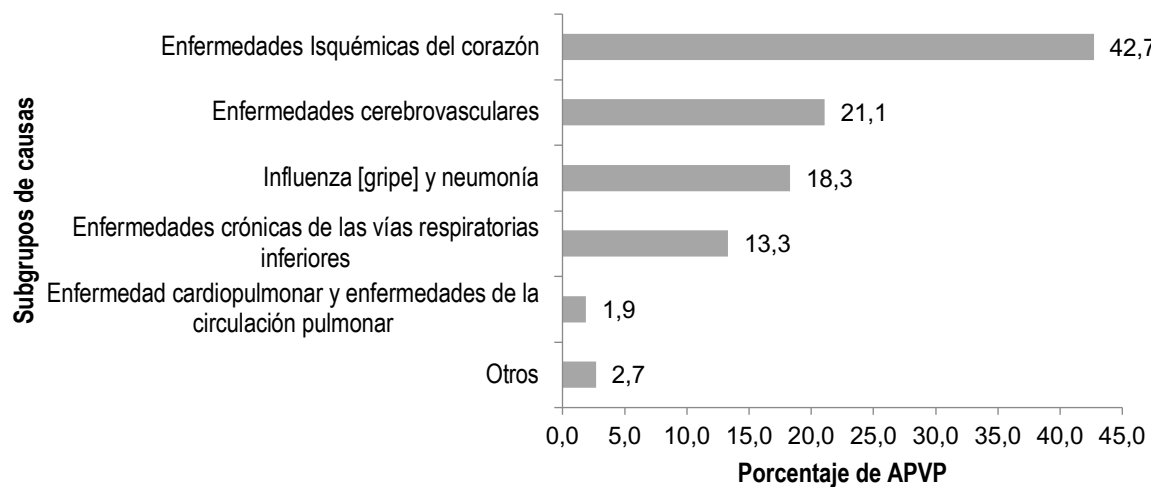


Figura 83. Distribución porcentual de los APVP de los cinco primeros subgrupos de causas relacionadas con la contaminación del aire. AMVA, 2008-2015

Al hacer el análisis por sexo, se observó que en los ocho años de estudio los hombres presentaron mayor pérdida de años potenciales de vida que las mujeres a causa de Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores (69,6%), Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (60,8%), Enfermedades Isquémicas del corazón (52,8%), Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (47,5%) y otras enfermedades de las vías respiratorias superiores (40,6%) (**Tabla 139 y Figura 84** **Tabla 139. APVP por subgrupos de causas relacionadas con la contaminación del aire según sexo. AMVA, 2008-2015.**).



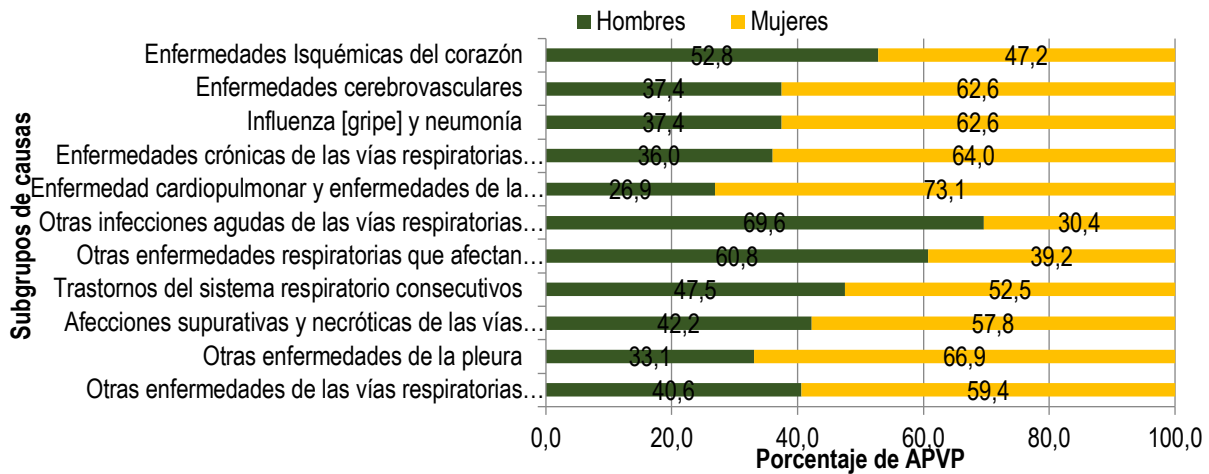


Figura 84. Distribución del porcentaje de APVP por subgrupos de causas relacionadas con la contaminación del aire por sexo. AMVA, 2008-2015.

Desde una mirada comparativa con los dos años extremos considerados en el estudio, 2008 y 2015, según los resultados que se señalan en la **Tabla 140**; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la población del AMVA en el año 2008 perdió 35.290 años potenciales de vida (1023 ‰), el 80,1% se debió en su orden a enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades cerebrovasculares e Influenza [gripe] y neumonía. Para el año 2015, la población del Área Metropolitana perdió 30.698 años potenciales de vida (812,8 ‰), observándose que el 82,1% fue a causa de las enfermedades isquémicas del corazón, enfermedades cerebrovasculares e Influenza [gripe] y neumonía.

En general, tomando como referencia el año 2015, la pérdida de años potenciales de vida disminuyó en casi todos los subgrupos de eventos centinela relacionados con la contaminación del aire a excepción de las enfermedades cardiopulmonares y de la circulación pulmonar, otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores y otras enfermedades de la pleura, siendo más notoria la disminución por Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio (90,1%), Trastornos del sistema respiratorio consecutivos (64,7%). Es de anotar, que los APVP por Otras enfermedades de la pleura incrementaron en un 83,2% (**Tabla 140**).





Tabla 140. Distribución de los APVP, las tasas de APVP y porcentaje de APVP por subgrupos de causas relacionadas con la contaminación del aire. Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2008 y 2015.

Subgrupo de causa	2008			2015			Cambio Tasa APVP (%)
	APVP	Tasa APVP	%	APVP	Tasa APVP	%	
Enfermedades Isquémicas del corazón	15.072	436,9	42,7	12.201	323,0	39,7	-26,1
Enfermedad cardiopulmonar y enfermedades de la circulación pulmonar	544	15,8	1,5	756	20,0	2,5	26,9
Enfermedades cerebrovasculares	7.042	204,1	20,0	7.000	185,3	22,8	-9,2
Influenza [gripe] y neumonía	6.162	178,6	17,5	5.998	158,8	19,5	-11,1
Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	359	10,4	1,0	645	17,1	2,1	64,1
Otras enfermedades de las vías respiratorias superiores	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	----
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	5.254	152,3	14,9	3.717	98,4	12,1	-35,4
Otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio	258	7,5	0,7	28	0,7	0,1	-90,1
Afecciones supurativas y necróticas de las vías respiratorias superiores	225	6,5	0,6	194	5,1	0,6	-21,3
Otras enfermedades de la pleura	9	0,3	0,0	18	0,5	0,1	83,2
Trastornos del sistema respiratorio consecutivos	365	10,6	1,0	141	3,7	0,5	-64,7

*Tasa por 100.000 hab

**Cambio porcentual negativo indica que se presentó una disminución de la tasa en el 2014 con respecto al 2008

**Cambio porcentual positivo indica que se presentó un aumento de la tasa en el 2014 con respecto al 2008

c. APVP por municipio

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá durante los ocho años de estudio, la mayor pérdida de años potenciales de vida a causa de los eventos centinela relacionados con la contaminación del aire se presentó en el municipio de Barbosa con una tasa de 1.140,44 APVP por cada 100.000 habitantes (3.744 APVP), seguido de los municipios de Caldas (6.143 APVP; 1094,38‰), la Estrella (4.295 APVP; 1054,67‰) e Itagüí (17.772 APVP; 954,71‰). Cabe anotar que Medellín en el periodo 2008-2015 tuvo





una pérdida de vida prematura por dichos eventos de 177.113 APVP, representando ello una tasa de 812.31 APVP por cada cien mil habitantes (**Tabla 141** y **Figura 85**).





Tabla 141. Distribución de APVP, tasa cruda y ajustada de APVP por eventos centinela relacionados con la contaminación del aire por municipio y sexo. AMVA, 2008-2015.

Municipio	Hombres			Mujeres			Total		
	APVP	Tasa cruda	Tasa ajustada	APVP	Tasa cruda	Tasa ajustada	APVP	Tasa cruda	Tasa ajustada
Medellín	82.296	917,86	837,60	94.817	940,73	778,93	177.113	929,96	812,31
Barbosa	1.619	860,15	1.014,85	2.125	1.115,60	1.248,76	3.744	988,63	1.140,44
Bello	12.715	772,51	914,12	13.695	777,91	879,10	26.410	775,30	904,44
Caldas	2.990	1.012,27	1.086,79	3.153	1.047,40	1.095,16	6.143	1.030,00	1.094,38
Copacabana	2.470	955,29	927,22	2.503	899,40	831,03	4.973	926,32	878,18
Envigado	5.064	641,57	630,98	5.922	697,31	632,02	10.986	670,46	637,84
Girardota	1.267	643,71	750,66	1.549	762,69	878,48	2.816	704,13	825,56
Itagüí	8.264	827,60	953,74	9.508	899,61	948,30	17.772	864,62	954,71
La Estrella	1.820	790,64	922,36	2.475	1.026,56	1.149,33	4.295	911,33	1.054,67
Sabaneta	1.676	905,50	799,67	1.501	715,42	599,33	3.177	804,51	693,50

*Tasas por 100.000 habitantes

Tasas ajustadas por método directo-Mediana población Antioquia 2008-2015

Específicamente por sexo, las tasas más altas de APVP para los hombres tuvieron lugar en su orden en el municipio de Caldas (2.990 APVP; 1.086,79‰), Barbosa (1.619 APVP; 1,014,85‰), Itagüí (8.264 APVP; 953,74‰) y Copacabana (2.470 APVP; 927,22‰); mientras que para las mujeres los mayores índices de APVP ajustados se presentaron en Barbosa (2.125 APVP; 1,248,76‰), la Estrella (2.475 APVP; 1.149,33‰), Caldas (3.153 APVP; 1.095,16‰) e Itagüí (9.508 APVP; 948,30‰) (**Tabla 141**).



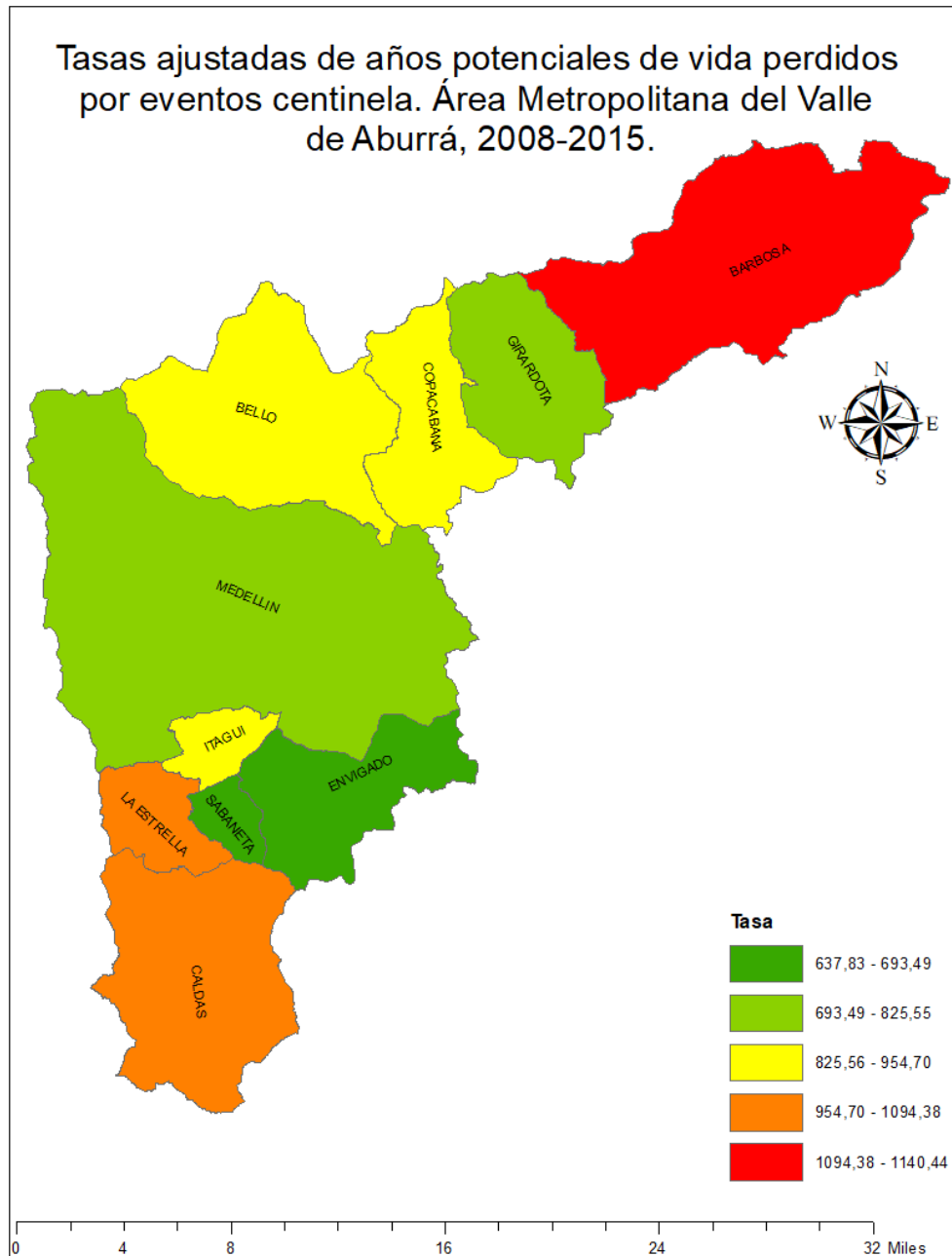


Figura 85. Distribución de las tasas ajustadas de APVP por eventos centinela relacionados con la contaminación del aire. AMVA, 2008-2015





3. CONCLUSIONES

Los resultados de la morbilidad en el análisis descriptivo se presentan en números absolutos y se describe su comportamiento en variables de persona, tiempo y lugar, inicialmente para las atenciones y luego para los eventos centinela, observándose que: en el período de análisis 2008-2015, en las instituciones prestadoras de servicios de salud del Valle de Aburrá, se registraron 42.411.665 atenciones en salud, con un promedio de 14.524, las cuales se incrementan progresivamente del año 2008 al 2015; frente a esta evidencia, se encuentra un incremento en el número de casos, condición que se debe no solamente por el aumento de la morbilidad dado por el comportamiento de la triada ecológica en el caso de enfermedades infecto-contagiosas o del incremento de factores de riesgo para enfermedades crónicas, sino al aumento en el registro por las IPS. Las atenciones en salud, por municipio se distribuyeron así: Medellín el 72.4%, Itagüí, Bello, Envigado y Copacabana con el 20% y otras cifras que completan el 100% de la distribución en los restantes municipios que conforman el AMVA.

Con respecto a la distribución por edad, las atenciones se presentan en todos los quinquenios que comprenden a los menores de 5 años, hasta el grupo de 65 y más años, estas atenciones se concentran en los menores de 5 años representando el 9% de las atenciones y en los mayores de 65 el 18%, cifras estadísticas que cobraron importancia para la delimitación de los casos de eventos centinela. Con respecto a la distribución por sexo en el grupo de edad de los menores de 5 años predominó el sexo masculino, a partir de los 15 años se incrementan las atenciones en el sexo femenino.

Una vez definidas las atenciones, para los eventos centinela se registraron 3.487.304 casos, que representaron el 8% del peso sobre las atenciones en salud de los RIPS. Los eventos centinela identificados correspondieron a infección respiratoria aguda con un 54%, seguidas de las infecciones respiratorias crónicas con un 24%, otras enfermedades respiratorias fueron: la influenza, la gripe y la neumonía; del sistema circulatorio, las enfermedades cerebrovasculares y las enfermedades isquémicas del corazón.

Los eventos centinela por lugar, guardan una relación similar a las atenciones; estos se concentran en Medellín con el 73%, también se identifican en Itagüí, Envigado y Bello, los cuales en conjunto representaron el 17.4% de los casos. La mayor concentración de los eventos centinela por servicio, se presentó en consulta externa con más del 90% de los casos, los servicios de hospitalización y urgencias aportaron en conjunto el 5,6% de los casos, el municipio de Medellín predominó en estos servicios.

Los eventos centinela por grupo de edad y sexo, se concentraron en los menores de 15 años predominando el sexo masculino, para el sexo femenino se encontró un mayor porcentaje de casos a partir de los 15 años, concentrándose la distribución en el grupo de 50-54 años.

Para el municipio de Medellín, las atenciones totales en el periodo 2008-2015 registradas en los RIPS fueron 30.750.401, los eventos centinela 2.528.376 correspondieron al 8.2%; con respecto al grupo de edad, la morbilidad por estos eventos fue similar al Valle de Aburrá, afectando a los menores de 5 años del sexo masculino representando un peso del 31%; para el sexo femenino el grupo de mayor peso fue de 65





y más años con un 21%, se destaca que el grupo de edad menos afectado fue el grupo de 40 a 44 años, sin diferenciaciones por sexo.

Con respecto a la mortalidad, la cuantificación de esta se presentó como información absoluta, en las variables de persona, tiempo y lugar, además se incluyó el riesgo, expresado en las tasas brutas, las tasas ajustadas y la mortalidad prematura, expresada en los Años de Vida Potenciales Perdidos (APVP).

Las defunciones totales fueron 149.607, ésta se concentró en el municipio de Medellín con el 71%, en Bello, Envigado e Itagüí, fue del 7% aproximadamente; con respecto a los casos registrados de defunción por evento centinela se identificaron y delimitaron 46.525 defunciones que representaron el 31% del total registrado en el octenio, nuevamente Medellín en números absolutos concentra el mayor número de casos con el 69% y conjuntamente con Bello, Itagüí y Envigado aportan el 91% de este suceso.

Las defunciones por evento centinela y grupo de edad, se registraron desde los menores de 5 años, hasta el grupo de 85 y más años, concentrándose en especial a partir del grupo de 60-64 años; con respecto al sexo las defunciones de los hombres excedieron a las de las mujeres en aproximadamente 10%. Las defunciones en el sexo femenino se registraron en todos los grupos, incrementándose a partir de los 75 años.

Las defunciones por eventos centinela fueron ocasionadas por enfermedades del aparato circulatorio y respiratorio, la razón por tipo de enfermedad fue 2 defunciones por enfermedades del sistema circulatorio por una defunción del sistema respiratorio. En la distribución por frecuencia el 65% para las circulatorias y el 35% para las respiratorias, en promedio por año se tuvieron 5.816 defunciones, siendo el 2015 el año en el que se observó la frecuencia más elevada correspondiente al 13%.

La tasa de defunción para el octenio fue de 160 defunciones por cada cien mil habitantes, con respecto al sexo, las tasas más elevadas se presentaron en los hombres con una tasa de 162,6 defunciones por cada cien mil hombres, a excepción del 2014 y el 2015, en donde, en el primero la diferencia fue mínima a favor de los hombres, y en el último año la diferencia fue mayor en las mujeres.

Con respecto a las tasas crudas de mortalidad por eventos centinela (que corresponden a la estructura de la población por edad y sexo de cada municipio), se observaron en la Estrella 173 defunciones por cada cien mil habitantes, en Caldas 172 defunciones por cada cien mil habitantes, en Medellín 168 defunciones por cada cien mil habitantes; al realizar el ajuste por el método directo (se elimina el efecto de la estructura de la población, se estandarizan las condiciones de cada municipio para el cálculo de la tasa basado en las defunciones), se observó en el municipio de Caldas 200 defunciones por cada cien mil habitantes, en La Estrella 199,7 defunciones por cada cien mil habitantes, en Itagüí 192,3 muertes por cada cien mil habitantes y en Barbosa 190,4 muertes por cada cien mil habitantes.

Para el Valle de Aburrá la tasa ajustada de mortalidad para los eventos centinela ocasionados por enfermedades del sistema respiratorio entre los años 2008 y 2015, fluctuó entre 45 y 54 muertes por cada cien mil habitantes, manteniendo una tendencia relativamente estable hasta el año 2014. En el año 2015 se presentó un valor más alto de 54 muertes por cada cien mil habitantes. Con respecto a las





enfermedades del sistema respiratorio, las crónicas de las vías respiratorias inferiores aportaron más del 60% de las defunciones, seguido de las muertes atribuidas a la influenza y neumonía.

Al comparar el comportamiento por sexo de las tasas de mortalidad en el AMVA, se observó que los hombres presentaron una mayor tasa durante los años 2008 a 2012 en comparación a las mujeres, las cuales presentaron mayores tasas en los años 2013 con 50 muertes por cada cien mil habitantes, 2014 y 2015, año en el cual se alcanza la tasa de mortalidad más alta de todo el periodo de estudio con 55 muertes por cada cien mil habitantes.

La tasa ajustada de mortalidad para los eventos por enfermedades del sistema circulatorio durante el mismo periodo de tiempo presentó valores más elevados, comparado con la tasa de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio, fluctuando entre 84,4 defunciones por cada cien mil habitantes (como valor mínimo en el año 2013) y 94 defunciones por cada cien mil habitantes como valor máximo en el año 2010; según las subcategorías o enfermedad, las enfermedades isquémicas del corazón aportaron más de la mitad de las defunciones en el periodo de estudio, seguido de las enfermedades cerebrovasculares.

Para el municipio de Medellín en el periodo comprendido entre los años 2008 y 2015 se registraron 104.757 defunciones, de las cuales el 30.5% correspondieron a eventos centinela, con un total de 32.028 muertes. De los municipios que constituyen el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Medellín aportó el mayor número de defunciones en cifras absolutas.

Cuando se consideraron las edades en las cuales ocurrieron las defunciones por eventos centinela, el municipio de Medellín, al igual que para la descripción del AMVA, el 91% de las muertes se presentó a partir de los 55 años, con marcado predominio en el grupo de 80 y más años con un porcentaje del 46%.

Con respecto al sexo hay predominio de las muertes femeninas a partir de los 75 años en comparación con los hombres y se observó que las defunciones de los hombres excedieron a las de las mujeres en un porcentaje considerable que varía aproximadamente desde un 10% a 23% para los grupos de edad por debajo de los 60 años.

La tasa ajustada de mortalidad por enfermedades del sistema respiratorio para el municipio de Medellín, vario entre 41,5 y 50 muertes por cada cien mil habitantes.

Para dar un contexto más amplio a la descripción de la mortalidad, se utilizó el índice de Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP), por definición mide las pérdidas que sufre la población como consecuencia de la muerte de personas jóvenes o de fallecimientos prematuros. Se presentó una pérdida total de 257.429 años potenciales de vida a causa de los eventos centinela relacionados con la contaminación del aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, con un promedio de 32.179 APVP por año, lo que representó una tasa del periodo de 890 APVP por cada cien mil habitantes, siendo los años 2008, 2009 y 2010 los que aportaron cerca del 41% de los APVP durante los mismos.

Con respecto al sexo, las mujeres presentaron una pérdida de vida prematura mayor que los hombres con un 53% y 47% respectivamente, el patrón fue consistente en cada año del estudio.





La tasa de APVP por sexo en los años considerados, tanto los hombres como las mujeres tuvieron una pérdida estable con una tendencia a la disminución a partir del año 2009, donde se encontró una disminución en la tasa de APVP a nivel general del 1%, a diferencia de los hombres, los cuales presentaron un incremento del 3% con respecto al año anterior, 2008, en cambio en el año 2015 los índices de APVP disminuyeron en un 21% globalmente, por sexo en un 24% en las mujeres y 17% en los hombres.

En la distribución de las tasas de APVP por cada cien mil habitantes, por grupo de edad y sexo (observación que se realizó en los dos años extremos del estudio), los hombres perdieron más años potenciales de vida a edades más tempranas en comparación con las mujeres, las cuales tuvieron mayor aporte a partir de los 45 años en el 2008 y a partir de los 60 en el 2015, además, el indicador en cuestión presentó una notoria disminución en cada grupo etario al 2015.

El 65,7% de los años potenciales de vida perdidos por la población del Área Metropolitana del Valle de Aburrá durante el octenio, fueron a causa de enfermedades del sistema circulatorio relacionadas con la contaminación del aire.

En la descripción de la distribución de la tasa de APVP por grupos de eventos centinela relacionados con la contaminación del aire según grupo de edad, se encontró que en los años 2008 a 2010 se presentaron los mayores aportes porcentuales de los APVP por enfermedades del sistema respiratorio, mientras que en las enfermedades del sistema circulatorio se presentaron del 2012 al 2014. En el 2009 se perdieron 660,6 años de vida por cada cien mil habitantes a causa de las enfermedades del sistema circulatorio, esta cifra fue la más elevada en el periodo de estudio para el primer grupo.

En la distribución porcentual y las tasas de APVP por grupos de edad en el octenio, en el grupo de 60 a 69 años, las enfermedades del sistema respiratorio representaron la mayor tasa de APVP con 1,066 por cada cien mil habitantes; a partir de los 15 años, se presentó un aumento de las tasas de APVP por las enfermedades del sistema circulatorio hasta los 69 años, con un valor máximo por dicho grupo de causas de 2,563 por cada cien mil habitantes.

Es importante tener en cuenta que las poblaciones de los municipios que conforman el AMVA tienen composiciones diferentes y pueden producir un número absoluto de APVP similar, por esta razón se presentó la comparación entre el número absoluto de APVP, las tasas y el peso relativo o sea, el porcentaje APVP, que permite tener un panorama más completo de la muerte prematura en el período 2008-2015, las enfermedades isquémicas del corazón ocasionaron una pérdida absoluta de 109.932 años con una tasa de 380,1 años de vida prematura por cada cien mil habitantes, que porcentualmente equivalieron al 43% del peso total de APVP, las enfermedades cerebrovasculares ocasionaron 54,287 APVP, con una tasa de 187,7 años de vida prematura por cada cien mil habitantes, el 21%; le siguen la influenza, la gripe y la neumonía con un 18 % y las enfermedades crónicas respiratorias del tracto inferior con un 13%.

Por sexo, las mujeres presentaron mayor pérdida de años potenciales de vida a causa de otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores con un 70%, otras enfermedades respiratorias que afectan principalmente el intersticio con el 61%, enfermedades Isquémicas del corazón con el 53%, trastornos del sistema respiratorio consecutivos con un 48% y otras enfermedades de las vías respiratorias superiores con un 41%.





En la comparación de los APVP por municipio, se estimó la tasa ajustada encontrándose la mayor pérdida de años potenciales de vida perdidos a causa de los eventos centinela en el municipio de Barbosa con 3.744 años de vida por 100.000 habitantes con una tasa ajustada de 1.140,44 APVP por cada cien mil habitantes; seguido del municipio de Caldas con 6.143 APVP 1094,38 por cada cien mil habitantes; La Estrella con 4.295 APVP; 1054,67 APVP por cada cien mil habitantes e Itagüí con 17.772 APVP; 954,71 APVP por cada cien mil habitantes. Medellín tuvo una pérdida de vida prematura por dichos eventos de 177.113 APVP, representando ello una tasa de 812.31 APVP por cada cien mil habitantes





4. REFERENCIAS

1. Gouveia N, Mildred M. Evaluación de los Efectos de la Contaminación del Aire en la Salud de América Latina y el Caribe. [Internet]. Organización Panamericana de la Salud. 2005. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsea/fulltext/contaminacion/contaminacion.pdf>
2. Forouzanfar MH, Afshin A, Alexander LT, Biryukov S, Brauer M, Cercy K, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet* [Internet]. 2016;388(10053):1659–724. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5388856/pdf/main.pdf>
3. Global Burden of Disease Study 2015 (GBD 2015) [Internet]. 2017 [citado el 1 de noviembre de 2016]. Disponible en: <http://ghdx.healthdata.org/gbd-2015#request>
4. Romieu I, Gouveia N, Cifuentes LA, de Leon AP, Junger W, Vera J, et al. Multicity study of air pollution and mortality in Latin America (the ESCALA study). *Res Rep Health Eff Inst* [Internet]. 2012;(171):5–86. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23311234>
5. Ministerio de Ambiente-Vivienda y Desarrollo Territorial. Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible Colombia; 2010 p. 1–50.
6. Instituto de Hidrología M y EA– I. Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2011 – 2015 [Internet]. Bogotá D.C; 2016. Disponible en: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023637/Informe_del_Estado_de_la_Calidad_del_Aire_en_Colombia_2011-2015_vfinal.pdf%0Ahttp://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-imageviewer.pl?biblionumber=38104
7. Rendón ML, Patricia Z, Mauricio C. Contaminación extra e intradomiciliaria por material particulado respirable y su relación con la función pulmonar La Sierra-Puerto Nare, Antioquia. *Rev salud pública*. 2013;15(1):103–15.
8. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Diagnostico nacional de salud ambiental. [Internet]. Bogotá D.C; 2012. Disponible en: [www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico de salud Ambiental compilado.pdf](http://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico_de_salud_Ambiental_compilado.pdf)
9. Milena A, Torres H, Alberto C, Londoño E, Jaime G, Vasco M, et al. and Their Association To Air Pollutant Concentration in Medellín City (Colombia). 2011;10(19):21–31.
10. Gaviria C, Benavides P, Tangarife C. Contaminación por material particulado (PM2,5 y PM10) y consultas por enfermedades respiratorias en Medellín (2008-2009). *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2011;29(3):241–50.





11. Martínez E, Quiroz C, Rúa J. Morbilidad respiratoria asociada con la exposición a material particulado en el ambiente. *Rev Fac Nac Salud Pública* [Internet]. 2011;29(4):454–60. Disponible en: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/fnsp/article/view/9770/10426>
12. Hernandez A. Conceptos básicos de diseño de estudios epidemiológicos. Vol. 42(2), *Salud Pública med.* 2011. p. 144–54.
13. Sacks JD, Rappold AG, Allen Davis J, Richardson DB, Waller AE, Luben TJ. Influence of urbanicity and county characteristics on the association between ozone and asthma emergency department visits in North Carolina. *Environ Health Perspect.* 2014;122(5):506–12.
14. Sheffield PE, Zhou J, Shmool JLC, Clougherty JE. Ambient ozone exposure and children's acute asthma in New York City: a case-crossover analysis. *Environ Heal* [Internet]. 2015;14(1):25. Disponible en: <http://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-015-0010-2>
15. Lin YK, Chang SC, Lin C, Chen YC, Wang YC. Comparing ozone metrics on associations with outpatient visits for respiratory diseases in Taipei Metropolitan area. *Environ Pollut.* 2013;
16. Pride KR, Peel JL, Robinson BF, Busacker A, Grandpre J, Bisgard KM, et al. Association of short-term exposure to ground-level ozone and respiratory outpatient clinic visits in a rural location - Sublette County, Wyoming, 2008-2011. *Environ Res* [Internet]. 2015;137:1–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2014.10.033>
17. Yamazaki S, Shima M, Yoda Y, Oka K, Kurosaka F, Shimizu S, et al. Association between PM2.5 and primary care visits due to asthma attack in Japan: Relation to Beijing's air pollution episode in January 2013. *Environ Health Prev Med.* 2014;19(2):172–6.
18. Yamazaki S, Shima M, Yoda Y, Oka K, Kurosaka F, Shimizu S, et al. Association of ambient air pollution and meteorological factors with primary care visits at night due to asthma attack. *Environ Health Prev Med.* 2013;18(5):401–6.
19. Tsai S-S, Chang C-C, Yang C-Y. Fine Particulate Air Pollution and Hospital Admissions for Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Case-Crossover Study in Taipei. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2013;10(11):6015–26. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1660-4601/10/11/6015/>
20. Rastogi S, Gupta B, Hussain T, Chandra H, Mathur N, Pangtey B, et al. A Cross-Sectional Study of Pulmonary Function Among Workers Exposed to Multimetals in the Glass. *Am J Ind Med.* 1991;20(3):391–9.
21. Kuo C-Y, Wong R-H, Lin J-Y, Lai J-C, Lee H. Accumulation of Chromium and Nickel Metals in Lung Tumors from Lung Cancer Patients in Taiwan. *J Toxicol Environ Heal Part A* [Internet]. 2006;69(14):1337–44. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15287390500360398>
22. Vermylen J, Nemmar A, Nemery B, Hoylaerts MF. Ambient air pollution and acute myocardial infarction. *J Thromb Haemost* [Internet]. 2005;3(9):1955–1961. Disponible en:





<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16102102>

23. Magari SR, Hauser R, Schwartz J, Williams PL, Smith TJ, Christiani DC. Association of Heart Rate Variability With Occupational and Environmental Exposure to Particulate Air Pollution. *Circulation* [Internet]. 2001;104(9):986–91. Disponible en: <http://circ.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/hc3401.095038>
24. BADMAN D, JAFFE E. Blood and air pollution: State of knowledge and research needs. *Otolaryngol - Head Neck Surg* [Internet]. 1996;114(2):205–8. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0194599896701663>
25. Boffetta P, Merler E, Vainio H. Carcinogenicity of mercury and mercury compounds. *Scand J Work Environ Heal*. 1993;19(1):1–7.
26. Damek-Poprawa M, Sawicka-Kapusta K. Damage to the liver, kidney, and testis with reference to burden of heavy metals in yellow-necked mice from areas around steelworks and zinc smelters in Poland. *Toxicology*. 2003;186(1–2):1–10.
27. Manda PK. Dioxin: a review of its environmental effects and its aryl hydrocarbon receptor biology. *J Comp Physiol B* [Internet]. 2005;175(4):221–30. Disponible en: <https://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:3196/article/10.1007%2Fs00360-005-0483-3>
28. Uysal N, Schapira RM. Effects of ozone on lung function and lung diseases. *Curr Opin Pulm Med*. 2003;9(2):144–50.
29. Ghio AJ, Huang YCT. Exposure to Concentrated Ambient Particles (CAPs): A Review. *Inhal Toxicol*. 2004;16(1):53–9.
30. SM L, ME. G. Glutamatergic components underlying lead-induced impairments in hippocampal synaptic plasticity. *Neurotoxicology* [Internet]. 2000;21(6):1057–68. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Glutamatergic+components+underlying+lead+induced+impairments+in+hippocampal+synaptic+plasticity>
31. Pope CA, Verrier RL, Lovett EG, Larson AC, Raizenne ME, Kanner RE, et al. Heart rate variability associated with particulate air pollution. *Am Heart J*. 1999;138(5 l):890–9.
32. Ewan kb, R. P. Increased inorganic mercury in spinal motor neurons following chelating agents. *Neurotoxicology* [Internet]. 1996;17(2):343–9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8856730>
33. Peters A, Dockery DW, Muller JE, Mittleman MA. Increased particulate air pollution and the triggering of myocardial infarction. *Circulation*. 2001;103(23):2810–5.
34. Brook RD, Brook JR, Urch B, Vincent R, Rajagopalan S, Silverman F. Inhalation of fine particulate air pollution and ozone causes acute arterial vasoconstriction in healthy adults. *Circulation*. 2002;105(13):1534–6.





35. Riediker M, Cascio WE, Griggs TR, Herbst MC, Bromberg PA, Neas L, et al. Particulate Matter Exposure in Cars Is Associated with Cardiovascular Effects in Healthy Young Men. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2004;169(8):934–40. Disponible en: <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/rccm.200310-1463OC>
36. Murugan P, Shanmugasundaram P, Ramakrishnan VT, Venkatachalapathy B, Srividya N, Ramamurthy P, et al. Synthesis and laser properties of 9-alkyl-3, 3, 6, 6-tetramethyl- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10-decahydroacridine-1, 8-dione derivatives. 1998;2:999–1003.
37. Bellinger DC. Teratogen update: Lead and pregnancy. *Birth Defects Res Part A - Clin Mol Teratol*. 2005;73(6):409–20.
38. Huang Y-C, Ghio A. Vascular Effects of Ambient Pollutant Particles and Metals. *Curr Vasc Pharmacol* [Internet]. 2006;4(3):199–203. Disponible en: <http://www.eurekaselect.com/openurl/content.php?genre=article&issn=1570-1611&volume=4&issue=3&spage=199>
39. Sociedad Española de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias. PR, García-Prieto E, Albaiceta GM, Taboada F. *Medicina intensiva* [Internet]. Vol. 30, *Medicina Intensiva*. IDEPSA, International de Ediciones y Publicaciones, S.A; 2006 [citado el 10 de junio de 2018]. 268-275 p. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-56912006000600003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
40. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project.
41. Anjilvel S, Asgharian B. A Multiple-Path Model of Particle Deposition in the Rat Lung. Vol. 28, *Fundamental and Applied Toxicology*. 1995. p. 41–50.
42. Chen R, Hu B, Liu Y, Xu J, Yang G, Xu D, et al. Beyond PM_{2.5}: The role of ultrafine particles on adverse health effects of air pollution. *Biochim Biophys Acta - Gen Subj* [Internet]. 2016;1860(12):2844–55. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbagen.2016.03.019>
43. Knudsen KB, Northeved H, Ek PK, Permin A, Andresen TL, Larsen S, et al. Differential toxicological response to positively and negatively charged nanoparticles in the rat brain. *Nanotoxicology*. 2014;8(7):764–74.
44. Minn A, Leclerc S, Heydel J-M, Minn A-L, Denizot C, Catarelli M, et al. Drug transport into the mammalian brain: the nasal pathway and its specific metabolic barrier. *J Drug Target* [Internet]. 2008;285–96. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/713714452>
45. Wang MO, Vorwald CE, Dreher ML, Mott EJ, Cinar A, Mehdizadeh H, et al. *HHS Public Access*. 2016;27(1):138–44.
46. Room TB, Lauderdale F, Goldberg IJ. *HHS Public Access*. 2015;12(2):130–40.
47. Costa LG, Cole TB, Coburn J, Chang Y-C, Dao K, Roqué PJ. Neurotoxicity of traffic-related air





- pollution. *Neurotoxicology* [Internet]. 2017;59(100):133–9. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0161813X15300243>
48. Edalat F. *NIH Public Access*. 2012;40(6):1301–15.
 49. Ali J, Ali M, Baboota S, Kaur Sahni J, Ramassamy C, Dao L, et al. Potential of Nanoparticulate Drug Delivery Systems by Intranasal Administration. *Curr Pharm Des* [Internet]. 2010;16(14):1644–53. Disponible en: <http://www.eurekaselect.com/openurl/content.php?genre=article&issn=1381-6128&volume=16&issue=14&spage=1644>
 50. Yegambaram M, Manivannan B, Beach TG, Halden RU. Role of Environmental Contaminants in the Etiology of Alzheimer's Disease: A Review. *Curr Alzheimer Res*. 2015;12:116–46.
 51. Bennat C, Müller-Goymann CC. Skin penetration and stabilization of formulations containing microfine titanium dioxide as physical UV filter. *Int J Cosmet Sci*. 2000;22(4):271–83.
 52. Valacchi G. *ToxSci Advance Access published October 26, 2015*. 2015;
 53. Kreyling WG, Semmler M, Erbe F, Mayer P, Takenaka S, Schulz H, et al. Translocation of ultrafine insoluble iridium particles from extrapulmonary organs is size dependent but very. *J Toxicol Environ Health*. 2002;65(20):1513–30.
 54. Katsouyanni K, Zmirou D, Spix C, Sunyer J, Schouten JP, Ponka A, et al. Short-term effects of air pollution on health: A European approach using epidemiological time-series data. The APHEA project: Background, objectives, design. *Eur Respir J*. 1995;8(6):1030–8.
 55. Stylianou M, Nicolich MJ. Cumulative effects and threshold levels in air pollution mortality: Data analysis of nine large US cities using the NMMAPS dataset. *Environ Pollut* [Internet]. 2009;157(8–9):2216–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2009.04.011>
 56. Levy D, Lumley T, Sheppard L, Kaufman J, Checkoway H, Epidemiology S, et al. Referent selection in case-crossover analyses of acute health effects of air pollution. *Epidemiology*. 2001;12(2):186–92.
 57. Carracedo-Martínez E, Tobías A, Saez M, Taracido M, Figueiras A. [Case-crossover design: Basic essentials and applications]. *Gac Sanit* [Internet]. 2009 [citado el 3 de septiembre de 2017];23(2):161–5. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112009000200017&lng=es&nrm=iso&tlng=es
 58. Cheng M-H, Chen C-C, Chiu H-F, Yang C-Y. Fine Particulate Air Pollution and Hospital Admissions for Asthma: A Case-Crossover Study in Taipei. *J Toxicol Environ Heal Part A* [Internet]. 2014;77(18):1075–83. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15287394.2014.922387>
 59. Boldo E, Linares C, Lumbreras J, Borge R, Narros A, García-Pérez J, et al. Health impact assessment of a reduction in ambient PM_{2.5} levels in Spain. *Environ Int* [Internet]. 2011;37(2):342–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2010.10.004>





60. Roemer W, Hoek G, Brunekreef B. Pollution effects on asthmatic children in Europe, the PEACE study. *Clin Exp Allergy*. 2000;30(8):1067–75.
61. 070522.pdf.
62. Dockery D, Pope A. Acute Respiratory Effects of Particulate Air Pollution. *Annu Rev Public Health*. 1994;15:107–32.
63. Cromar KR, Gladson LA, Perlmutter LD, Ghazipura M, Ewart GW. American thoracic society and marron institute report estimated excess morbidity and mortality caused by air pollution above American thoracic society-recommended standards, 2011-2013. *Ann Am Thorac Soc*. 2016;13(8):1195–201.
64. Mascarenhas J, Bettencourt P, Azevedo A. Epidemiologia clínica da doença pulmonar obstrutiva crónica. *Arq Med* [Internet]. 25(4):146–52. Disponible en: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-34132011000400003&lng=pt&nrm=iso&tlng=en
65. SA1109.Indoor-Outdoor.Air.Pollution.Relationships.pdf.
66. Effects H. State of Art Health Effects and Sources of Indoor Air Pollution . Part 11 1 - 3. (5):221–42.
67. Nemery B, Hoet PHM, Nemmar A. The Meuse Valley fog of 1930: An air pollution disaster. *Lancet*. 2001;357(9257):704–8.
68. Dockery DW, Pope CA, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, et al. An Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities. *N Engl J Med*. 1993;329(24):1753–9.
69. Allen RT, Hales NM, Baccarelli A, Jerrett M, Ezzati M, Dockery DW, et al. Countervailing effects of income, air pollution, smoking, and obesity on aging and life expectancy: Population-based study of U.S. Counties. *Environ Heal A Glob Access Sci Source* [Internet]. 2016;15(1):1–10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12940-016-0168-2>
70. Pope III CA, Ezzati M, Dockery DW. Fine particulate air pollution and US county life expectancies. *N Engl J Med*. 2009;360(4):376–86.
71. Pope CA, Dockery DW. Air pollution and life expectancy in China and beyond. *Proc Natl Acad Sci* [Internet]. 2013;110(32):12861–2. Disponible en: <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1310925110>
72. Chen Y, Ebenstein A, Greenstone M, Li H. Evidence on the Impact of Sustained Exposure to Air Pollution on Life Expectancy from China 's Huai River Policy. *Massachusetts Inst Technol Dep Econ Work Pap Ser* [Internet]. 2013;13(15):1–53. Disponible en: <http://www.pnas.org/content/early/2013/07/03/1300018110.short>
73. SCRIBD. Historia Natural de la Enfermedad [Internet]. 2018 [citado el 20 de agosto de 2001].





- Disponible en: <https://es.scribd.com/document/232489887/Historia-Natural-de-La-Enfermedad>
74. Rutstein DD, Mullan RJ, Frazier TM, Halperin WE. Sentinel health events (occupational): a basic for physician recognition and public health surveillance. *Am J Public Health.* 1983;73(9):1054–62.
 75. Rothwell CJ, Hamilton CB, Leaverton PE. Identification of sentinel health events as indicators of environmental contamination. *Environ Health Perspect.* 1991;94:261–3.
 76. Instituto Nacional de Salud. Protocolo de vigilancia de infección respiratoria aguda. 2010;35.
 77. Hernández-Aguado I, Gil de Miguel A, Delgado M. Manual de Epidemiología y Salud Pública: para grados en Ciencias de la Salud. Ed Médica Panamericana, editor. Madrid; 2011. 370 p.
 78. Ministerio de salud. Resolución 1995 de 1999 [Internet]. Ministerio de salud y protección social 1999 p. 1–7. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/RESOLUCIÓN_1995_DE_1999.pdf
 79. Salud LAMDE. Resolución Número 3374 De 2000. 2000 p. 1–43.
 80. Instituto Nacional de Salud. Manual del Usuario. Sistema Aplicativo del Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Salud Pública –SIVIGILA-. [Internet]. 2017. Disponible en: http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Documentos/SIVIGILA/_Manual_Sivigila_2017.pdf
 81. Individual R, Integrado S, Individual R. 15 31). 2014.
 82. Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE. Ficha Metodológica de estadísticas vitales [Internet]. 2013. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/poblacion/ficha_vitales_13.pdf
 83. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas-DANE. Estadísticas vitales [Internet]. 2016. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/bt_estadisticasvitales_2015pre-2016pre.pdf
 84. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas-DANE. Estadísticas Vitales Nacimientos y Defunciones [Internet]. 2007 [citado el 20 de junio de 2004]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/nacimientos-y-defunciones>
 85. Ibarra M de los Á. Procesamiento analítico en línea “OLAP” [Internet]. 2006 [citado el 20 de junio de 2004]. Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/OLAPMonog.pdf>
 86. Chapman P, Clinton J, Kerber R, Khabaza T, Reinartz T, Shearer C, et al. CRISP-DM -Cross-Industry Standard Process for Data Mining- 1.0 Step-by-step data mining guide. [Internet]. CRISP-DM Consortium. 2000. 76 p. Disponible en: <https://www.the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf>





87. Williams A. (12) United States Patent SCHEMA AND ETL TOOLS FOR (45) Date of Patent : Vol. 2. 2010.
88. No Title. Vol. 24. 2003.
89. Ministerio de Salud y Protección Social, Facultad Nacional de Salud Pública U de A. Análisis de la situación de salud en Colombia 2002-2007. 2010. 114 p.
90. Ministerio Protección Social, Universidad de Antioquia FN de SP. Análisis de la Situación De Salud en Colombia 2012 – 2015. Bogotá D.C; 2010.
91. Organización de Naciones Unidas. Manual X Tecnicas Indirectas De Estimacion Demografica [Internet]. Nueva York; 1986. 139-148 p. Disponible en: https://unstats.un.org/unsd/demographic/standmeth/handbooks/Manual_X-es.pdf
92. Organización Panamericana de la Salud. Tendencias Demográficas y de Mortalidad en la Región de las Américas, 1980-2000. Boletín Epidemiológico [Internet]. 2002;23(3):5–16. Disponible en: http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/publicaciones/Epidemiologico/EB_v23n3.pdf
93. Londoño J. La carga de la enfermedad: un nuevo indicador en el campo de la salud pública. Rev Fac Nac Salud Pública. 1996;13(2):24–32.
94. Vanegas LYL, Cárdenas MAS. Años potencialmente perdidos por accidente de tránsito , Colombia 2010. Rev CES Salud Pública [Internet]. 2011;2(2):159–68. Disponible en: <http://crawl.prod.proquest.com.s3.amazonaws.com/fpcache/ce21ec4ae67bd23fc3ae2c7099013211.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJF7V7KNV2KKY2NUQ&Expires=1465453236&Signature=TXIMUWwZA hRlLowOg%2F5HsxGsRM%3D>
95. Kjellstrom RBRBT. Epidemiología Básica. OPS, editor. Organ Panam la salud. 2003;551:1–184.
96. Velásquez A. Guía metodológica para las estimaciones epidemiológicas del estudio de carga de enfermedad. 2006.
97. Organización Panamericana de la Salud. Técnicas para la medición del impacto de la mortalidad: Años Potenciales de Vida Perdidos. Boletín Epidemiológico. 2003;24(2):1–4.
98. Borja-Aburto VH. Estudios ecológicos. Salud Publica Mex [Internet]. noviembre de 2000 [citado el 13 de septiembre de 2017];42(6):533–8. Disponible en: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342000000600010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
99. Ministerio de Salud, Ministerio del Ambiente. Resolución 1164 de 2002: Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares [Internet]. Manual de Gestión Integral de Residuos 2002 p. 105. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Red-Nacional-Laboratorios/Documentos de inters SRNL/PGIRH INS.pdf>





100. Novella J. Sistema de Gestión de Base de Datos PostgreSQL [Internet]. 2012. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17490/Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

8





9 Capítulo II

Análisis de la relación entre la contaminación atmosférica y eventos centinela en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá







10 INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire se ha convertido en un problema de salud pública en los últimos años dado los efectos negativos sobre la salud de las poblaciones, para el año 2013, la carga global de la enfermedad por la contaminación del aire contribuía a 5.5 millones de muertes en el mundo y 141.5 millones de Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD) con una disminución para el año 2015, donde se estimó 4,2 millones de muertes y 103,1 millones de AVAD (1,2).

El estudio realizado por Cohen y colaboradores sobre la carga global de la enfermedad, identificó al material particulado (PM_{2.5}) como el quinto factor de riesgo con mayor impacto en la mortalidad global. Los reportes por países permitieron identificar a Colombia en el grupo de naciones en donde las muertes atribuidas a PM_{2.5} representaron cerca del 5% de las muertes por todas las causas (3)

La carga debido a la exposición a ozono- O₃, ocasionó 254,000 muertes y una pérdida de 4,1 millones de AVAD debido a enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)(1)

De acuerdo a la revisión sistemática de la literatura realizada por el equipo de investigación²⁷, diferentes estudios ecológicos han evidenciado que para un incremento de 10µg/m³ de PM₁₀ se asocia a la mortalidad por causas respiratorias y cardiovasculares, el estudio de López- Villarubia realizado en Islas Canarias reportó un incremento en el 7,4% (IC 95% :1,5 ; 13,7) en la mortalidad por enfermedad respiratoria (4) y el estudio de Sacramento et al realizado en Rio de Janeiro que reportó un RR: 10.01 (IC 95%: 1,81; 18,88) en mujeres, 3 días después de la exposición (5).

En el estudio de Sacramento también se reportó que el incremento de 10µg/m³ de O₃ se asociaba mortalidad por enfermedad respiratoria en mujeres, con un RR: 9.37 (IC 95%: 1,72; 17,60) 3 días después de exposición (5), mientras el estudio de Goggins et al encontró una OR de 3,1 (IC 95%: 2,8; 5,3) en mortalidad por causas naturales asociado al incremento de 10ppb de O₃ entre población general(6). Respecto al PM_{2.5} se ha reportado asociaciones importantes con mortalidad por enfermedad cardiovascular, evidenciándose entre los más altos resultados los reportados por el estudio de Cao et al realizado en China, con un incremento de 3,1% (IC 95%:1,6; 4,6) (7).

Se ha estimado que un aumento de la mortalidad del 80% se asocia a un gradiente de 30 µg/m³ de PM₁₀, también se calculó que por cada incremento de 1 µg/m³ de PST por año, se aumenta la tasa de mortalidad por enfermedades respiratorias crónicas en 0,26 muertes por cada 100.000 habitantes.

En Colombia, de acuerdo al estudio realizado por Blanco Becerra y colaboradores en la ciudad de Bogotá, los resultados sugieren una asociación entre el incremento de las concentraciones de PM₁₀ y la mortalidad aguda, mostrando que el riesgo acumulado en la mortalidad por causas respiratorias aumentó 1,43% por un incremento de 10µg/m³ en el promedio diario del contaminante, mientras el riesgo acumulado en la

²⁷ **Revisión de la literatura mundial: relación epidemiológica entre la contaminación del aire urbano y eventos de salud (ver informe final, componente 3)**





mortalidad por causa cardiovascular fue de -0.03% (IC95% -0.49-0.44) (8)

De acuerdo al informe del estado de la calidad del aire 2011-2015 los contaminantes que presentaron mayor preocupación fueron en su orden el PM_{2.5} y el PM₁₀. Sus concentraciones excedieron frecuentemente los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 610 de 2010; adicionalmente, los resultados del cálculo del Índice de Calidad del Aire evidenciaron que representan los mayores riesgos de afectación a la salud de la población. Estas observaciones se destacan especialmente en los grandes centros urbanos de Bogotá, Bucaramanga y el Valle de Aburrá, así como en la jurisdicción de la CAR y en la Zona Minera del Departamento del Cesar (9).

Lo anteriormente presentado, destaca la necesidad de realizar acciones que permitan un mejoramiento de las condiciones de calidad del aire; las cuales, puedan tener un impacto positivo sobre la salud de las poblaciones; por lo tanto, en Diciembre de 2016 la Facultad Nacional de Salud Pública fue contratada por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) para realizar el proyecto: *Contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud de los habitantes del Valle de Aburrá 2008-2016* (Contrato No. CCT 1088 de 2016), cuyo componente 2 tiene como objetivo establecer la asociación entre la morbilidad y la mortalidad por eventos centinela relacionados con el incremento diario de 10 ug/m³ en la concentración de PM₁₀, PM_{2.5} y O₃ en municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá durante el periodo 2008-2016.

La presente investigación, contribuye al establecimiento de evidencia científica, la cual servirá de base para la toma de decisiones informadas que contribuyan al fortalecimiento de políticas públicas, planes, programas y proyectos tendientes al mejoramiento de las condiciones ambientales en la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana. Por lo tanto, en el presente informe se dan a conocer los principales hallazgos entre la relación de la contaminación del aire y la salud; para ello, se realizó un análisis estadístico bivariado y multivariado utilizando los Modelos Aditivos Generalizados (GAM), a partir de los datos recolectados de las concentraciones de los contaminantes y los eventos centinela identificados previamente (Capítulo I).





1. OBJETIVOS

1.1 General

Establecer la asociación entre la morbilidad y la mortalidad por eventos centinela relacionados con el incremento diario de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración de PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ y O_3 en municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá durante el periodo 2008-2016.

1.2 Específicos

- Establecer la correlación entre distintas variables de contaminación que tienen relación con eventos en salud.
- Modelar la correlación entre variables ambientales y eventos centinela según edad y género.

2. METODOLOGIA

2.1 Diseño del estudio

Se realizó un estudio ecológico de series de tiempo, éste es uno de los diseños de estudio menos complejos y que con mayor frecuencia se emplean en la determinación de la situación de salud de una población. Su unidad de observación son los grupos o poblaciones, más que los individuos por separado, en diferentes áreas geográficas o diferentes períodos de tiempo en una misma área, a partir de las cuales se comparan las frecuencias de enfermedad y algunas otras características del grupo (98).

El estudio de la situación en salud en el contexto ambiental es; sin embargo, la justificación principal para usar este tipo de enfoque, dado que es más importante la medición a nivel de los grupos que la individual, en el nivel grupal las dimensiones de contexto o integrales son únicas y no pueden ser explicadas en el ámbito individual, así mismo este enfoque permite el diseño y evaluación de propuestas de intervención que inciden sobre la salud de las poblaciones más que sobre la salud de individuos específicos.

El presente informe expone el análisis bivariado y multivariado, a partir de los datos recolectados de las concentraciones de los contaminantes (Ver informe de análisis de tendencia, componente 1) y los eventos centinela identificados previamente (Capítulo I).





2.2 Población de estudio

El Valle de Aburrá tiene una extensión de 1.152 Km², de estos, 340 Km² corresponden a suelo urbano y 812 Km² son de suelo rural (10). La población total de los diez municipios que componen el AMVA de acuerdo a las proyecciones realizadas para 2017 es de 3.866.165 habitantes (**Tabla 142**).





Tabla 142. Población AMVA proyectada por el DANE para el año 2017

Municipio	n	%
Medellín	2.508.452	64,9
Bello	473.423	12,2
Itagüí	273.927	7,1
Envigado	232.903	6,0
Caldas	79.652	2,1
Copacabana	71.885	1,9
La Estrella	64.315	1,7
Girardota	56.755	1,5
Sabaneta	53.236	1,4
Barbosa	51.617	1,3
AMVA	3.866.165	100

Fuente: Dane, Censo General 2005

Según proyecciones, el Valle de Aburrá tendrá en 2030 un número cercano a los 4.300.000 habitantes, lo cual generará que la población demande retos grandes para las administraciones venideras. Por grupos etarios la población, puede agregarse en tres grupos claramente diferenciados: en el caso de los hombres, 61,4% de ellos se ubica entre los cero y 34 años, un 24% entre 35 y 54, y 13,89% se ubica por encima de los 55 años; para el caso de las mujeres, estos porcentajes son de 57,75%, 26,11% y 16,14% respectivamente(10).

Los datos presentados anteriormente, permiten dimensionar el posible número de población expuesta a la contaminación del aire, por lo tanto, en este estudio se compararon los datos de la población residente en los diez municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá considerada como expuestas a distintos niveles de contaminación. La información utilizada hace referencia a las mediciones de concentraciones de los contaminantes, los registros de morbilidad y mortalidad.





2.3 Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo constituida por cada registro que contiene datos de mediciones diarias de concentración de contaminantes y condiciones meteorológicas, así como datos de morbilidad y mortalidad que comparten la misma fecha de ocurrencia y cuyo diagnóstico principal hace parte del listado de eventos centinela²⁸ relacionados con la contaminación atmosférica.

2.3.1 Fuentes de información

A continuación se especifican las fuentes de información bajo las cuales se obtuvieron los datos de morbilidad, mortalidad y los correspondientes a los contaminantes y condiciones meteorológicas, provenientes de la red de monitoreo del AMVA e IDEAM.

a. Atenciones en servicios de salud

Se utilizó la base de datos de casos diarios observados de eventos centinela de morbilidad en el periodo 2008-16 en los municipios del AMVA. Esta base de datos consigna los casos de eventos centinela distinguidos en eventos relacionados con enfermedades respiratorias agudas, enfermedades circulatorias y otras enfermedades. Los casos fueron identificados en los Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud (RIPS), el proceso de identificación de dichos casos se especifica en el informe de morbimortalidad por eventos centinela relacionada con la contaminación atmosférica (ver apartado de Identificación de casos de eventos centinela de morbilidad, capítulo I.)

b. Registros de defunciones

Se utilizó la base de datos de defunciones diarias por eventos centinela de mortalidad ocurrida en el periodo 2008-15 en los municipios del AMVA. Ésta fue construida mediante consulta OLAP (procesamiento analítico en línea / On-Line Analytical Processing) efectuada al cubo de estadísticas vitales del Sistema Integral de Información de la Protección Social (SISPRO). En un modelo de datos OLAP la información es visualizada como un cubo, el cual se compone de categorías descriptivas (dimensiones) y valores cuantitativos (medidas). Este modelo de datos multidimensional simplifica a los usuarios formular consultas complejas, arreglar datos en un reporte, cambiar de datos resumidos a uno más detallado, o filtrar los datos en conjuntos significativos (Ministerio de salud y la protección social SIPRO(11)

²⁸ La descripción del proceso de definición de los eventos centinela de morbilidad y mortalidad está consignada en el capítulo 1 de morbimortalidad por eventos centinela relacionada con la contaminación atmosférica.





c. Concentraciones de contaminantes y datos meteorológicos

Se utilizaron los registros de mediciones de contaminantes y variables meteorológicas disponibles en el Sistema Inteligente de Información para el manejo de la Calidad del Aire en el Valle de Aburrá. Dichas consultas fueron descargadas en formato delimitado por coma (.csv), considerando cada municipio y estación que registró la medición.

Las informaciones de concentraciones diarias de los tres contaminantes de interés (PM_{10} , $PM_{2.5}$ y O_3), fueron objeto de imputaciones de valores faltantes y ensamblajes de las mediciones de los contaminantes en las diferentes torres medidoras de cada municipio. Para cada uno de ellos se obtuvo una única medición, con lo cual se supuso que la población respectiva se encontraba igualmente expuesta a dichos contaminantes.

Si se desea obtener mayor ampliación de la información sobre las fuentes de información de los contaminantes, sus mediciones así como la construcción de las series, se sugiere ver el informe de análisis de tendencia (componente 1).

2.4 Variables analizadas

A continuación se presentan las variables que fueron analizadas durante el periodo de estudio, éstas se han dividido en las relacionadas al proceso de atención en salud, las de tipo ambiental y por último aquellas covariables que debían tenerse en cuenta en el momento de analizar la asociación entre la contaminación y los eventos centinela.

2.4.1 Variables de atención en salud y defunciones

En cuanto a la morbilidad, se utilizaron los datos de las variables que describían las características sociodemográficas y de identificación personal, y aquellas relacionadas con la atención en salud de los pacientes. Los archivos RIPS, donde se encontraban éstas variables eran : usuario, consulta externa, urgencias y hospitalización (US-AU-AC-AH) (Ver Anexo 1: Operacionalización de variables de RIPS de archivos seleccionados para el análisis). Para la mortalidad, teniendo en cuenta la visualización de los datos en el cubo de estadísticas vitales del SISPRO, las variables consideradas fueron: fecha de defunción (día/mes/año), sexo y edad del difunto, municipio de residencia y causa básica de muerte (Ver anexo 2 : operacionalización de variables de mortalidad seleccionadas para el análisis).

2.4.2 Variables ambientales

En el caso de las características ambientales, para cada municipio se utilizaron las variables asociadas con las mediciones diarias de concentración de los contaminantes objeto de estudio (material particulado menor a 10 y 2.5 micrómetros, y Ozono) y las relacionadas con las condiciones meteorológicas tales como precipitación (mm), humedad relativa (%) y temperatura (°C).





2.4.3 Otras variables

Otros factores utilizados fueron el día de la semana; día festivo, definido según el calendario colombiano en el periodo 2008-16; día de feria municipal tradicional, definido para cada municipio según decreto local (Ver Anexo 3: operacionalización de co-variables definidas para análisis epidemiológicos); y día con presencia de brotes de influenza, cuyos valores se obtuvieron mediante la construcción del canal endémico de Influenza para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y posterior valoración de los casos diarios de influenza contra la presencia o no de brote (Ver Anexo 4: corredor endémico de Influenza para identificación de días con presencia de brote, Área Metropolitana del Valle de Aburrá)

2.5 Procesamiento de los datos

Como paso preliminar para generar los análisis epidemiológicos, se realizó la construcción de la base de datos relacional que integró los datos de mediciones de concentraciones de contaminantes, condiciones meteorológicas y casos de eventos centinela de morbilidad y mortalidad. El proceso de integración de datos se diseñó e implementó conforme a la metodología de minería de datos adoptada en el proyecto, en su fase preliminar de preparación de los datos (Data preparation) (12) **(Figura 84)**.

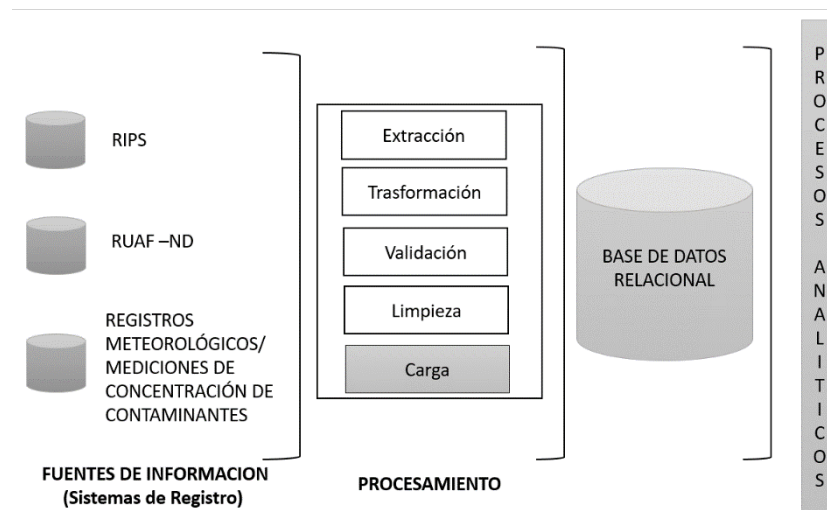


Figura 86. Procesamiento de los datos en su fase de Carga e Integración. Proceso ETL

Fuente: adaptado de Gallardo Arancibia, J. (2009). Metodología para el desarrollo de proyectos en Minería de Datos CRISP-DM

Inicialmente, se efectuó la carga de los datos a la base de datos según fuente de información específica. En el caso de las variables que median características del aire, se diseñó e implementó un Modelo de Entidad-Relación (E-R) que permitió integrar, inicialmente, todas las mediciones de concentraciones según contaminante y estación. Dicho modelo incluyó, para cada contaminante, todas las mediciones disponibles por municipio. Así mismo, según la disponibilidad de datos en cada estación, en el modelo de E-R se





incluyeron los datos relacionados con variables meteorológicas (tales como: dirección del viento, humedad relativa, precipitación, presión atmosférica, radiación solar, temperatura y velocidad del viento), de manera que fue posible la generación de consultas que integraron, por estación, cada medición de concentración con sus variables meteorológicas asociadas en un momento dado del tiempo.

Por otro lado, se diseñó e implementó un Modelo de E-R que permitió integrar los datos relacionados con los casos observados de eventos centinela de morbilidad identificados para cada municipio en el periodo 2008-16. Procedimiento similar fue efectuado para integrar los registros de muertes por eventos centinela ocurridas en cada municipio durante el periodo 2008-15 (Ver anexo 5: Modelos Entidad-Relación de base de datos del proyecto)

2.6 Posibles sesgos y formas de control

2.6.1 Sesgos de selección

Con el propósito de evitar una selección errada de los caso de eventos centinela de Morbilidad, se definió como unidad de análisis cada individuo, identificado con el tipo y número de identificación personal. Dado que el principio ineludible para la selección de los casos fue la identificación de cada persona y su seguimiento durante el periodo de estudio (2008-15), no se consideraron los casos que estaban asociados a registros de atenciones cuyo tipo de documento era MS (menor sin identificación) o AS (adulto sin identificación). Además, considerando que un paciente podía ser atendido en los tres servicios (consulta externa, urgencias y hospitalización) durante una misma consulta y que el sistema de registro está configurado para guardar datos de todos los servicios recibidos por él, fue necesario tener en cuenta las posibles remisiones durante el proceso de atención para evitar la sobre-estimación de los casos. Adicionalmente, debido a la naturaleza aguda de estos eventos, se distinguió entre "caso" y "evento" de un evento centinela en particular. Así, asumiendo como ventana temporal de análisis, aquella definida por los periodos de transmisibilidad de cada evento centinela, se definió como "caso" al primer registro observado asociado a un individuo (unidad de análisis) y como "evento", a todos los registros observados posteriores cuya fecha de ocurrencia estuviera dentro del periodo de transmisibilidad (Ver apartado de Identificación de casos de eventos centinela de morbilidad, capítulo I).

2.6.2 Sesgos de información

Es importante considerar que los registros de datos generados durante las atenciones en salud son susceptibles de poseer problemas de calidad, principalmente aquellos generados durante los procesos de registro y carga en los repositorios disponibles; por lo tanto, para intentar evitar que dichos problemas influyeran en los procesos analíticos de estudio, se realizó la evaluación de los criterios de calidad de los datos de morbilidad, particularmente, se valoraron las dimensiones de totalidad, fiabilidad y contenido. Posteriormente, se efectuó la homologación o estandarización de los datos a la luz de las categorías descritas en la normatividad relacionada con los RIPS (ver apartado de Valoración de la calidad de los datos, Informe descriptivo-Capítulo I).





Por otro lado, y teniendo en cuenta que los registros de mortalidad son propensos a presentar problemas de subregistro, y por ende, una subestimación de la magnitud de la mortalidad, se realizó el ajuste por sub-registro a las muertes ocurridas por eventos centinela en municipios del AMVA durante el periodo de estudio. Se utilizó el método de Preston-Coale, técnica que estima el sub-registro con base en las defunciones de un año y la tasa de crecimiento poblacional (Ver apartado de Ajuste por sub-registro, 1 capítulo I).

2.7 Análisis de la información

Este apartado está orientado en explicar la metodología para la determinación de las asociaciones entre la variación diaria de cada uno de los contaminantes, PM_{10} , $PM_{2.5}$ y O_3 en $\mu g/m^3$ (exposiciones de interés), variables meteorológicas y factores, de manera independiente, con los casos de enfermedad y muerte por eventos centinela específicos. En este caso, se estudió si las variaciones diarias en la concentración de cada contaminante en cada municipio del AMVA, se asociaron a incrementos en el conteo diario de consultas por los eventos centinela (o muertes por los mismos) independiente de variables confusoras tales como la humedad relativa, la temperatura, la precipitación, el día de la semana, si fue o no día festivo, si fue o no día feriado y si se presentó o no brote de influenza.

Inicialmente, la revisión del estado del arte de los estudios que relacionaban la contaminación atmosférica con eventos en salud, permitió la elección de los eventos centinela a modelar como desenlace de interés, tanto para los relacionados con la morbilidad como los relacionados con la mortalidad. También, dicha revisión, fue insumo para la elección de las co-variables, las variables continuas, los factores, las variables categóricas, que permitieron explicar su efecto sobre el desenlace de interés.

Esta revisión permitió que tanto para los desenlaces de morbilidad y mortalidad se consideraran las siguientes co-variables y factores: PM_{10} en $\mu g/m^3$, $PM_{2.5}$ en $\mu g/m^3$ y O_3 en $\mu g/m^3$, humedad relativa en %, la temperatura en grados centígrados ($^{\circ}C$) y la precipitación en milímetros(mm), día de la semana (domingo, lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado), si el día era festivo, si era feriado y si se presentó brote de influenza; cabe aclarar que los modelos se construyeron para cada contaminante como co-variable rezagada en cada municipio.

2.7.1 Análisis bivariado

Se calcularon los estadísticos descriptivos para el desenlace y la co-variables en cada uno de los factores o variables categóricas utilizando la media y la desviación estándar, valorándose luego la existencia de diferencias estadísticas mediante el análisis de la varianza de una vía (o su equivalente no paramétrico Anova de Kruskal Wallis) y la prueba t para diferencia de promedios (o su equivalente no paramétrica prueba de Mann Whitney), dependiendo del cumplimiento de normalidad del desenlace en cada una de las categorías de los factores (Prueba de Kolmogorov Smirnov con corrección de Lilliefors o la prueba de Shapiro Wilk, dependiendo del número de datos en cada categoría).





2.7.2 Modelos aditivos generalizados (GAM)

Inicialmente se calcularon los estadísticos descriptivos para el desenlace y la covariables en cada uno de los factores o variables categóricas utilizando la media y la desviación estándar, valorándose luego la existencia de diferencias estadísticas mediante el análisis de la varianza de una vía (o su equivalente no paramétrico Anova de Kruskal Wallis) y la prueba t para diferencia de promedios (o su equivalente no paramétrica prueba de Mann Whitney), dependiendo del cumplimiento de normalidad del desenlace en cada una de las categorías de los factores (Prueba de Kolmogorov Smirnov con corrección de Lilliefors o la prueba de Shapiro Wilk, dependiendo del número de datos en cada categoría).

Se construyeron GAM con función de enlace Poisson para cada uno de los municipios que constituyen el AMVA, para cada evento centinela elegido discriminando entre la población total, hombres y mujeres, pertenecientes a los grupos etarios: menores de 5 años, entre 5-14 años, entre 45-64 años, menores de 65 años, y de 65 y más años. En el ajuste del modelo se incluyeron una a una las co-variables y factores a saber, temperatura, humedad relativa, precipitación, día de la semana, día festivo, día feriado, y aparición de brote de influenza, con diferentes grados de libertad para evaluar el aporte de cada una de ellas a la explicación del modelo. Posteriormente se descartaron aquellas variables que el modelo consideraba poco significativas para la explicación del desenlace.

Los modelos explicativos definitivos se eligieron utilizando el criterio de información de Akaike, el cual sugiere que se elija aquel cuya puntuación sea más baja. Dado el análisis previo del comportamiento del desenlace con cada una de las co-variables y de la opinión de expertos, se decidió rezagar la exposición de interés (el valor de los contaminantes) hasta 3 o 15 días después de ocurrida la exposición, cuando el desenlace fueron los casos de enfermedad, y hasta 3 o 7 días después de ocurrida la exposición cuando fueron las muertes.

Luego de analizar el poder explicativo de las co-variables y factores sobre el número de casos/muertes por la enfermedad en cuestión, se incluyó al final el contaminante en el modelo. Dado que el efecto del contaminante sobre el riesgo puede ocurrir en el día concurrente y hasta 15 días después de haberse presentado el cambio, la estimación de este riesgo se hizo teniendo en cuenta la técnica de rezagos distribuidos, es decir, el número acumulado de días de rezago.

Así, en las situaciones que lo exigieron, las co-variables se ajustaron con curvas de suavización *thin plate regression spline* con el fin de modelar su comportamiento, donde el grado de alisamiento es estimado como parte del ajuste del modelo, con diferentes grados de libertad, los cuales se determinan para cada co-variable de acuerdo a su comportamiento y mejor ajuste y cuyos valores predichos se emplean para la estimación del número de casos del desenlace en el modelo. De acuerdo con Wood(13), una aproximación numérica del *spline* es el *edf* (*estimated degrees of freedom*), el cual se relaciona al grado de alisamiento, y puede ser considerado un indicador o *score* de no-linealidad del efecto(14).

El incremento o disminución del riesgo se interpretó como un porcentaje exponenciando los coeficientes de las variables que hacían parte de estructura paramétrica de los modelos. Es importante tener en cuenta que las variables que hacen parte de la estructura no paramétrica de los GAM, las co-variables suavizadas, no se interpretan porque no se devuelven los valores de los parámetros (aunque sí lo son las pruebas de significación de cada término).





Previo a la decisión de elección de los mejores modelos, se construyeron gráficos para observar las estructuras de tendencias de las variables en estudio, mediante alisamiento *thin plate regression spline* con el fin de destacar la forma en que se comporta el desenlace. Se utilizaron gráficos para visualizar la calidad de estimación del suavizamiento con los intervalos de confianza del 95% (líneas segmentadas) según la temperatura, la humedad relativa y la precipitación, cuando ellas fueren significativas. En cada gráfico, en la ordenada va la co-variable suavizada con sus respectivos grados de libertad estimados mediante el GAM que refiere la estimación del *spline* en cada variable. Para conocer la capacidad explicativa de cada modelo se hizo uso del coeficiente de determinación de McFadell- R^2 ajustado por las variables en el modelo y la *deviance explained*.

2.7 Software utilizados

Para el análisis de datos se utilizaron los paquetes estadísticos R versión 3.4.4 (The R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria; <http://www.r-project.org>) y SPSS v. 2.4. El proceso de construcción de los GAM se realizó mediante el paquete mgcv de R. El procesador de texto fue Microsoft office Word 2015 y las tablas y gráficos fueron editadas en Microsoft office Excel 2015. Los softwares comerciales contaron con licencia para uso general de la Universidad de Antioquia.

La captación y almacenamiento de los datos; así como la implementación de los modelos de E-R se realizó utilizando el software PostgreSQL 9.6.2. Éste es un sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos y publicado bajo la licencia PostgreSQL (100). Para realizar la representación del modelo de E-R se utilizó el software LucidChart. Ambos softwares contaron con licencia de libre acceso.

2.8 Consideraciones éticas

La investigación se presentó al Comité de Ética de la Investigación de la Facultad Nacional de Salud Pública, que avaló el proyecto, catalogándolo como *sin riesgo* según la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y no requería consentimiento informado.

Adicionalmente el estudio aseguró a través de diferentes acuerdos de confidencialidad, el compromiso de mantener los datos entregados bajo reserva, Refiriéndose principalmente a los datos de los Registros de Prestación de Servicios-RIPS, que reposan en los archivos de usuario de los servicios de salud, de consulta, de procedimientos, de hospitalización, de urgencias, de recién nacidos, de medicamentos, y las fichas clínico epidemiológicas de infección respiratoria aguda (IRA) del Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SIVIGILA) de los municipios del área metropolitana.





3 RESULTADOS

En la presente sesión se exponen los resultados por cada uno de los municipios de constituyen el AMVA, partiendo del análisis bivariado y GAM (Modelos Aditivos Generalizados) tanto para la morbilidad como mortalidad.

3.1 Morbilidad asociada a eventos centinela por los contaminantes PM_{10} , $PM_{2.5}$ y O_3

Para el caso de los GAM, en todos los modelos explicativos que se exponen, para cada municipio, las variables consideradas para su construcción fueron: los niveles de precipitación en ml, la temperatura en grados centígrados, la humedad relativa en %, el día de la semana, si el día era o no festivo, si el día era o no feriado, si hubo o no alguna presencia de un brote de influenza. Se procedió, tal como se indicó en la metodología a construir el “mejor” modelo explicativo que diera cuenta de la asociación del número de casos del evento en cuestión con las covariables y/o factores. Para todos los modelos, el cálculo de la estimación del riesgo se hizo por medio de la técnica de los rezagos distribuidos y considerando quince días de rezago. Se valoró, en todos los modelos, la significación de los términos suavizados para las variables atmosféricas con el fin de sustentar la relación lineal o no lineal con el evento de interés. En todos los análisis se enfatizó en la interpretación de indicador de rezagos distribuidos del contaminante, por ser la exposición de interés, ajustado por la demás variables que tuvieron algún efecto sobre el desenlace, el número de casos del evento centinela en cuestión. Se presenta, para cada municipio, el o los GAM que cumplieron con los requerimientos mínimos para ser considerados como explicativos.

3.1.1 Municipio de Barbosa

a. Análisis Bivariado

Menores de 5 años con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 10.122 casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años, habitantes del municipio de Barbosa, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio





fue de 2,6 (D.E=2,9) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, este fue mayor el martes con diferencias estadísticas con respecto a los promedios de los días restantes. El promedio de contaminante PM₁₀ en µg/m³ en el periodo de estudio fue de 34,7 µg/m³ (D.E= 12,0); con respecto al ozono, el promedio diario fue de 55,2 µg/m³ (D.E=14,2), ambos sin presentar diferencias estadísticas (p=0,000) con relación a los días de la semana. Asimismo, no se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas (p>0.05). Cuando el día era festivo, los promedios del número de casos y de PM₁₀ fueron menores a diferencia de cuando no lo era, contrario a la humedad relativa; no se presentaron diferencias marcadas para el ozono, la precipitación y la temperatura. Respecto a la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de precipitación y humedad relativa, fueron mayores cuando aquel no se había reportado, en contraste con los promedios de temperatura, los cuales presentaron un promedio mayor en días con brote de influenza, presentando todos diferencias estadísticas, exceptuando los promedios de número de casos, PM₁₀ y O₃. Finalmente, en relación al día feriado, los promedios de PM₁₀, O₃ y temperatura, fueron menores con relación a si no lo era, contrario a la humedad relativa; no se presentaron diferencias marcadas para el número de casos y la precipitación(Tabla 143).

Tabla 143. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Municipio de Barbosa, 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana							
Domingo	Media	2,0	34,9	57,4	5,3	75,1	21,9
	D,E	3,9	12,2	16,0	9,8	5,2	1,0
Lunes	Media	2,7	34,0	53,6	5,4	74,6	21,9
	D,E	2,3	11,2	13,4	10,0	6,1	1,1
Martes	Media	3,0	33,9	54,2	5,8	74,8	21,9
	D,E	2,0	11,5	13,1	10,2	6,2	1,0
Miércoles	Media	2,8	34,6	53,6	5,0	75,4	21,8
	D,E	3,1	12,0	14,0	9,0	5,8	1,1
Jueves	Media	2,6	35,0	55,6	4,9	75,5	21,7
	D,E	2,3	12,1	13,4	9,3	5,6	1,0
Viernes	Media	2,7	35,7	56,6	5,2	74,6	21,7
	D,E	3,5	12,3	13,8	9,5	6,1	1,1
Sábado	Media	2,3	34,9	56,9	4,8	75,1	21,8
	D,E	3,1	12,5	16,7	8,6	5,8	1,1
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,228	0,065	0,773	0,865	0,326
Día festivo							
No	Media	2,7	34,8	55,2	5,2	75,0	21,8
	D,E	2,9	12,0	14,3	9,5	5,9	1,1





Si	Media	1,7	31,9	56,0	5,3	77,3	21,8
	D,E	1,2	10,7	11,3	10,1	4,4	0,9
Valor p U Mann-Whitney		0,000	0,012	0,629	0,669	0,035	0,866
Brote de Influenza							
No	Media	2,5	31,9	55,3	4,7	75,3	21,8
	D,E	3,8	10,3	14,5	9,2	5,9	1,0
Si	Media	3,0	33,2	54,4	3,4	73,7	22,1
	D,E	5,7	9,9	12,7	9,3	5,7	1,1
Valor p U Mann-Whitney		0,653	0,102	0,647	0,001	0,000	0,002
Día Feriado							
No	Media	2,6	34,8	55,4	5,2	74,9	21,8
	D,E	2,9	12,0	14,2	9,5	5,9	1,1
Si	Media	2,2	31,3	48,2	3,8	78,8	21,2
	D,E	1,3	8,2	12,9	7,3	3,8	1,0
Valor p U Mann-Whitney		0,272	0,032	0,014	0,177	0,001	0,000
Total	Media	2,6	34,7	55,2	5,2	75,0	21,8
	D,E	2,9	12,0	14,2	9,5	5,9	1,1

No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad respiratoria y los niveles de ozono, precipitación y temperatura. Se encontró una correlación inversa y significativa del desenlace con la humedad relativa y directa con los niveles de PM₁₀, lo que indica que a medida que aumenta la humedad relativa, disminuye el número de casos situación contraria a la presentada cuando se consideran los niveles de PM₁₀, cuya correlación es directa. Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de PM₁₀ con humedad relativa y precipitación, y positiva con la temperatura; ozono con humedad relativa y precipitación; y humedad relativa y precipitación, con temperatura. Nótese que la mayor correlación significativa, se presentó entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (Tabla 144)

Tabla 144. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, menores de 5 años, municipio de Barbosa. 2008-2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	3.676	0,11	0,000
Número de casos vs Ozono	1.232	0,04	0,141
Número de casos vs Humedad Relativa	1.228	-0,06	0,042
Número de casos vs Precipitación	3.854	0,02	0,153
Número de casos vs Temperatura	1.228	0,01	0,649
PM ₁₀ vs Ozono	1.232	0,24	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	1.228	-0,3	0,000
PM ₁₀ vs Precipitación	3.676	-0,13	0,000
PM ₁₀ vs Temperatura	1.228	0,15	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	1.228	-0,39	0,000
Ozono vs Precipitación	1.232	-0,13	0,000
Ozono vs Temperatura	1.228	0,32	0,000





Humedad Relativa vs Precipitación	1.228	0,19	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	1.228	-0,8	0,000
Precipitación vs Temperatura	1.228	-0,14	0,000

Mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 1.847 casos de enfermedad respiratoria en las mujeres de 65 años o más, habitantes del municipio de Barbosa, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,6 (D.E=1,3) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, estos fueron mayor los días lunes y jueves con diferencias estadísticas respecto a los promedios de los días restantes. El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 35,5 µg/m³ (D.E= 12,2); con respecto al ozono, el promedio diario fue de 55,5 µg/m³ (D.E=13,7), ambos sin presentar diferencias estadísticas (p=0,000) con relación a los días de la semana. Asimismo, no se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana. Cuando el día era festivo, sólo se presentaron diferencias estadísticas para los promedios del número de casos, los cuales fueron menores cuando no se presentaba tal día. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de precipitación, fueron mayores cuando aquel no se había reportado, en contraste con los promedios de temperatura, los cuales presentaron un promedio mayor en días con brote de influenza, ambas presentando diferencias estadísticas. Finalmente, con relación al día feriado, sólo se presentaron diferencias significativas para los promedios de número de casos, los cuales fueron mayores con la presencia de día feriado (**Tabla 145**)

Tabla 145. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para mujeres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Municipio de Barbosa, 2008-2015.

Variables	Casos	PM ₁₀	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	
Día de la semana							
Domingo	Media	1,6	35,4	56,2	6,2	75,0	21,8
	D.E	2,0	10,6	11,1	11,1	5,2	1,3
Lunes	Media	1,7	33,9	53,5	5,2	74,6	21,9
	D.E	1,2	11,3	13,9	10,4	6,0	1,0
Martes	Media	1,6	34,6	55,1	5,3	75,2	21,6
	D.E	1,2	11,6	13,6	9,3	6,4	1,0
Miércoles	Media	1,5	35,8	55,1	5,2	74,6	21,8
	D.E	1,5	13,2	14,0	8,9	5,4	1,1
Jueves	Media	1,7	34,6	56,6	4,9	74,9	21,8
	D.E	1,3	12,0	12,2	9,8	6,0	1,1
Viernes	Media	1,6	35,8	55,0	4,4	74,6	21,7
	D.E	1,1	11,7	12,5	7,4	6,7	1,2
Sábado	Media	1,5	37,1	58,2	4,3	76,2	21,6





	D.E	1,3	13,7	18,1	7,4	4,9	1,1
Valor p ANOVA K-W		0.008	0,370	0,689	0,856	0,918	0,914*
Día festivo							
No	Media	1,6	35,3	55,6	4,9	75,0	21,8
	D.E	1,3	12,2	13,7	9,0	5,9	1,1
Si	Media	1,1	31,1	51,4	8,4	76,0	21,2
	D.E	0,3	10,2	3,2	13,9	12,3	2,0
Valor p U Mann-Whitney		0.030	0,157	0,611	0,740	0,643	0,514
Brote de Influenza							
No	Media	1,7	32,4	55,8	4,9	75,2	21,7
	D.E	1,6	10,4	13,9	9,2	6,0	1,1
Si	Media	2,0	33,8	53,7	3,0	73,9	22,0
	D.E	2,7	9,9	12,5	10,4	5,8	1,2
Valor p U Mann-Whitney		0.167	0,301	0,345	0,021	0,146	0,043*
Día Feriado							
No	Media	1,6	35,3	55,6	5,0	74,9	21,8
	D.E	1,3	12,3	13,6	9,1	5,9	1,1
Si	Media	1,9	33,3	51,6	4,7	77,9	21,5
	D.E	1,1	8,6	19,4	8,0	6,0	1,4
Valor p U Mann-Whitney		0.037	0,580	0,681	0,923	0,312	0,596*
Total	Media	1,6	35,2	55,5	5,0	75,0	21,7
	D.E	1,3	12,2	13,7	9,1	6,0	1,1

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las demás variables evaluadas. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM₁₀ con humedad relativa y precipitación; O₃ con precipitación y humedad relativa; humedad relativa con temperatura; y precipitación con temperatura. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 146**).

Tabla 146. Correlación por pares de las co-variables consideradas para las mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria, municipio de Barbosa. 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	1.122	0	0,961
Número de casos vs Ozono	365	-0,04	0,483
Número de casos vs Humedad Relativa	363	0,02	0,665
Número de casos vs Precipitación	1.155	-0,01	0,861
Número de casos vs Temperatura	363	0,01	0,838
PM ₁₀ vs Ozono	365	0,25	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	363	-0,29	0,000
PM ₁₀ vs Precipitación	1.122	-0,14	0,000
PM ₁₀ vs Temperatura	363	0,15	0,005
Ozono vs Humedad Relativa	363	-0,45	0,000





Ozono vs Precipitación	365	-0,19	0,000
Ozono vs Temperatura	363	0,36	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	363	0,26	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	363	-0,81	0,000
Precipitación vs Temperatura	363	-0,21	0,000





Hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 1.119 casos de enfermedad circulatoria en los hombres de 65 años o más, habitantes del municipio de Barbosa, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,4 (D.E=1,0) casos por día, respecto al día de la semana, día festivo, feriado y ocurrencia de brote de influenza, no se presentaron diferencias significativas. El promedio de contaminante PM₁₀, en el periodo de estudio fue de 34,7 µg/m³ (D.E= 12,2); con respecto al ozono, el promedio diario fue de 55,6 µg/m³ (D.E=14,5), ambas, sin presentar diferencias significativas entre los días de la semana. A pesar de presentarse algunas diferencias en los promedios de la precipitación, la humedad relativa y la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas (p>0.05). Cuando se evalúan las otras covariables, como si el día fuera festivo, feriado o si se presentó algún brote de influenza, no se presentaron diferencias estadísticas para el número de casos y las variables ambientales evaluadas (Tabla 147).

Tabla 147. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para hombres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Municipio de Barbosa, 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana							
Domingo	Media	1,3	31,5	52,6	5,3	75,9	21,9
	D.E	0,9	10,2	13,3	9,5	4,4	0,9
Lunes	Media	1,4	33,0	54,3	4,5	75,3	21,9
	D.E	1,1	10,9	13,8	8,2	5,8	1,0
Martes	Media	1,4	35,3	53,8	5,9	74,9	21,9
	D.E	0,7	12,6	11,9	11,0	6,0	1,1
Miércoles	Media	1,3	34,7	55,1	5,1	75,9	21,7
	D.E	0,9	13,7	15,0	9,4	4,8	1,0
Jueves	Media	1,4	35,1	56,4	4,5	75,6	21,6
	D.E	0,9	12,0	15,3	9,0	5,3	1,0
Viernes	Media	1,5	36,1	57,8	4,0	74,0	21,8
	D.E	1,3	11,9	11,7	8,0	6,7	1,1
Sábado	Media	1,4	35,2	59,3	4,6	74,4	21,7
	D.E	1,3	12,2	19,7	7,3	6,1	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,409	0,214	0,367	0,464	0,908	0,827*
Día festivo							
No	Media	1,4	34,7	55,6	4,8	75,1	21,8
	D.E	1,0	12,2	14,5	9,1	5,7	1,0
Si	Media	1,2	32,5	56,3	4,6	75,1	21,8
	D.E	0,4	10,3	7,0	9,2	5,4	0,4
Valor p U Mann-		0,349	0,499	0,841	0,507	0,929	0,993





Whitney

Brote de Influenza							
No	Media	1,5	32,5	55,7	4,1	75,1	21,7
	D.E	1,4	10,4	14,2	7,8	5,8	1,0
Si	Media	1,4	32,4	55,1	2,9	75,4	21,9
	D.E	1,7	11,0	15,9	9,2	5,0	1,1
Valor p U Mann-Whitney		0,116	0,710	0,779*	0,232	0,945	0,612*
Día Feriado							
No	Media	1,4	34,7	55,6	4,8	75,1	21,8
	D.E	1,0	12,2	14,5	9,1	5,6	1,0
Si	Media	1,4	33,2	61,2	4,1	77,4	21,5
	D.E	0,7	7,7	12,7	9,2	6,4	1,1
Valor p U Mann-Whitney		0,840	0,928	0,441	0,316	0,517	0,699
Total	Media	1,4	34,7	55,6	4,8	75,1	21,8
	D.E	1,0	12,2	14,5	9,0	5,6	1,0

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y los niveles de PM₁₀, la humedad relativa, la precipitación y la temperatura; y PM₁₀ con temperatura.

Existe una correlación inversa, estadísticamente significativa, entre el número de casos y el ozono; lo que indica que a medida que aumentan los niveles de O₃, disminuye el número de casos. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM₁₀, la humedad relativa y la precipitación; el O₃ con la humedad relativa y la precipitación; la humedad relativa con la temperatura, y la precipitación con temperatura. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 148**).

Tabla 148. Correlación por pares de las covariables consideradas para los hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria, municipio de Barbosa. 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	787	-0,01	0,865
Número de casos vs Ozono	263	-0,05	0,000
Número de casos vs Humedad Relativa	262	-0,02	0,691
Número de casos vs Precipitación	799	0,01	0,778
Número de casos vs Temperatura	262	0,05	0,413
PM ₁₀ vs Ozono	263	0,29	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	262	-0,31	0,000
PM ₁₀ vs Precipitación	787	-0,11	0,002
PM ₁₀ vs Temperatura	262	0,12	0,050
Ozono vs Humedad Relativa	262	-0,35	0,000
Ozono vs Precipitación	263	-0,14	0,019





Ozono vs Temperatura	262	0,2	0,001
Humedad Relativa vs Precipitación	262	0,2	0,001
Humedad Relativa vs Temperatura	262	-0,76	0,000
Precipitación vs Temperatura	262	-0,13	0,041

b. Modelos aditivos generalizados-GAM para los eventos centinela relacionados con la morbilidad.

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés a PM_{10} en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Las variables que mejor explicaron los casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años del municipio de Barbosa fueron: el día de la semana, si el día era o no festivo, si el día era o no feriado, la temperatura en $^{\circ}\text{C}$ y el nivel de precipitación en mm, las cuales ajustaron el valor del contaminante PM_{10} a los quince días de rezago.

Se encontró un incremento significativo en el porcentaje del riesgo por un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} que empezó a evidenciarse a partir del primer día de rezago del contaminante hasta el día quince, donde el riesgo fue de 15%, manteniendo fijas las demás variables, aunque no se encontró un gradiente en el incremento del porcentaje del riesgo de casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años de este municipio. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos acumulados fue de 0,0196563 lo que dio cuenta de un aumento del 21,7% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} en cada quince días a partir del momento de la toma de la medición, manteniendo constantes las demás variables (**Tabla 231**)

Otros aspectos encontrados

Con respecto a los días de rezago, en el día cero se encontró asociación para enfermedades respiratorias e infecciones agudas de las vías respiratorias superiores en hombres entre los 5 a 14 años, éstas mostraron un porcentaje de aumento del número de casos del 12,6% y 8,5% por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} . Para este mismo rezago, en el caso del ozono, se presentaron asociaciones de éste contaminante con enfermedad respiratoria tanto en hombres como en mujeres menores de 5 años y entre 5 a 14, las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores presentaron asociación solo para los hombres menores de 5 años y entre 5 a 14 con un porcentaje de 7,1% y 9,8% respectivamente (**Anexo 6, tabla 1**).

Para el rezago 0-3, se encontró un aumento de 16,7% de los casos de enfermedad respiratoria en hombres de 5 a 14 años por un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} (**Anexo 6, tabla 6**).





3.1.2 Municipio de Bello

a. Análisis bivariado

Menores de 5 años con enfermedad respiratoria

En total se estimaron 35.673 casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años, habitantes del municipio de Bello, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 6,8 (D.E=5,5) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, este fue mayor el martes con diferencias estadísticas respecto a los promedios de los días restantes; cuando se consideró si el día era festivo o feriado, el número promedio de casos de la enfermedad en cuestión fue menor con respecto a que no lo fuera. El promedio de contaminante PM_{10} en el periodo de estudio fue de $48,6 \mu g/m^3$ (D.E=13,1) y por día de la semana fue superior los días viernes y martes, con diferencias estadísticas ($p=0,000$) con relación a los demás días. Con respecto al ozono, el promedio diario fue de $60,3 \mu g/m^3$ (D.E=13,8) siendo mayor el día domingo que los restantes. Aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p>0.05$). Cuando el día era festivo o feriado, los promedios del número de casos y de PM_{10} fueron menores a diferencia de cuando no lo era; no se presentaron diferencias marcadas para el ozono, la precipitación, la humedad relativa y la temperatura con la presencia o no de días festivos o feriados. Respecto a la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios del número de casos, de temperatura y de O_3 , fueron mayores cuando aquel se había reportado, en contraste con los promedios de PM_{10} , precipitación y humedad relativa, los cuales presentaron un promedio mayor en días sin brote de influenza, presentando todas diferencias estadísticas, exceptuando los valores de PM_{10} con relación a si se había reportado o no algún brote de influenza (**Tabla 149**).





Tabla 149. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Municipio de Bello, 2008 – 2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana							
Domingo	Media	4,0	43,8	63,1	5,0	74,9	21,9
	D.E	3,4	11,6	14,1	9,6	5,6	1,1
Lunes	Media	7,4	47,6	58,2	5,9	75,2	21,9
	D.E	5,9	12,6	14,3	10,9	5,9	1,1
Martes	Media	8,1	49,7	59,2	5,1	74,9	21,9
	D.E	6,2	13,5	12,4	9,3	5,9	1,1
Miércoles	Media	8,0	49,1	58,6	5,2	75,2	21,9
	D.E	5,9	13,3	13,6	9,5	5,6	1,1
Jueves	Media	7,3	49,2	60,4	5,0	75,2	21,8
	D.E	5,2	13,1	13,4	9,6	5,4	1,0
Viernes	Media	7,2	50,7	60,9	4,8	75,2	21,7
	D.E	5,4	13,8	14,4	9,2	5,4	1,0
Sábado	Media	5,5	49,2	61,8	5,0	75,1	21,8
	D.E	4,3	12,6	14,1	9,5	5,5	1,1
Valor p ANOVA K-W		0.000	0,000	0,000	0,831	0,970	0,212
Día festivo							
No	Media	7,0	48,8	60,3	5,1	75,0	21,8
	D.E	5,5	13,2	14,0	9,6	5,6	1,1
Si	Media	4,2	42,2	60,5	5,9	76,5	21,7
	D.E	3,5	10,2	11,2	10,3	5,6	1,1
Valor p U Mann-Whitney		0.000	0,000	0,914	0,699	0,010	0,440
Brote de Influenza							
No	Media	8,8	43,0	60,6	4,9	75,3	21,8
	D.E	5,7	10,1	13,8	9,8	5,7	1,0
Si	Media	10,4	44,4	58,4	3,2	74,0	22,1
	D.E	7,0	13,3	13,8	7,6	5,5	1,1
Valor p U Mann-Whitney		0.000	0,275	0,004	0,005	0,000	0,000
Día Feriado							
No	Media	6,8	48,7	60,3	5,1	75,3	21,8
	D.E	5,5	13,2	14,0	9,7	5,5	1,1
Si	Media	6,7	44,7	61,0	4,4	67,9	22,7
	D.E	4,7	8,3	9,6	8,3	6,0	0,8
Valor p U Mann-Whitney		0.772	0,001	0,318	0,583	0,000	0,000
Total	Media	6,8	48,6	60,3	5,1	75,1	21,8
	D.E	5,5	13,1	13,9	9,7	5,6	1,1





No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad respiratoria y los niveles de ozono; obsérvese la correlación inversa y significativa del desenlace con la precipitación y la humedad relativa y directa con la temperatura, lo que indica que a medida que aumenta la humedad relativa o la precipitación, disminuye el número de casos, situación contraria a la presentada cuando se consideró la temperatura, cuya correlación es directa. Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa de PM₁₀ con temperatura, y positiva con ozono y humedad relativa. Nótese que las mayores correlaciones, significativas, fueron las encontradas entre temperatura y humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 150**).

Tabla 150. Correlación por pares de las co-variables consideradas para los enfermos respiratorios menores de 5 años, municipio de Bello. 2008-2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	5073	-0,17	0,000
Número de casos vs Ozono	2200	-0,02	0,006
Número de casos vs Humedad relativa	2293	-0,06	0,001
Número de casos vs Precipitación	5214	-0,05	0,000
Número de casos vs Temperatura	2293	0,1	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	2200	0,09	0,011
PM ₁₀ vs Humedad relativa	2293	0,05	0,066
PM ₁₀ vs Precipitación	5071	0,03	0,013
PM ₁₀ vs Temperatura	2293	-0,05	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	2200	-0,25	0,074
Ozono vs Precipitación	2200	-0,04	0,000
Ozono vs Temperatura	2200	0,16	0,000
Humedad relativa vs Precipitación	2291	0,18	0,000
Humedad relativa vs Temperatura	2293	-0,8	0,000
Precipitación vs Temperatura	2291	-0,14	0,000

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%





Mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 35.071 casos de enfermedad respiratoria en las mujeres de 65 años o más, habitantes del municipio de Bello, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 2,6 (D.E=2,0) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, este fue mayor el jueves con diferencias estadísticas con respecto a los promedios de los días restantes; cuando se consideró si el día era festivo o feriado, el número promedio de casos de la enfermedad en cuestión fue menor con respecto a que no lo fuera. El promedio de contaminante PM₁₀, en el periodo de estudio fue de 48,2 µg/m³ (D.E= 13,2) y por día de la semana fue superior los días martes y viernes, con diferencias estadísticas (p=0,000) con relación a los demás días. Con respecto al ozono, el promedio diario fue de 60,1 µg/m³ (D.E=13,8) siendo mayor el día domingo que los restantes. Aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas (p>0.05). Cuando el día era festivo, los promedios de número de casos y de PM₁₀ fueron menores con relación a si no lo era; no se presentaron diferencias estadísticas para el ozono, la precipitación, la humedad relativa y la temperatura, al comparar la presencia o no de días festivos. Para días feriados los promedios de número de casos y la temperatura fueron mayores, mientras que el PM₁₀ y la humedad relativa presentaron valores más altos para los días no feriados. Las variables ozono y precipitación no presentaron diferencias significativas. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios del número de casos y de temperatura fueron mayores cuando aquel se había reportado, en contraste con los promedios de humedad relativa y precipitación, los cuales presentaron un promedio mayor en días sin brote de influenza, presentando todos diferencias estadísticas, exceptuando los valores de PM₁₀ y O₃ (**Tabla 151**).

Tabla 151. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para mujeres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Municipio de Bello, 2008 a 2015

Variables		Casos	PM ₁₀	Ozono	Humedad relativa	Precipitación	Temperatura
Día de la semana							
Domingo	Media	1,9	43,6	63,5	74,3	4,2	22,1
	D.E	1,3	12,4	13,0	5,7	7,7	1,0
Lunes	Media	2,8	47,0	58,0	75,2	5,6	21,8
	D.E	2,3	13,2	14,4	6,1	10,8	1,1
Martes	Media	2,8	49,2	59,9	74,8	4,5	21,9
	D.E	2,0	13,2	12,7	5,9	8,6	1,1
Miércoles	Media	2,8	48,6	58,4	75,2	5,5	21,8
	D.E	2,0	13,9	13,8	5,6	10,0	1,1
Jueves	Media	2,9	48,4	60,1	75,2	5,0	21,8
	D.E	2,3	12,7	13,7	5,5	9,7	1,0
Viernes	Media	2,7	49,9	60,7	74,9	5,1	21,7
	D.E	1,9	13,1	14,7	5,8	9,8	1,1





Sábado	Media	2,3	48,8	60,8	75,3	5,3	21,8
	D.E	1,7	12,8	13,8	5,7	10,3	1,1
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,050	0,840	0,881	0,225
Día festivo							
No	Media	2,7	48,4	60,1	74,9	5,1	21,9
	D.E	2,0	13,2	13,9	5,7	9,7	1,1
Si	Media	1,8	42,3	60,7	76,6	4,5	21,7
	D.E	1,2	9,8	12,0	5,9	8,5	1,2
Valor p U Mann-Whitney		0,000	0,000	0,871	0,079	0,617	0,623
Brote de Influenza							
No	Media	3,1	43,6	60,4	75,2	4,9	21,8
	D,E	2,2	10,1	13,8	5,8	9,9	1,1
Si	Media	3,7	45,2	58,3	74,1	3,0	22,1
	D,E	2,6	13,8	13,8	5,5	7,5	1,1
Valor p U Mann-Whitney		0,004	0,469	0,082	0,017	0,018	0,002
Día Feriado							
No	Media	2,6	48,3	60,0	75,2	5,1	21,8
	D,E	2,0	13,2	13,9	5,6	9,7	1,1
Si	Media	2,9	42,3	61,6	68,1	4,8	22,7
	D,E	1,5	6,2	10,5	5,9	8,7	0,7
Valor p U Mann-Whitney		0,018	0,002	0,299	0,000	0,824	0,000
Total	Media	2,6	48,2	60,1	75,0	5,1	21,8
	D,E	2,0	13,2	13,8	5,8	9,7	1,1

No se encontró correlación significativa entre los niveles de PM₁₀ y humedad relativa, y entre los niveles de O₃ y humedad relativa. Existe una correlación inversa, estadísticamente significativa, entre el número de casos y todas las variables ambientales, exceptuando la temperatura; lo que indica que a medida que aumentan los niveles de PM₁₀, O₃, el volumen de agua precipitada, y el porcentaje de humedad en la atmósfera, disminuyen el número de casos. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM₁₀ y la temperatura, O₃ con precipitación, humedad relativa con temperatura y precipitación con temperatura. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 152**).





Tabla 152. Correlación por pares de las covariables consideradas para las mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria, del municipio de Bello. 2008 a 2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	1858	-0.08	0.000
Número de casos vs Ozono	949	-0.1	0.002
Número de casos vs Humedad relativa	975	-0.1	0.001
Número de casos vs Precipitación	1924	-0.08	0.000
Número de casos vs Temperatura	975	0.12	0.000
PM ₁₀ vs Ozono	949	0.09	0.024
PM ₁₀ vs Humedad relativa	975	0.07	0.100
PM ₁₀ vs Precipitación	1857	0.04	0.013
PM ₁₀ vs Temperatura	975	-0.08	0.000
Ozono vs Humedad Relativa	949	-0.26	0.155
Ozono vs Precipitación	949	-0.05	0.000
Ozono vs Temperatura	949	0.17	0.000
Humedad relativa vs Precipitación	974	0.17	0.000
Humedad relativa vs Temperatura	975	-0.8	0.000
Precipitación vs Temperatura	974	-0.14	0.000

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Mujeres de 65 años o más con enfermedad circulatoria

En total, se estimaron 1.067 casos de enfermedad circulatoria en las mujeres de 65 años o más, habitantes del municipio de Bello, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,3 (D.E=0,5) casos por día, respecto al día de la semana, día festivo y día feriado, no se presentaron diferencias significativas. El promedio de contaminante PM₁₀, en el periodo de estudio fue de 46,8 µg/m³ (D.E= 13,9) y por día de la semana fue superior el día viernes, con diferencias estadísticas (p=0,000) con relación a los demás días. Con respecto al ozono, el promedio diario fue de 59,6 µg/m³ (D.E=13,9) sin presentar diferencias significativas entre los días de la semana; de igual forma, a pesar de presentarse algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas (p>0.05). Los promedios de PM₁₀ y temperatura fueron mayores para los días festivos, contrario a la humedad relativa; no se presentaron diferencias estadísticas para el número de casos, el ozono y la precipitación, al comparar la presencia o no de días festivos. Para días feriados el promedio de temperatura fue mayor, mientras que los promedios de PM₁₀ y de humedad relativa presentaron valores más altos para los días no feriados. Las variables número de casos, ozono y precipitación no presentaron diferencias significativas. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios del número de casos fueron mayores cuando aquel se había reportado, presentando todas diferencias estadísticas en contraste con las otras variables evaluadas (**Tabla 153**).





Tabla 153. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria para mujeres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Municipio de Bello, 2008 a 2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	Ozono	Humedad relativa	Precipitación	Temperatura
Día de la semana							
Domingo	Media	1,2	40,7	63,0	75,2	6,0	21,9
	D.E	0,4	10,4	15,1	5,6	9,3	1,1
Lunes	Media	1,3	44,8	58,4	75,3	5,3	21,9
	D.E	0,6	13,8	14,7	5,7	10,9	1,0
Martes	Media	1,2	47,4	59,7	74,2	5,5	22,0
	D.E	0,5	13,5	13,3	6,5	9,6	1,0
Miércoles	Media	1,3	48,3	55,8	75,5	4,1	21,8
	D.E	0,6	14,6	12,6	5,7	8,6	1,0
Jueves	Media	1,3	46,4	60,9	74,8	5,8	21,9
	D.E	0,5	12,7	13,1	5,6	10,9	1,0
Viernes	Media	1,3	51,1	59,0	75,0	5,7	21,8
	D.E	0,5	16,0	13,4	5,7	10,1	1,1
Sábado	Media	1,3	47,3	60,6	75,2	4,7	21,8
	D.E	0,5	13,4	14,5	5,9	10,8	1,1
Valor p ANOVA K-W		0.397	0,000	0,075	0,923	0,167	0,784*
Día festivo							
No	Media	1,3	47,0	59,6	74,9	5,3	21,9
	D.E	0,5	13,9	14,1	5,8	10,1	1,1
Si	Media	1,3	41,3	58,1	78,3	4,1	21,4
	D.E	0,5	11,7	7,7	5,2	8,3	1,1
Valor p U Mann-Whitney		0.631	0,016	0,586	0,007	0,411	0,047
Brote de Influenza							
No	Media	1,2	42,7	60,1	75,1	5,0	21,9
	D.E	0,5	9,6	14,2	6,0	10,0	1,1
Si	Media	1,3	41,3	57,6	74,5	3,9	22,0
	D.E	0,6	12,3	12,4	5,0	8,5	1,0
Valor p U Mann-Whitney		0.019	0,066	0,126	0,170	0,524	0,299
Día Feriado							
No	Media	1,3	46,9	59,5	75,3	5,3	21,9
	D.E	0,5	14,0	14,0	5,6	10,1	1,1
Si	Media	1,3	40,9	62,0	68,1	3,1	22,8
	D.E	0,6	5,9	8,6	6,1	5,8	0,8
Valor p U Mann-Whitney		0.983	0,032	0,263	0,000	0,270	0,000
Total	Media	1,3	46,8	59,6	75,0	5,3	21,9
	D.E	0,5	13,9	13,9	5,8	10,0	1,1





* Valor p de la prueba ANOVA para los días de la semana; o valor p de la prueba U de Mann-Whitney para las variables día festivo, feriado y brote de influenza. Ambas pruebas son aplicadas cuando los datos tienen una distribución normal (prueba Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors)

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las variables ozono, humedad relativa y precipitación; entre los niveles de PM_{10} y ozono, humedad relativa y precipitación; y entre los niveles de O_3 y humedad relativa. Existe una correlación directa, estadísticamente significativa, entre el número de casos y los niveles de PM_{10} y la temperatura promedio diaria; lo que indica que a medida que aumentan los niveles de PM_{10} , y los valores de temperatura en la atmósfera, aumentan, a su vez, el número de casos. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM_{10} y la temperatura, O_3 con precipitación; humedad relativa con temperatura y precipitación con temperatura. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 154**).

Tabla 154. Correlación por pares de las covariables consideradas para las mujeres de 65 años o más con enfermedad circulatoria, municipio de Bello 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM_{10}	819	0,11	0,001
Número de casos vs Ozono	485	-0,03	0,696
Número de casos vs Humedad relativa	503	0,02	0,999
Número de casos vs Precipitación	847	0	0,459
Número de casos vs Temperatura	503	0,03	0,000
PM_{10} vs Ozono	485	0,01	0,303
PM_{10} vs Humedad relativa	503	0,05	0,616
PM_{10} vs Precipitación	819	0,02	0,618
PM_{10} vs Temperatura	503	-0,02	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	485	-0,26	0,202
Ozono vs Precipitación	485	-0,06	0,000
Ozono vs Temperatura	485	0,18	0,000
Humedad relativa vs Precipitación	503	0,19	0,000
Humedad relativa vs Temperatura	503	-0,79	0,000
Precipitación vs Temperatura	503	-0,16	0,000

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 2.386 casos de enfermedad respiratoria en los hombres de 65 años o más, habitantes del municipio de Bello, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,8 (D.E=1,1) casos por día, presentando un valor promedio mayor para los días martes y jueves, con diferencias significativas. El promedio de contaminante PM_{10} , en el periodo de estudio fue de $47,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 13,0) y por día de la semana fue superior el día viernes, con diferencias estadísticas ($p=0,000$) con relación a los demás días. Con respecto al ozono, el promedio diario fue de $59,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$





(D.E=13,6) sin presentar diferencias significativas entre los días de la semana; de igual forma, a pesar de presentarse algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, éstas no fueron significativas ($p>0.05$). Los promedios de número de casos y de PM_{10} fueron menores para los días festivos; no se presentaron diferencias estadísticas para el ozono, la humedad relativa, la precipitación y la temperatura, al comparar la presencia o no de días festivos. Para días feriados el promedio de temperatura fue mayor, mientras que los promedios de PM_{10} y de humedad relativa presentaron valores más altos para los días no feriados. Las variables número de casos, ozono y precipitación no presentaron diferencias significativas. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, el promedio de humedad relativa fue mayor cuando aquel se había reportado, contrario al promedio de temperatura, ambos presentado diferencias estadísticas en contraste con las otras variables evaluadas (**Tabla 155**).

Tabla 155. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para los hombres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Municipio de Bello, 2008 -2015.

Variables		Casos	PM_{10}	Ozono	Humedad relativa	Precipitación	Temperatura
Día de la semana							
Domingo	Media	1,3	42,5	63,6	73,7	4,8	22,1
	D.E	0,7	11,7	13,6	6,1	10,6	1,0
Lunes	Media	1,7	46,5	58,7	75,1	6,2	21,9
	D.E	1,2	12,0	14,5	5,8	11,4	1,1
Martes	Media	1,9	48,1	60,1	75,0	5,0	21,9
	D.E	1,3	13,2	12,7	5,8	9,7	1,1
Miércoles	Media	1,8	49,3	57,5	75,2	5,3	21,8
	D.E	1,1	13,7	13,0	5,9	9,7	1,1
Jueves	Media	1,9	47,8	59,1	75,1	4,8	21,8
	D.E	1,3	12,4	13,1	5,4	9,6	1,0
Viernes	Media	1,8	49,5	60,1	75,1	5,5	21,7
	D.E	1,1	13,8	14,1	5,7	10,2	1,0
Sábado	Media	1,7	48,4	61,3	75,1	4,6	21,8
	D.E	0,9	12,5	13,5	5,9	8,7	1,1
Valor p ANOVA K-W		0.000	0,000	0,118	0,731	0,867	0,365*
Día festivo							
No	Media	1,8	47,9	59,8	74,9	5,3	21,9
	D.E	1,2	13,0	13,7	5,8	10,1	1,1
Si	Media	1,1	43,0	62,1	77,0	4,0	21,7
	D.E	0,4	9,9	8,9	4,9	8,1	1,0
Valor p U Mann-Whitney		0.000	0,013	0,293*	0,052	0,659	0,540
Brote de Influenza							
No	Media	1,9	44,2	60,3	75,2	4,6	21,8
	D.E	1,2	10,5	13,7	5,8	9,4	1,1



Si	Media	2,2	46,4	57,8	73,7	3,1	22,2
	D.E	1,6	14,3	12,9	5,5	7,0	1,1
Valor p U Mann-Whitney		0.062	0,197	0,112*	0,004	0,190	0,000
Día Feriado							
No	Media	1,8	47,9	59,8	75,2	5,2	21,8
	D.E	1,1	13,0	13,7	5,6	10,0	1,1
Si	Media	1,7	43,0	61,8	67,9	6,9	22,6
	D.E	1,0	8,5	9,2	6,5	10,4	0,8
Valor p U Mann-Whitney		0.987	0,033	0,306*	0,000	0,504	0,001
Total	Media	1,8	47,8	59,9	75,0	5,2	21,9
	D.E	1,1	13,0	13,6	5,8	10,0	1,1

Valor p de la prueba ANOVA para los días de la semana; o valor p de la prueba U de Mann-Whitney para las variables día festivo, feriado y brote de influenza. Ambas pruebas son aplicadas cuando los datos tienen una distribución normal (prueba Kolmogorov-Smirnoff con corrección de Lilliefors)

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las variables PM₁₀, ozono y precipitación; entre los niveles de PM₁₀ y ozono, humedad relativa y precipitación; entre los niveles de PM₁₀ y ozono, humedad realidad y precipitación; y entre los niveles de O₃ y humedad relativa. Existe una correlación directa, estadísticamente significativa, entre el número de casos, la humedad relativa y la temperatura promedio diaria; lo que indica que a medida que aumentan los niveles los valores de temperatura y humedad relativa en la atmósfera, se incrementa el número de casos. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM₁₀ y la temperatura, O₃ con precipitación, humedad relativa con temperatura y precipitación con temperatura. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 156**).



Tabla 156. Correlación por pares de las co-variables consideradas para los hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria. Municipio de Bello, 2008- 2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	1316	-0,01	0,687
Número de casos vs Ozono	721	-0,01	0,959
Número de casos vs Humedad relativa	742	0,00	0,003
Número de casos vs Precipitación	1356	-0,08	0,312
Número de casos vs Temperatura	742	0,04	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	721	0,08	0,112
PM ₁₀ vs Humedad relativa	742	0,06	0,164
PM ₁₀ vs Precipitación	1315	0,04	0,185
PM ₁₀ vs Temperatura	742	-0,05	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	721	-0,24	0,451
Ozono vs Precipitación	721	-0,03	0,000
Ozono vs Temperatura	721	0,14	0,000
Humedad relativa vs Precipitación	741	0,13	0,000
Humedad relativa vs Temperatura	742	-0,79	0,000
Precipitación vs Temperatura	741	-0,09	0,000

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Hombres de 65 años o más con enfermedad circulatoria

En total, se estimaron 899 casos de enfermedad circulatoria en los hombres de 65 años o más, habitantes del municipio de Bello, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,2 (D.E=0,5) casos por día, sin presentar diferencias significativas. El promedio de contaminante PM₁₀, en el periodo de estudio fue de 46,8 µg/m³ (D.E= 13,6) y fue superior el día viernes, con diferencias estadísticas (p=0,000) con relación a los demás días. Con respecto al ozono, el promedio diario fue de 61,4 µg/m³ (D.E=14,4) sin presentar diferencias significativas entre los días de la semana; de igual forma, a pesar de presentarse algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, éstas no fueron significativas (p>0.05). El promedio de PM₁₀ fue menor para los días festivos; por otro lado, no se presentaron diferencias estadísticas para el número de casos, el ozono, la humedad relativa, la precipitación y la temperatura, al comparar la presencia o no de días festivos. Para los días feriados el promedio de temperatura fue mayor, mientras el de humedad relativa presentó valores más altos para los días no feriados. Las variables número de casos, PM₁₀, ozono y precipitación no presentaron diferencias significativas. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, el promedio de número de casos y de ozono fue mayor cuando aquel se había reportado, contrario al promedio de temperatura, ambos presentado diferencias estadísticas en contraste con las otras variables evaluadas (Tabla 157).

Tabla 157. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria para los hombres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote





de influenza, por día. Municipio de Bello, 2008- 2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	Ozono	Humedad relativa	Precipitación	Temperatura
Día de la semana							
Domingo	Media	1.1	41.3	63.2	75.1	6.6	21.9
	D.E	0.4	10.4	14.3	5.8	11.5	1.1
Lunes	Media	1.2	47.7	60.7	74.9	5.5	21.9
	D.E	0.6	14.4	14.5	5.8	13.1	1.1
Martes	Media	1.3	47.4	60.8	74.4	4.0	22.0
	D.E	0.6	15.5	12.1	6.2	7.5	1.0
Miércoles	Media	1.3	46.8	58.7	74.2	5.1	22.1
	D.E	0.7	13.0	11.6	5.7	11.0	1.0
Jueves	Media	1.3	47.2	60.0	75.1	5.2	21.8
	D.E	0.5	12.5	14.2	6.5	10.0	1.1
Viernes	Media	1.2	49.5	62.9	74.8	5.7	21.8
	D.E	0.5	15.2	17.2	5.3	9.5	1.1
Sábado	Media	1.2	46.4	63.7	75.2	6.7	21.8
	D.E	0.4	11.9	16.1	5.0	14.2	1.1
Valor p ANOVA K-W		0.212	0.005	0.199	0.868	0.310	0.510*
Día festivo							
No	Media	1.2	47.0	61.5	74.8	5.5	21.9
	D.E	0.5	13.7	14.6	5.7	11.1	1.1
Sí	Media	1.1	40.1	59.4	75.6	5.7	21.9
	D.E	0.5	9.5	6.7	6.7	9.2	1.1
Valor p U Mann-Whitney		0.157	0.028	0.523	0.599	0.926	0.979
Brote de Influenza							
No	Media	1.3	42.9	62.1	74.9	5.0	21.8
	D.E	0.6	10.1	14.6	5.7	10.7	1.0
Sí	Media	1.1	47.3	56.5	74.5	4.3	22.1
	D.E	0.4	13.6	12.7	6.0	10.3	1.3
Valor p U Mann-Whitney		0.015	0.013	0.009*	0.493	0.293	0.028
Día Feriado							
No	Media	1.2	46.9	61.4	75.1	5.6	21.8
	D.E	0.5	13.7	14.5	5.6	11.1	1.1
Sí	Media	1.3	42.6	62.3	65.3	1.9	23.0
	D.E	0.5	5.0	10.0	4.9	4.5	0.7
Valor p U Mann-Whitney		0.534	0.214	0.657	0.000	0.105	0.000
Total	Media	1.2	46.8	61.4	74.8	5.5	21.9
	D.E	0.5	13.6	14.4	5.7	11.0	1.1

* Valor p de la prueba ANOVA para los días de la semana; o valor p de la prueba U de Mann- Whitney para las variables día festivo, feriado y brote de influenza. Ambas pruebas son aplicadas cuando los datos tienen una distribución normal (prueba Kolmogorov-Smirnoff con corrección de Lilliefors)





No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las variables PM₁₀, ozono, humedad relativa y precipitación; entre los niveles de PM₁₀ y ozono, humedad relativa y precipitación; y entre los niveles de O₃, humedad relativa y precipitación. Existe una correlación directa, estadísticamente significativa, entre el número de casos y la temperatura promedio diaria; lo que indica que a medida que aumentan los niveles los valores de temperatura en la atmósfera, se incrementa el número de casos. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM₁₀ y la temperatura, humedad relativa con temperatura y precipitación con temperatura. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 158**).

Tabla 158. Correlación por pares de las covariables consideradas para los hombres de 65 años o más con enfermedad circulatoria. Municipio de Bello, 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	718	-0,06	0,104
Número de casos vs Ozono	426	0,08	0,179
Número de casos vs Humedad relativa	434	-0,06	0,198
Número de casos vs Precipitación	730	-0,05	0,955
Número de casos vs Temperatura	434	0	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	426	0,15	0,425
PM ₁₀ vs Humedad relativa	434	0,04	0,190
PM ₁₀ vs Precipitación	718	-0,05	0,385
PM ₁₀ vs Temperatura	434	-0,04	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	426	-0,17	0,438
Ozono vs Precipitación	426	-0,04	0,163
Ozono vs Temperatura	426	0,07	0,000
Humedad relativa vs Precipitación	434	0,21	0,000
Humedad relativa vs Temperatura	434	-0,82	0,000
Precipitación vs Temperatura	434	-0,17	0,000

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés a PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

El modelo básico de asociación incorporó el día la semana, si el día era o no festivo, si hubo o no casos de influenza, la temperatura en °C, la humedad relativa en % y el nivel de precipitación en mm, como significativas en la explicación del número de casos diarios de enfermedad respiratoria en menores de 5 años del municipio de Bello. Se encontró un incremento significativo en el porcentaje del riesgo por un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM₁₀ que empezó a evidenciarse a partir del primer día de rezago del contaminante hasta el día quince, donde el riesgo fue de 4,08%, manteniendo fijas las demás variables,





aunque no se encontró un gradiente en el incremento del porcentaje del riesgo de casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años de este municipio. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos acumulados fue de 0,0289869 lo que dio cuenta de un aumento del 33,5% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} , cada quince días a partir del momento de la toma de la medición, manteniendo fijas las demás variables (**Tabla 231**).

Otros aspectos encontrados

Con respecto a los días de rezago, en el día cero se encontró asociación para enfermedades respiratorias e infecciones agudas de las vías respiratorias superiores tanto en hombres como en mujeres menores de 5 años y entre los 5 a 14 años, para el caso de mayores de 65 años solo fue en las mujeres. El mayor porcentaje de incremento del número de casos para dichos eventos por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} se presentó en las mujeres menores de 5 años con un 17,5% y 19,6% respectivamente. Para este mismo rezago, en el caso del ozono, se presentaron asociaciones de éste contaminante con enfermedad respiratoria e infecciones agudas de las vías respiratorias superiores solo para los hombres menores de 5 años y entre 5 a 14; el mayor porcentaje de incremento del número de casos para dichos eventos por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en O_3 fue de 2,7% en hombres de 5 a 14 años (**Anexo 6, tabla 9**).

Para el rezago 0-3, se encontró una asociación de enfermedades respiratorias e infecciones agudas de las vías respiratorias superiores tanto en hombres como en mujeres menores de 5 años y mujeres mayores de 65 años. El mayor porcentaje de incremento del número de casos fue para las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores en mujeres menores de 5 años con un aumento de 25,7% de los casos por un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} (**Anexo 6, tabla 14**).

3.1.3 Municipio de Caldas²⁹

a. Análisis Bivariado

Menores de 5 años con enfermedad respiratoria

²⁹ Para este municipio no se reportan los GAM en relación con los efectos de los tres contaminantes sobre los casos de enfermedad respiratoria y circulatoria en grupos de hombres y mujeres con edad igual o superior a 65 años, porque los resultados revelaron la inexistencia del efecto de las co-variables y/o factores sobre dichos números de casos.





En total, se estimaron 10.032 casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años, habitantes del municipio de Caldas, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 2,7 (D.E=1,8) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, este fue mayor el lunes y martes con diferencias estadísticas con respecto a los promedios de los días restantes. El promedio de contaminante PM_{10} en el periodo de estudio fue de $57,3 \mu g/m^3$ (D.E= 11,8); con respecto al $PM_{2,5}$, el promedio diario fue de $26,5 \mu g/m^3$ (D.E=9,7); para el ozono, el promedio fue de $73,7 \mu g/m^3$ (D.E=19,2); los tres presentando diferencias estadísticas ($p=0,000$) con relación a los días de la semana. Asimismo, aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p>0.05$). Cuando el día era festivo, los promedios del número de casos, PM_{10} , $PM_{2,5}$ y O_3 fueron menores con relación a si no lo era, contrario a la humedad relativa; no se presentaron diferencias marcadas para la precipitación y la temperatura. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de PM_{10} , $PM_{2,5}$, O_3 y temperatura, fueron mayores cuando aquel se había reportado, en contraste con los promedios de la humedad relativa, los cuales presentaron un promedio mayor en días sin brote de influenza, presentando todos diferencias estadísticas, exceptuando los promedios de número de casos y precipitación. Finalmente, en relación al día feriado, los promedios de PM_{10} , $PM_{2,5}$, precipitación y temperatura, fueron menores con relación a si no lo era, contrario a la humedad relativa; no se presentaron diferencias marcadas para el número de casos y ozono (





Tabla 159. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Municipio de Caldas, 2008 -2015

Variables		Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	1,8	50,4	22,2	73,4	0,4	69,2	20,3
	D.E	1,0	10,3	7,8	17,1	1,7	7,7	1,3
Lunes	Media	3,0	55,5	24,8	72,3	0,8	69,8	20,1
	D.E	1,9	11,6	8,1	18,3	3,4	8,1	1,3
Martes	Media	3,0	58,4	27,7	74,4	0,5	69,5	20,2
	D.E	2,1	11,0	8,5	18,3	2,0	7,5	1,2
Miércoles	Media	2,9	59,1	27,8	72,9	0,7	69,7	20,2
	D.E	2,0	11,6	10,0	20,0	2,7	7,8	1,3
Jueves	Media	2,8	59,2	27,3	75,7	1,1	70,2	20,0
	D.E	1,8	11,5	9,8	21,3	4,7	8,2	1,3
Viernes	Media	2,8	58,9	27,8	70,5	0,9	70,0	20,0
	D.E	1,8	12,8	11,3	18,6	3,4	8,1	1,3
Sábado	Media	2,2	57,4	26,9	76,6	0,5	69,3	20,1
	D.E	1,4	11,6	10,6	19,5	1,9	8,2	1,3
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,000	0,010	0,062	0,722	0,141
Día festivo								
No	Media	2,7	57,6	26,7	74,0	0,7	69,6	20,1
	D.E	1,8	11,8	9,7	19,3	3,1	7,9	1,3
Sí	Media	1,9	48,1	22,4	66,0	0,8	72,7	19,8
	D.E	1,2	9,0	7,9	15,7	2,2	6,8	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,000	0,001	0,881	0,004	0,054
Brote de Influenza								
No	Media	2,8	55,3	26,2	73,3	0,6	69,9	20,1
	D.E	1,8	11,4	9,9	19,5	2,7	8,0	1,3
Sí	Media	2,8	57,4	28,2	75,8	1,3	68,5	20,4
	D.E	1,8	12,4	8,6	17,4	4,5	7,5	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,385	0,006	0,005	0,021	0,460	0,002	0,000
Día Feriado								
No	Media	2,7	57,4	26,6	73,8	0,7	69,6	20,1
	D.E	1,8	11,9	9,8	19,2	3,1	7,9	1,3
Sí	Media	2,5	54,4	23,2	71,8	0,3	72,9	19,6
	D.E	1,5	11,3	5,4	18,2	0,4	7,5	1,4





Valor p ANOVA K-W	0,293	0,009	0,008	0,933	0,014	0,000	0,001	
Total	Media	2,7	57,3	26,5	73,7	0,7	69,6	20,1
	D.E	1,8	11,8	9,7	19,2	3,1	7,9	1,3

No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad respiratoria y la precipitación. Se encontró una correlación inversa y significativa del desenlace con la humedad relativa y directa con los niveles de PM₁₀, PM_{2.5}, O₃ y temperatura; lo que indica que a medida que aumenta la humedad relativa, disminuye el número de casos situación contraria a la presentada cuando se consideran los niveles de PM₁₀, PM_{2.5}, O₃ y temperatura; cuya correlación es directa. Entre las covariables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de PM₁₀, PM_{2.5}, O₃ y temperatura con humedad relativa y precipitación. Nótese que la mayor correlación significativa, se presentó entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 160**)

Tabla 160. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, menores de 5 años del municipio de Caldas. 2008 -2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	3.685	0,16	0,000
Número de casos vs PM _{2.5}	1.710	0,14	0,000
Número de casos vs Ozono	1.710	0,08	0,001
Número de casos vs Humedad Relativa	1.891	-0,05	0,042
Número de casos vs Precipitación	1.891	-0,02	0,388
Número de casos vs Temperatura	1.891	0,06	0,008
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	1.710	0,67	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	1.710	0,38	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	1.891	-0,21	0,000
PM ₁₀ vs Precipitación	1.891	-0,22	0,000
PM ₁₀ vs Temperatura	1.891	0,22	0,000
PM _{2.5} vs Ozono	1.710	0,42	0,000
PM _{2.5} vs Humedad Relativa	1.710	-0,13	0,000
PM _{2.5} vs Precipitación	1.710	-0,19	0,000
PM _{2.5} vs Temperatura	1.710	0,16	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	1.710	-0,42	0,000
Ozono vs Precipitación	1.710	-0,34	0,000
Ozono vs Temperatura	1.710	0,43	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	1.891	0,62	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	1.891	-0,88	0,000
Precipitación vs Temperatura	1.891	-0,58	0,000

Mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria





En total, se estimaron 1619 casos de enfermedad respiratoria en las mujeres de 65 años o más, habitantes del municipio de Caldas, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,5 (D.E=0.8) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, estos fueron mayor los días martes, miércoles y jueves con diferencias estadísticas respecto a los promedios de los días restantes. El promedio de contaminante PM_{10} en el periodo de estudio fue de $57,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 11,8); con respecto al $PM_{2,5}$, el promedio diario fue de $26,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=9,7); para el ozono, el promedio fue de $73,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=20,3); con $PM_{2,5}$ presentando diferencias estadísticas ($p=0,000$) con relación a los días de la semana. Asimismo, aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p>0,05$). Cuando el día era festivo, los promedios del número de O_3 fueron menores con relación a si no lo era; no se presentaron diferencias marcadas para las demás variables. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de número de casos, PM_{10} y $PM_{2,5}$, fueron mayores cuando aquel se había reportado, presentando todos diferencias estadísticas, exceptuando los promedios de O_3 , precipitación, humedad relativa y temperatura. Finalmente, en relación al día feriado, los promedios de precipitación y temperatura, fueron mayores con relación a si no lo era, contrario a la humedad relativa; no se presentaron diferencias marcadas para el número de casos, PM_{10} , $PM_{2,5}$ y ozono (**Tabla 161**)





Tabla 161. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para mujeres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Municipio de Caldas, 2008 -2015

Variables	Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	
Día de la semana								
Domingo	Media	1,1	50,2	22,9	73,9	0,3	69,6	20,1
	D.E	0,3	10,5	8,8	21,1	0,7	8,5	1,3
Lunes	Media	1,5	57,3	25,1	74,1	0,7	68,4	20,3
	D.E	0,8	12,4	8,7	19,8	3,3	8,5	1,4
Martes	Media	1,6	58,3	28,4	73,7	0,5	69,2	20,1
	D.E	0,7	10,6	8,8	19,1	1,9	7,9	1,3
Miércoles	Media	1,6	59,2	27,7	71,7	0,6	70,2	20,1
	D.E	0,9	11,2	8,8	20,5	2,4	7,6	1,2
Jueves	Media	1,6	59,9	28,1	76,2	0,7	70,0	20,0
	D.E	1,0	11,8	10,3	21,2	2,1	8,2	1,3
Viernes	Media	1,5	58,4	26,7	68,8	0,8	70,8	19,9
	D.E	0,8	11,8	10,4	19,0	3,0	8,0	1,4
Sábado	Media	1,4	56,5	27,0	73,9	0,7	69,5	20,2
	D.E	0,7	12,6	11,4	22,0	2,1	7,9	1,2
Valor p ANOVA K-W	0,000	1,425	0,007	0,351	0,358	0,597	0,588	
Día festivo								
No	Media	1,5	57,9	26,9	73,5	0,6	69,6	20,1
	D.E	0,8	11,8	9,7	20,4	2,4	8,0	1,3
Si	Media	1,3	47,9	22,9	60,6	1,2	72,7	19,7
	D.E	0,5	8,2	9,7	14,6	2,7	8,0	1,4
Valor p ANOVA K-W	0,450	2,745	0,095	0,008	0,280	0,164	0,288	
Brote de Influenza								
No	Media	1,5	55,3	26,4	72,9	0,5	69,8	20,1
	D.E	0,8	11,2	9,7	20,6	2,1	8,0	1,3
Si	Media	1,8	58,9	29,4	74,6	1,3	68,8	20,4
	D.E	1,0	13,1	9,5	18,7	3,5	8,1	1,4
Valor p ANOVA K-W	0,030	0,014	0,001	0,333	0,947	0,231	0,058	
Día Feriado								
No	Media	1,5	57,8	26,9	73,2	0,6	69,4	20,1
	D.E	0,8	11,9	9,9	20,3	2,4	8,0	1,3
Si	Media	1,3	54,9	24,8	71,6	0,4	74,4	19,4
	D.E	0,6	9,1	6,0	21,7	0,6	6,8	1,3
Valor p ANOVA K-W	0,217	0,121	0,429	0,931	0,009	0,001	0,003	





Total	Media	1,5	57,7	26,8	73,2	0,6	69,7	20,1
	D.E	0,8	11,8	9,7	20,3	2,4	8,0	1,3

Sólo se encontró correlación significativa entre el número de casos, los niveles de PM_{2.5} y la temperatura; siendo ambas positivas, es decir que, a mayor concentración del contaminante y temperatura en el ambiente, mayor es el número de casos. Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de PM₁₀, PM_{2.5}, O₃ y temperatura con humedad relativa y precipitación. Nótese que la mayor correlación significativa, se presentó entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 162**)

Tabla 162. Correlación por pares de las covariables consideradas para las mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria, del municipio de Caldas. 2008 -2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	1.069	0,05	0,072
Número de casos vs PM _{2.5}	554	0,1	0,019
Número de casos vs Ozono	554	0,06	0,177
Número de casos vs Humedad Relativa	603	-0,06	0,121
Número de casos vs Precipitación	603	-0,05	0,247
Número de casos vs Temperatura	603	0,08	0,040
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	554	0,68	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	554	0,39	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	603	-0,24	0,000
PM ₁₀ vs Precipitación	603	-0,27	0,000
PM ₁₀ vs Temperatura	603	0,26	0,000
PM _{2.5} vs Ozono	554	0,41	0,000
PM _{2.5} vs Humedad Relativa	554	-0,16	0,000
PM _{2.5} vs Precipitación	554	-0,2	0,000
PM _{2.5} vs Temperatura	554	0,18	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	554	-0,44	0,000
Ozono vs Precipitación	554	-0,37	0,000
Ozono vs Temperatura	554	0,48	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	603	0,63	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	603	-0,89	0,000
Precipitación vs Temperatura	603	-0,59	0,000

Hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 1.619 casos de enfermedad respiratoria en los hombres de 65 años o más, habitantes del municipio de Caldas, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,3 (D.E=0,6) casos por día, respecto al día de la semana, día festivo, feriado y ocurrencia de brote de influenza, no se presentaron diferencias significativas. El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 57,8 µg/m³ (D.E= 12,0); con respecto al PM_{2.5}, el





promedio diario fue de 27,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=10,3); para el ozono, el promedio fue de 73,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=19,4); con los dos primeros presentando diferencias estadísticas ($p=0,000$) con relación a los días de la semana. Asimismo, aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, éstas no fueron significativas ($p>0,05$). Cuando el día era festivo, los promedios del número de PM_{10} y O_3 fueron menores con relación a si no lo era; no se presentaron diferencias significativas para las demás variables. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$, fueron mayores cuando aquel se había reportado, presentando todos diferencias estadísticas, exceptuando los promedios de número de casos, O_3 , precipitación, humedad relativa y temperatura. Finalmente, en relación al día feriado, los promedios de temperatura, fueron menores con relación a si no lo era, contrario a la humedad relativa; no se presentaron diferencias marcadas para el número de casos, PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, ozono y precipitación (**Tabla 163**)

Tabla 163. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para hombres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Municipio de Caldas, 2008 -2015

Variables	Casos	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	
Día de la semana								
Domingo	Media	1,1	52,0	23,4	75,6	0,1	69,8	20,2
	D.E	0,3	10,2	8,6	17,9	0,4	7,6	1,2
Lunes	Media	1,3	56,4	24,6	72,7	0,4	69,4	20,1
	D.E	0,7	11,8	8,0	17,9	1,4	8,4	1,3
Martes	Media	1,4	58,5	26,8	71,2	0,5	68,9	20,2
	D.E	0,7	11,6	7,9	20,2	2,2	8,4	1,3
Miércoles	Media	1,3	59,5	29,4	74,1	0,4	69,9	20,0
	D.E	0,6	11,8	11,2	20,0	1,0	7,8	1,2
Jueves	Media	1,3	59,5	29,2	76,0	1,1	69,2	20,2
	D.E	0,7	10,7	10,7	19,9	2,9	7,9	1,4
Viernes	Media	1,3	58,6	27,7	73,7	0,6	69,7	20,1
	D.E	0,6	13,6	11,5	19,9	2,1	8,1	1,2
Sábado	Media	1,3	57,1	27,2	73,5	0,7	69,3	20,2
	D.E	0,5	12,4	12,7	20,6	2,2	7,3	1,3
Valor p ANOVA K-W		0,247	0,000	0,027	0,854	0,331	0,989	0,950
Día festivo								
No	Media	1,3	58,1	27,2	74,0	0,6	69,4	20,2
	D.E	0,6	11,9	10,3	19,5	2,0	8,0	1,3
Si	Media	1,1	46,6	22,8	62,8	0,2	71,8	19,9
	D.E	0,3	9,4	9,7	15,7	0,5	7,1	1,3
Valor p ANOVA K-W		0,261	0,000	0,137	0,049	0,410	0,346	0,510
Brote de Influenza								



No	Media	1,3	55,6	26,4	73,4	0,5	69,7	20,1
	D.E	0,7	11,8	10,5	19,9	1,9	8,1	1,3
Si	Media	1,4	59,7	30,3	74,9	0,9	67,9	20,5
	D.E	0,7	12,6	8,9	17,0	2,4	7,2	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,224	0,006	0,000	0,471	0,974	0,054	0,014
Día Feriado								
No	Media	1,3	57,9	27,2	73,9	0,6	69,2	20,2
	D.E	0,6	12,0	10,4	19,3	2,0	7,9	1,3
Si	Media	1,2	55,6	23,4	69,2	0,5	74,4	19,3
	D.E	0,6	9,9	5,2	22,9	0,7	8,2	1,5
Valor p ANOVA K-W		0,452	0,251	0,151	0,600	0,111	0,006	0,009
Total	Media	1,3	57,8	27,1	73,7	0,6	69,4	20,2
	D.E	0,6	12,0	10,3	19,4	2,0	8,0	1,3

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las demás variables evaluadas. Entre las covariables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de PM₁₀, PM_{2.5}, O₃ y temperatura con humedad relativa y precipitación. Nótese que la mayor correlación significativa, se presentó entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (



Tabla 164)





Tabla 164. Correlación por pares de las covariables consideradas para los hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria, del municipio de Caldas. 2008 -2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	701	0.01	0.809
Número de casos vs PM _{2.5}	401	0.08	0.113
Número de casos vs Ozono	401	-0.08	0.123
Número de casos vs Humedad Relativa	432	-0.07	0.173
Número de casos vs Precipitación	432	0.05	0.260
Número de casos vs Temperatura	432	0.08	0.082
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	401	0.71	0.000
PM ₁₀ vs Ozono	401	0.4	0.000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	432	-0.24	0.000
PM ₁₀ vs Precipitación	432	-0.18	0.000
PM ₁₀ vs Temperatura	432	0.25	0.000
PM _{2.5} vs Ozono	401	0.45	0.000
PM _{2.5} vs Humedad Relativa	401	-0.2	0.000
PM _{2.5} vs Precipitación	401	-0.19	0.000
PM _{2.5} vs Temperatura	401	0.22	0.000
Ozono vs Humedad Relativa	401	-0.39	0.000
Ozono vs Precipitación	401	-0.32	0.000
Ozono vs Temperatura	401	0.42	0.000
Humedad Relativa vs Precipitación	432	0.57	0.000
Humedad Relativa vs Temperatura	432	-0.88	0.000
Precipitación vs Temperatura	432	-0.55	0.000

b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés a PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Los valores suavizados para las variables atmosférica fueron significativo, así que existió una relación no lineal con el evento de interés; también, el día de la semana, si era o no festivo, si había ocurrido un brote de influenza, la temperatura en °C y el nivel de precipitación, en mm explicaron significativamente el número de casos diarios de enfermedad respiratoria en menores de 5 años del municipio de Caldas . Se encontró un incremento significativo en el porcentaje del riesgo por un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM₁₀ empezó a evidenciarse a partir del primer día de rezago del contaminante hasta el día quince, donde el riesgo fue de 2.4%, manteniendo fijas las demás variables, aunque no se encontró un gradiente en el





incremento del porcentaje del riesgo de casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años de este municipio. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos acumulados fue de 0,0208206 lo que dio cuenta de un aumento del 23,1% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} en cada quince días a partir del momento de la toma de la medición, manteniendo fijas las demás variables (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés a $\text{PM}_{2.5}$ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fueron el día de la semana, si era o no festivo, el porcentaje de humedad relativa, la temperatura en $^{\circ}\text{C}$ y el nivel de precipitación en mm, las variables que tuvieron algún efecto, significativo, en la explicación del número de casos diarios de enfermedad respiratoria en menores de 5 años destacándose, también, que los términos suavizados para las variables atmosféricas fueron significativos, lo que reiteró una relación no lineal con el evento de interés. Se encontró un incremento significativo en el porcentaje del riesgo por un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$ que empezó a evidenciarse a partir del primer día de rezago del contaminante hasta el día quince, donde el riesgo fue de 2.23%, manteniendo fijas las demás variables, aunque no se encontró un gradiente en el incremento del porcentaje del riesgo de casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años de este municipio. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos acumulados fue de 0,02590964 lo que dio cuenta de un aumento del 29,6% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$ en cada quince días a partir del momento de la toma de la medición, manteniendo fijas las demás variables (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés a O_3 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Hubo un efecto significativo en el número de casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años cuando la exposición de interés fue ozono, por parte del día de la semana, si era o no festivo, si se había presentado o no un brote de influenza, el porcentaje de humedad relativa, la temperatura en $^{\circ}\text{C}$ y el nivel de precipitación en mm y los valores de las variables atmosféricas suavizadas. Se encontró un incremento significativo en el porcentaje del riesgo por un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en O_3 que empezó a evidenciarse a partir del primer día de rezago del contaminante hasta el día quince, donde el riesgo fue de 0,91%, manteniendo fijas las demás variables, aunque no se encontró un gradiente en el incremento del porcentaje del riesgo de casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años de este municipio. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos acumulados fue de 0,00690743 lo que dio cuenta de un aumento del 7,2% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en O_3 en cada quince días a partir del momento de la toma de la medición, manteniendo fijas las demás variables (**Tabla 231**).

Otros aspectos encontrados

Con respecto a los días de rezago y en el caso de PM_{10} , en el día cero se encontró una asociación de este contaminante con enfermedades respiratorias tanto en hombres como en mujeres menores de 5 años y de 5 a 14; de la misma manera, se encontró asociación de PM_{10} con infecciones agudas de las vías respiratorias superiores en hombres menores de 5 años y mujeres menores de 5 años y entre 5 a 14. Las mujeres menores de 5 años presentaron el mayor porcentaje de aumento del número de casos tanto para enfermedad respiratoria como infecciones agudas de las vías respiratorias superiores con un valor del 9,8% y 4,1% del número de casos por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} (**Anexo 6, tabla 17**).





Para este mismo rezago, en los casos de $PM_{2.5}$ y O_3 , se encontró una asociación de estos contaminantes con las enfermedades respiratorias tanto en hombre como en mujeres menores de 5 años y entre 5 a 14 años. Las mujeres menores de 5 años presentaron el mayor porcentaje de incremento del número de casos con un valor de 11,7% y 4,3% por cada $10 \mu g/m^3$ en $PM_{2.5}$ y O_3 respectivamente (**Anexo 6, tabla 17**).

Para el rezago 0-3 en relación con el contaminante PM_{10} , sólo se encontró asociación entre este con las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores en mujeres menores de 5 años; destacándose un aumento del 5,3% del número de casos asociado con un incremento de $10 \mu g/m^3$ en PM_{10} . Con respecto al $PM_{2.5}$ sólo se encontró asociación entre éste con las enfermedades respiratorias en hombres menores de 5 años; existiendo un aumento de 14,4% del número de casos asociado con un incremento de $10 \mu g/m^3$ en $PM_{2.5}$. Con respecto al O_3 , se encontró una asociación entre éste contaminante y la enfermedad respiratoria tanto en hombres como mujeres menores de 5 años; para el caso de los hombres, existe un aumento del 4,8% del número de casos asociado con un incremento de $10 \mu g/m^3$ en O_3 , en el caso de las mujeres existe un aumento de 6,1% del número de casos asociado con un incremento de $10 \mu g/m^3$ en O_3 (**Anexo 6, tabla 22**).





3.1.4 Municipio de Copacabana

a. Análisis Bivariado

Menores de 5 años con enfermedad respiratoria.

Se estimaron 10.544 casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años para el período 2008-2015 entre los habitantes del municipio de Copacabana, cuyo promedio fue de 2,5 casos (DE= 1.6). Con relación a los días de la semana, el lunes, el martes y miércoles se registró el mayor número de casos, pero en el resto de los días el comportamiento de los casos de dicha enfermedad fue decreciendo hasta alcanzar sus niveles más bajos el día domingo, encontrando diferencias significativas en el número de casos, entre los días de la semana ($p < 0.05$). Cuando se consideró si el día era festivo, el número promedio de casos de la enfermedad respiratoria fue mayor cuando el día no era festivo, igual situación ocurrió cuando el día era feriado. El promedio de contaminante PM_{10} en el periodo de estudio fue de $38 \mu g/m^3$ (D. E= 11); La mayor concentración de PM_{10} , en el periodo de estudio, ocurrió en promedio el día viernes, aumentando a partir del día domingo. Para la temperatura, la humedad relativa y precipitación no se presentaron diferencias significativas para los días de la semana ($p > 0.05$). Para PM_{10} se presentó mayor concentración el día no festivo y no feriado. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de PM_{10} , precipitación, humedad relativa y temperatura fueron mayores cuando aquel se había reportado para los primeros y contrario para el último (

Tabla 165).

Tabla 165. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza en menores de 5 años, Municipio de Copacabana 2008-2015.

Variables	Casos	PM_{10}	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	
Día de la semana						
Domingo	Media	1,5	38,2	5,0	75,0	22,0
	D.E	0,9	11,7	9,4	5,3	1,0
Lunes	Media	2,7	36,5	5,9	75,2	21,9
	D.E	1,9	11,2	11,2	5,8	1,1
Martes	Media	2,7	36,6	5,5	74,8	21,9
	D.E	1,6	10,6	10,2	6,1	1,1
Miércoles	Media	2,7	37,8	5,4	75,2	21,9
	D.E	1,6	10,7	9,5	5,5	1,0
Jueves	Media	2,6	39,0	4,9	75,3	21,8
	D.E	1,7	10,3	9,2	5,3	1,8
Viernes	Media	2,5	39,3	4,7	75,1	21,7
	D.E	1,6	11,0	9,0	3,6	1,0





Sábado	Media	1,8	39,2	5,2	75,4	21,8
	D.E	1,1	11,6	10,1	5,5	1,1
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,317	0,947	0,139
Día festivo						
No	Media	2,5	38,2	5,2	75,1	21,8
	D.E	1,6	11,0	9,8	5,6	1,1
Si	Media	1,5	33,4	5,7	77,2	21,7
	D.E	0,9	9,1	10,5	4,8	1,1
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,581	0,013	0,235
Brote						
No	Media	2,6	35,6	5,0	75,4	21,8
	D.E	1,7	10,2	10,2	5,6	1,0
Si	Media	2,4	34,1	2,9	73,9	22,2
	D.E	1,5	10,8	6,6	5,6	1,1
Valor p ANOVA K-W		0,114	0,021	0,000	0,000	0,000
Día feriado						
No	Media	2,5	38,1	5,3	75,1	21,9
	D.E	1,6	11,0	9,9	5,6	1,1
Si	Media	1,6	32,5	2,5	77,4	21,4
	D.E	1,0	11,5	5,6	2,9	0,9
Valor p ANOVA K-W		0,001	0,002	0,090	0,064	0,029
Total	Media	2,5	38,0	5,2	75,2	21,8
	D.E	1,6	11,0	9,8	5,6	1,1

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las demás variables evaluadas, exceptuando los niveles PM_{10} ; además, entre el PM_{10} y la precipitación. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM_{10} con humedad relativa, precipitación y temperatura; humedad relativa con temperatura; y precipitación con temperatura. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 166**).





Tabla 166. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, menores de 5 años. Municipio de Copacabana, 2008-2015.

Covariables 2×2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	4196	0,066	0,000*
Número de casos vs Humedad	1656	0,000	0,988
Número de casos vs Precipitación	4371	0,000	0,982
Número de casos vs Temperatura	1656	0,028	0,257
PM ₁₀ vs Humedad	1656	-0,139	0,000*
PM ₁₀ vs Precipitación	4194	-0,078	0,000*
PM ₁₀ vs Temperatura	1656	-0,047	0,056
Humedad vs Precipitación	1654	0,173	0,000*
Humedad vs Temperatura	1656	-0,799	0,000*
Precipitación vs Temperatura	1654	-0,124	0,000*

* Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 1.888 casos de enfermedad respiratoria en las mujeres de 65 años o más, habitantes del municipio de Copacabana, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1.5 (D.E=0.8) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, estos fueron mayor el día miércoles con diferencias estadísticas respecto a los promedios de los días restantes. El promedio de contaminante PM₁₀, en el periodo de estudio fue de 37.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 10.4) y se observaron diferencias significativas de los promedios del contaminantes para cada día de la semana; siendo mayor el domingo; por el contrario, no se encontraron diferencias estadísticas por día de la semana en las variables meteorológicas evaluadas. Cuando el día era festivo, se presentaron diferencias estadísticas para los promedios del número de casos, PM₁₀, humedad relativa y temperatura, los cuales fueron mayores cuando no se presentaba tal día. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de la humedad relativa fueron mayores cuando aquel no se había reportado, en contraste con los promedios de la temperatura, los cuales presentaron un promedio mayor en días con brote de influenza, ambas presentando diferencias estadísticas. Finalmente, con relación al día feriado, ninguna variable presentó diferencias significativas (





Tabla 167).





Tabla 167. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza en mujeres adultas de 65 y más. Municipio de Copacabana 2008-2015.

Variables	Casos	PM ₁₀	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	
Día de la semana						
Domingo	Media	1,1	39,7	4,1	74,6	21,9
	D.E	0,3	9,9	7,8	5,4	0,9
Lunes	Media	1,5	35,7	5,6	75,4	21,9
	D.E	0,8	11,0	10,5	6,0	1,2
Martes	Media	1,5	35,5	5,6	75,1	22,0
	D.E	0,9	10,1	9,8	5,8	1,0
Miércoles	Media	1,6	36,7	5,0	75,4	21,8
	D.E	0,9	9,7	9,2	5,8	1,1
Jueves	Media	1,5	38,0	4,9	75,5	21,8
	D.E	0,8	9,8	9,1	5,3	1,0
Viernes	Media	1,5	38,6	4,8	75,7	21,7
	D.E	0,7	10,3	8,8	4,6	1,0
Sábado	Media	1,2	37,4	4,9	75,3	21,6
	D.E	0,5	11,4	9,7	6,2	1,0
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,003	0,879	0,872	0,403
Día festivo						
No	Media	1,5	37,2	5,0	79,4	21,8
	D.E	0,8	10,4	9,4	5,6	1,0
Si	Media	1,1	31,2	8,1	78,9	21,9
	D.E	0,3	8,4	10,2	3,3	1,0
Valor p ANOVA K-W		0,007	0,006	0,094	0,045	0,035
Brote						
No	Media	1,6	35,5	4,8	75,6	21,8
	D.E	0,8	10,0	9,7	5,6	1,0
Si	Media	1,7	33,8	3,2	74,7	22,0
	D.E	1,0	11,1	8,1	5,2	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,113	0,096	0,088	0,190	0,028
Día feriado						
No	Media	1,5	37,2	5,1	75,4	21,28
	D.E	0,8	10,4	9,4	5,6	1,0
Si	Media	1,2	31,0	4,6	78,9	21,0
	D.E	0,4	8,5	8,0	2,4	0,9
Valor p ANOVA K-W		0,206	0,027	0,852	0,096	0,032
Total	Media	1,5	37,1	5,1	75,4	21,8
	D.E	0,8	10,4	9,4	5,6	1,1

Entre el número de casos de enfermedad respiratoria y los niveles de PM_{2,5}, Ozono, humedad,





precipitación, temperatura y PM₁₀ vs precipitación, no se encontraron correlaciones significativas. Para las variables ambientales se encontraron correlaciones inversas significativas entre los niveles de PM₁₀ con humedad relativa y precipitación; humedad relativa y temperatura y precipitación y temperatura. Las mayores correlaciones, significativas, fueron las encontradas entre temperatura y humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (

Tabla 168).

Tabla 168. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, mujeres adultas de 65 y más años. Municipio de Copacabana, 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	1.251	0,004	0,881
Número de casos vs Humedad	576	0,043	0,305
Número de casos vs Precipitación	1.306	-0,018	0,514
Número de casos vs Temperatura	576	-0,031	0,461
PM ₁₀ vs Humedad	576	-0,142	0,001*
PM ₁₀ vs Precipitación	1.250	-0,121	0,000*
PM ₁₀ vs Temperatura	576	0,043	0,297
Humedad vs Precipitación	575	0,163	0,000*
Humedad vs Temperatura	576	-0,798	0,000*
Precipitación vs Temperatura	575	-0,114	0,006*

* Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Mujeres de 65 años o más con enfermedad circulatoria

En total, se estimaron 193 casos de enfermedad circulatoria en las mujeres de 65 años o más, habitantes del municipio de Copacabana, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1 (D.E=0,2) casos por día; sin presentar diferencias significativas respecto al día de la semana, festivo o feriado y con la presencia de brote de influenza. El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 37.1 µg/m³ (D.E= 10.5); con respecto al día de la semana el promedio máximo se presentó el día viernes. Por otro lado, no se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana. Cuando el día era festivo o se presentó algún brote de influenza no se presentó diferencias significativas en ninguna de las variables en estudio. Finalmente, con relación al día feriado, sólo se presentaron diferencias significativas para los promedios de PM₁₀, los cuales fueron menores con la presencia de día feriado (**Tabla 169**)

Tabla 169. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza en mujeres de 65 y más años, Municipio de Copacabana 2008-2015.

Variables	Casos	PM ₁₀	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	
Día de la semana						
Domingo	Media	1,1	36,6	5,4	78,6	21,7





	D.E	0,2	8,1	8,7	2,7	0,9
Lunes	Media	1,0	35,8	4,4	76,1	22,1
	D.E	0,0	8,9	8,6	2,3	0,8
Martes	Media	1,1	31,5	10,2	76,4	21,8
	D.E	0,3	8,4	15,2	6,4	1,3
Miércoles	Media	1,0	36,7	2,6	74,1	22,2
	D.E	0,0	9,1	5,4	5,5	0,7
Jueves	Media	1,0	37,1	6,2	75,1	22,2
	D.E	0,2	9,9	10,2	5,1	0,9
Viernes	Media	1,1	41,2	3,9	75,1	21,7
	D.E	0,3	12,8	6,4	6,4	1,1
Sábado	Media	1,0	40,8	6,1	75,4	21,4
	D.E	0,0	13,0	11,1	5,6	0,7
Valor p ANOVA K-W		0,389	0,015	0,104	0,643	0,456
Día festivo						
No	Media	1,0	37,2	5,6	75,6	21,9
	D.E	0,2	10,6	10,0	5,3	0,9
Si	Media	1,0	31,6	0,0 =	75,4	22,0
	D.E	0,0	6,2	0,0 =	2,2	0,6
Valor p ANOVA K-W		0,718	0,294	0,266	0,995	0,892
Brote						
No	Media	1,0	34,1	4,3	75,6	21,8
	D.E	0,2	8,5	8,8	5,4	1,0
Si	Media	1,0	35,9	7,4	74,9	22,2
	D.E	0,0	11,6	12,0	3,2	0,5
Valor p ANOVA K-W		0,589	0,551	0,325	0,719	0,299
Día feriado						
No	Media	1,0	37,2	5,4	75,6	21,9
	D.E	0,2	10,5	9,8	5,3	0,9
Si	Media	1,0	25,3	3,0	ND	ND
	D.E	0,0 =	0,0 =	0,0 =	ND	ND
Valor p ANOVA K-W		0,858	0,263	0,013	ND	ND
Total	Media	1,0	37,1	5,5	75,6	21,9
	D.E	0,2	10,5	9,9	5,3	0,9

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las demás variables evaluadas; además, entre el PM₁₀ y la precipitación; y precipitación con la temperatura. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre humedad relativa con temperatura y precipitación. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 170**).

Tabla 170. Correlación por pares de las covariables consideradas para mujeres de 65 y más años con





enfermedad del sistema circulatorio. Municipio de Copacabana 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	187	0,088	0,230
Número de casos vs Humedad	88	0,149	0,165
Número de casos vs Precipitación	192	0,009	0,903
Número de casos vs Temperatura	88	-0,149	0,165
PM ₁₀ vs Humedad	88	0,058	0,593
PM ₁₀ vs Precipitación	187	-0,028	0,700
PM ₁₀ vs Temperatura	88	-0,117	0,277
Humedad vs Precipitación	88	0,258	0,015*
Humedad vs Temperatura	88	-0,787	0,000*
Precipitación vs Temperatura	88	-0,193	0,072

* Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%





Hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 1.100 casos de enfermedad respiratoria en los hombres de 65 años o más, habitantes del municipio de Copacabana, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1.2 (D.E=0.5) casos por día. Respecto al día de la semana, el martes se presentó el promedio más alto, con diferencias significativas. El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 37.2 µg/m³ (D.E= 10.7); Para PM₁₀, el día sábado se presentó el mayor promedio, en comparación con los otros días de la semana. A pesar de presentarse algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p>0.05$). Cuando el día era festivo, los promedios de número de casos fueron mayores cuando tal día no se presentaba; para las otras variables no se presentaron diferencias significativas respecto al día festivo. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados y días feriados, no se presentaron diferencias estadísticas para los promedios de las variables en estudio (

Tabla 171).

Tabla 171. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza en hombres adultos de 65 y más años, Municipio de Copacabana 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana						
Domingo	Media	1,1	33,4	4,9	74,2	22,2
	D.E	0,3	10,14	9,1	4,3	1,1
Lunes	Media	1,1	35,9	6,1	75,2	22,0
	D.E	0,5	10,9	10,3	5,6	1,2
Martes	Media	1,4	36,7	6,1	75,2	21,8
	D.E	0,6	10,5	10,2	5,1	0,9
Miércoles	Media	1,3	36,7	5,5	76,0	21,7
	D.E	0,6	10,0	9,4	5,6	1,1
Jueves	Media	1,2	38,7	5,1	76,4	21,7
	D.E	0,5	11,4	9,5	4,9	0,9
Viernes	Media	1,2	38,9	5,4	75,2	21,7
	D.E	0,5	9,7	10,8	5,6	1,0
Sábado	Media	1,2	39,2	6,2	75,3	21,6
	D.E	0,4	11,5	13,1	6,6	1,1
Valor p ANOVA K-W		0,008	0,006	0,971	0,734	0,400
Día festivo						
No	Media	1,3	37,3	5,7	75,5	21,8
	D.E	0,5	10,8	10,4	5,5	1,0
Si	Media	1,0	33,4	4,0	77,2	21,8
	D.E	0,0	5,3	7,6	4,6	0,9
Valor p ANOVA K-W		0,034	0,131	0,450	0,346	0,930





Brote						
No	Media	1,3	35,4	5,2	75,7	21,7
	D.E	0,6	10,2	10,6	5,6	1,0
Si	Media	1,3	33,2	2,7	74,9	22,0
	D.E	0,5	10,2	6,3	4,8	1,1
Valor p ANOVA K-W		0,316	0,108	0,060	0,296	0,065
Día feriado						
No	Media	1,3	37,2	5,7	75,5	21,8
	D.E	0,5	10,7	10,3	5,4	1,0
Si	Media	1,0	28,5	4,0	84,4	21,3
	D.E	0,0	6,4	5,4	0,0	0,0
Valor p ANOVA K-W		0,348	0,104	0,746	0,373	0,641
Total	Media	1,2	37,2	5,7	75,6	21,8
	D.E	0,5	10,7	10,3	5,4	1,0

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las demás variables evaluadas. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM₁₀ y humedad, esto es, a medida que aumenta la humedad disminuye los porcentajes de PM₁₀. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 172**).





Tabla 172. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, hombres de 65 y más años. Municipio de Copacabana 2008-2015.

Covariables 2×2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	788	-0,05	0,159
Número de casos vs Humedad	359	0,011	0,831
Número de casos vs Precipitación	823	-0,015	0,664
Número de casos vs Temperatura	359	-0,003	0,952
PM10 vs Humedad	359	-0,13	0,014*
PM10 vs Precipitación	788	-0,006	0,862
PM10 vs Temperatura	359	0,044	0,405
Humedad vs Precipitación	359	0,233	0,000*
Humedad vs Temperatura	359	-0,771	0,000*
Precipitación vs Temperatura	359	-0,171	0,001*

Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5





Hombres de 65 años o más con enfermedad circulatoria

En total, se estimaron 196 casos de enfermedad circulatoria en los hombres de 65 años o más, habitantes del municipio de Copacabana, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,1 (D.E=0,2) casos por día, El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 38.9 µg/m³ (D.E= 11,1); Todas las variables en estudio con respecto al día de la semana, día festivo, feriado y ocurrencia de brote de influenza, no se presentaron diferencias significativas (p>0,05) (

Tabla 173).

Tabla 173. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza en hombres de 65 y más años, Municipio de Copacabana 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana						
Domingo	Media	1,1	37,9	5,2	76,4	21,5
	D.E	0,4	11,2	8,6	6,4	1,1
Lunes	Media	1,1	39,0	6,2	73,6	22,2
	D.E	0,3	10,7	14,0	5,8	1,3
Martes	Media	1,0	34,6	7,1	71,9	22,0
	D.E	0,2	10,2	11,3	7,9	1,2
Miércoles	Media	1,0	38,6	2,5	76,7	21,6
	D.E	0,2	11,2	6,9	5,5	0,9
Jueves	Media	1,0	41,0	3,7	76,9	21,2
	D.E	0,0	9,6	8,7	7,0	1,1
Viernes	Media	1,0	41,2	3,4	75,9	21,4
	D.E	0,2	11,5	6,5	4,7	0,9
Sábado	Media	1,1	40,7	2,1	74,7	22,1
	D.E	0,3	12,5	4,0	1,8	0,7
Valor p ANOVA K-W		0,505	0,290	0,327	0,357	0,221
Día festivo						
No	Media	1,1	39,1	4,6	74,8	21,8
	D.E	0,2	11,2	9,5	6,0	1,1
Si	Media	1,1	33,6	1,0	78,3	21,2
	D.E	0,3	5,9	1,1	5,0	1,4
Valor p ANOVA K-W		0,430	0,165	0,208	0,169	0,235
Brote						
No	Media	1,0	36,5	2,3	74,9	21,8
	D.E	0,1	10,3	5,8	6,0	1,1
Si	Media	1,0	37,5	3,8	76,1	21,7
	D.E	0,0	10,4	6,3	5,9	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,698	0,724	0,414	0,548	0,817





Feriado						
No	Media	1,1	39,0	4,5	74,9	21,7
	D.E	0,2	11,0	9,4	6,1	1,1
Si	Media	1,0	33,9	0,0	77,1	21,9
	D.E	0,0	12,8	0,0	2,4	0,7
Valor p ANOVA K-W		0,593	0,310	0,289	0,421	0,817
Total	Media	1,1	38,9	4,4	75,0	21,8
	D.E	0,2	11,1	9,3	6,0	1,1

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las demás variables evaluadas, exceptuando a la humedad relativa con temperatura, que además fue el mayor coeficiente de correlación negativo encontrado, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (Tabla 174).

Tabla 174. Correlación por pares de las covariables consideradas para hombres de 65 y más años con enfermedad del sistema circulatorio. Municipio de Copacabana, 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	186	0,034	0,650
Número de casos vs Humedad	76	-0,139	0,229
Número de casos vs Precipitación	188	0,115	0,116
Número de casos vs Temperatura	76	0,155	0,180
PM ₁₀ vs Humedad	76	-0,195	0,091
PM ₁₀ vs Precipitación	186	-0,085	0,249
PM ₁₀ vs Temperatura	76	-0,030	0,800
Humedad vs Precipitación	76	0,103	0,374
Humedad vs Temperatura	76	-0,779	0,000*
Precipitación vs Temperatura	76	0,014	0,906

* Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%





b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés a PM_{10} en $\mu g/m^3$

Se encontró que un incremento significativo en el porcentaje del riesgo por un aumento de $10 \mu g/m^3$ de PM_{10} empezó a evidenciarse en los días diez, once y trece y quince, donde el riesgo fue de 0,4%, manteniendo fijas las demás variables, aunque no se encontró un gradiente en el incremento del porcentaje del riesgo de casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años de este municipio. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos acumulados fue de 0,029, implicando un posible aumento del 33,8% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de $10 \mu g/m^3$ de PM_{10} , cada quince días a partir del momento de la toma de la medición, ajustado por la humedad relativa, la temperatura en $^{\circ}C$, el día de la semana y si el día era o no festivo. Valga resaltar que, con relación al día domingo, se presentó un incremento significativo en el porcentaje de casos de enfermedad respiratoria siendo mayor los días lunes y martes, con el 158,9 y 165,8%, respectivamente, ajustado por las demás variables. Sin embargo, el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuía si el día era festivo en un 61,4%, si las demás variables permanecían constantes. Por cada incremento de un 1% en la humedad relativa, se presentó un aumento en el número de casos del evento del 1,1%. **(Tabla 231)**.

Otros aspectos encontrados

Con respecto a los días de rezago, en el día cero se encontró asociación entre el PM_{10} con la enfermedad respiratoria y las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, tanto para hombres como mujeres menores de 5 años. El mayor porcentaje de incremento del número de casos por enfermedad respiratoria es mayor en los hombres, con un 4,9% de aumento de los casos asociado con un incremento de $10 \mu g/m^3$ de PM_{10} . Para las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, el mayor porcentaje de incremento del número de casos por esta enfermedad se presentó en los hombres con un 4,3% de aumento del número de casos asociado con un incremento de $10 \mu g/m^3$ de PM_{10} **(Anexo 6, tabla 25)**.

Se destaca que para el rezago 0-3, se encontró una asociación entre el PM_{10} y las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores en hombres menores de 5 años; implicando un aumento 6,3% del número de casos por esta enfermedad asociado con un incremento de $10 \mu g/m^3$ de PM_{10} **(Anexo 6, tabla 30)**.





3.1.5 Municipio de Envigado

a. Análisis bivariado

Menores de 5 años con enfermedad respiratoria

Del 1 de enero de 2008 al 31 de diciembre de 2015 se registraron 22.716 casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años en el municipio de Envigado, el promedio de casos por día fue de 4,8 (D.E 3,3); con respecto al día de la semana, el mayor número de casos se presentó el día martes, con diferencias estadísticas con respecto a los demás días de la semana; la enfermedad respiratoria en los días festivos fue menor que con respecto a los días laborales, con diferencias estadísticas significativas ($p=0,000$); para los días feriados y los días laborales, hubo mayor promedio de casos en los días laborales, sin diferencias estadísticas significativas; para el brote de influenza, el promedio de casos con el brote fue de 5,8 (D.E 3,6) con diferencias estadísticamente significativas.

Para el contaminante PM_{10} el promedio de concentración fue de $52,7 \mu g/m^3$ (D. E= 13,4), por día de la semana los promedios más elevados se observan de martes a viernes, con respecto a los restantes días de la semana, con diferencias estadísticas ($p=0,000$); con respecto a la concentración del contaminante el día festivo y los días laborales, predominó este en los días laborales, con diferencias significativas; para el día feriado el promedio fue mayor en días laborales, pero no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$); con respecto a la concentración del contaminante y el brote de influenza no se relaciona con este con diferencias significativas ($p=0,000$).

Para el ozono la concentración promedio fue de 22,4 (D.E 10,1), observándose más elevado los días martes y viernes, con diferencias significativas, con respecto a los demás días de la semana ($p=0,000$); el promedio de la concentración de ozono, predominó en los días laborales, con respecto a los días festivos con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$), no se presentó relación con el brote de influenza, ni con los días feriados ($p > 0,05$).

Los promedios 0,8 (D.E 3,4); 69,8 (D.E 7,8); 20,1 (D.E 1,3) corresponden a la precipitación, la humedad relativa y la temperatura respectivamente. La precipitación y la temperatura presentan diferencias significativas mínimas con respecto a los días de la semana; con respecto a la precipitación no presento relación con los días festivos, feriados y el brote de influenza.

La humedad relativa presento relación significativa con el día festivo con respecto a los días laborales con diferencias estadística significativa ($p=0,000$), no presenta relación con el día feriado y la influenza, con diferencias significativas ($p=0,000$) (**Tabla 175**)

Tabla 175. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Municipio de Envigado, 2008-2015.

Variables	Casos	PM_{10}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
-----------	-------	-----------	-------	---------------	------------------	-------------





Día de la semana							
Domingo	Media	2,7	40,7	16,2	0,4	69,4	20,2
	D.E	1,9	11,5	7,1	1,6	7,9	1,3
Lunes	Media	5,5	49,3	22,1	0,7	69,6	20,2
	D.E	3,7	12,8	10,3	3,2	7,9	1,3
Martes	Media	5,8	54,6	24,3	0,6	69,9	20,1
	D.E	3,7	11,7	11,3	2,3	7,6	1,2
Miércoles	Media	5,2	55,3	23	0,8	69,5	20,2
	D.E	3,4	11,8	9,7	2,8	7,8	1,2
Jueves	Media	4,9	57	23,6	1,4	70,5	20
	D.E	3,2	13,5	9,9	6	7,9	1,3
Viernes	Media	5	56,9	24,4	1	70,3	20
	D.E	3,1	12,8	10,1	3,5	7,8	1,2
Sábado	Media	3,9	52,4	21,7	0,7	69,5	20,1
	D.E	2,5	12,2	9,1	2,1	8	1,3
Valor p ANOVA K-W		0	0	0	0,022	0,449	0,016
Día festivo							
No	Media	4,9	53,3	22,6	0,8	69,7	20,1
	D.E	3,3	13	10,1	3,4	7,8	1,3
Si	Media	2,7	35,6	14,6	1	72,2	19,9
	D.E	1,8	12,4	5,6	2,5	7,4	1,2
Valor p U de M-W		0	0	0	0,566	0,01	0,087
Brote de Influenza							
No	Media	5,1	51,3	21,7	0,7	70,1	20,1
	D.E	3,3	12,1	7,8	2,9	7,9	1,3
Si	Media	5,8	47	22,6	1,6	68,4	20,5
	D.E	3,6	16	9,2	5,3	7,4	1,2
Valor p U de M-W		0,001	0	0,757	0,216	0	0
Día Feriado							
No	Media	4,8	52,7	22,4	0,8	70	20,1
	D.E	3,3	13,4	10,1	3,4	7,7	1,3
Si	Media	4	49,4	20,5	0,7	62,5	20,8
	D.E	2,5	9,7	8,2	2,3	7,9	1
Valor p U de M-W		0,046	0,052	0,288	0,777	0	0
Total	Media	4,8	52,7	22,4	0,8	69,8	20,1
	D.E	3,3	13,4	10,1	3,4	7,8	1,3

*ANOVA paramétrica

Existe correlación significativa dado que la significación es 0,000 y por tanto menor de 0,05. Existe correlación significativa entre los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años, PM₁₀, ozono y temperatura, y no se relaciona la enfermedad respiratoria con la precipitación y la humedad relativa.





Se presenta correlación directa y significativa entre el PM₁₀, ozono, y humedad relativa e inversa y significativa para la temperatura, el PM₁₀ no se correlaciono con la co-variable precipitación. El ozono no se correlaciono con las co-variables humedad relativa y precipitación y temperatura.

Con respecto a las correlaciones entre las co-variables atmosféricas hubo correlación directa y significativa entre la humedad relativa y la precipitación e inversa y significativa entre la humedad relativa y la temperatura, y entre la precipitación y la temperatura. (Tabla 176)

Tabla 176. Correlación por pares de las co-variables consideradas para los enfermos respiratorios, menores de 5 años del municipio de Envigado. 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	2.495	0,19	0,000*
Número de casos vs Ozono	1.853	0,24	0,000*
Número de casos vs Humedad Relativa	2.262	-0,01	0,665
Número de casos vs Precipitación	2.262	0,02	0,304
Número de casos vs Temperatura	2.262	0,1	0,000*
PM ₁₀ vs Ozono	1.853	0,36	0,000*
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	743	0,11	0,003*
PM ₁₀ vs Precipitación	743	-0,01	0,873
PM ₁₀ vs Temperatura	743	-0,1	0,008*
Ozono vs Humedad Relativa	166	0,08	0,322
Ozono vs Precipitación	166	0,09	0,256
Ozono vs Temperatura	166	-0,11	0,140
Humedad Relativa vs Precipitación	2.262	0,62	0,000*
Humedad Relativa vs Temperatura	2.262	-0,88	0,000*
Precipitación vs Temperatura	2.262	-0,59	0,000*

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Mujeres mayores de 65 años con enfermedad respiratoria

Del 1 de enero de 2008 al 31 de diciembre de 2015 se registraron 13.573 casos de enfermedad respiratoria, la razón de casos por sexo fue de 2.5 mujeres : 1 hombre (9696/3877); con respecto al sexo femenino , el promedio de casos por día fue de 4,1 (D.E 2.5); con respecto al día de la semana, el mayor número de casos se presentaron los días martes y viernes, con diferencias estadísticas con respecto a los demás días de la semana; la enfermedad respiratoria en los días festivos fue menor que con respecto a los días laborales, con diferencias estadísticas significativas (p=0,000); para los días feriados y los días laborales, hubo mayor promedio de casos en los días laborales, sin diferencias estadísticas significativas; para el brote de influenza, el promedio de casos predomino con el brote, con diferencias estadísticamente significativas (p=0,000).

Para el contaminante PM₁₀ el promedio de concentración fue de 53,1 µg/m³ (D.E= 13,4), por día de la semana los promedios más elevados se observa que a partir del martes hasta el día jueves tienen los valores más elevados, con respecto a los restantes días de la semana, con diferencias estadísticas





($p=0,000$); con respecto a la concentración del contaminante el día festivo y los días laborales, predominó este en los días laborales, con diferencias significativas; para el día feriado el promedio fue mayor en días laborales, pero no hubo diferencias significativas ($p >0,05$); con respecto a la concentración del contaminante y el brote de influenza no se relaciona con este, con diferencias significativas ($p=0,001$).

Para el ozono la concentración promedio fue de 22,2 (D.E= 9,9), observándose más elevado los días martes, jueves y viernes, con diferencias significativas, con respecto a los demás días de la semana ($p=0,000$); el promedio de la concentración de ozono, predominó en los días laborales, con respecto a los días festivos con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$), no se presentó relación con el brote de influenza, ni con los días feriados ($p>0,05$).

Los promedios 0,8 (D.E =3,3); 69,9 (D.E 7,8); 20,1 (D.E= 1,3) corresponden a la precipitación, la humedad relativa y la temperatura respectivamente. La precipitación no presenta diferencias significativas con respecto a día de la semana, el día festivo, el brote de influenza, el día feriado ($p>0,05$); la humedad relativa y la temperatura no presentaron relación con los días de la semana, el día festivo ($p>0,05$), la humedad relativa no se relaciona con el brote de influenza, ni con el día feriado, con diferencias significativas ($p=0,000$), no se relaciona con los días de la semana ni con los días festivos ($p>0,05$); la temperatura presenta relación significativa mínima con el brote de influenza, y el día feriado, no se relaciona con los días de la semana y el día festivo ($p>0,05$) (**Tabla 177**)

Tabla 177. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria en mujeres mayores de 65 años y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Municipio de Envigado, 2008-2015

Variables	Casos	PM ₁₀	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana						
Domingo	Media	2,5	42,1	17,6	0,4	69,1
	D.E	1,8	11,9	7,5	1,3	7,7
Lunes	Media	4,3	49,5	22,0	0,7	69,9
	D.E	2,6	13,3	10,3	3,2	7,9
Martes	Media	4,6	54,7	23,7	0,6	69,9
	D.E	2,7	11,6	11,1	2,3	7,7
Miércoles	Media	4,5	55,5	22,7	0,7	69,6
	D.E	2,5	12,0	9,4	2,8	7,7
Jueves	Media	4,3	57,1	23,5	1,4	70,6
	D.E	2,6	13,5	9,8	5,9	7,9
Viernes	Media	4,6	57,6	23,8	1,0	70,4
	D.E	2,6	13,0	10,3	3,5	7,8
Sábado	Media	3,5	52,5	21,5	0,6	69,4
	D.E	2,2	12,2	8,9	1,8	7,8
Valor p ANOVA K-W	0,000	0,000	0,000	0,107	0,616	0,178
Día festivo						





No	Media	4,1	53,8	22,5	0,8	69,7	20,1
	D.E	2,6	13,0	9,9	3,4	7,8	1,2
Si	Media	2,8	36,9	15,2	0,9	72,2	19,8
	D.E	1,9	12,0	4,5	2,3	7,4	1,3
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,000	0,691	0,039	0,089
Brote de Influenza							
No	Media	4,5	50,8	21,9	0,6	70,1	20,1
	D.E	2,7	12,1	7,4	2,9	7,8	1,3
Si	Media	5,4	46,9	19,9	1,6	68,4	20,5
	D.E	2,8	15,8	3,7	5,2	7,5	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,001	0,366	0,964	0,005	0,000
Día Feriado							
No	Media	4,1	53,1	22,3	0,8	70,0	20,1
	D.E	2,6	13,4	9,9	3,3	7,7	1,3
Si	Media	3,8	50,5	17,4	0,7	63,0	20,9
	D.E	1,9	10,2	5,7	2,4	7,8	1,0
Valor p ANOVA K-W		0,943	0,380	0,070	0,540	0,000	0,001
Total	Media	4,1	53,1	22,2	0,8	69,9	20,1
	D.E	2,5	13,4	9,9	3,3	7,8	1,3

*ANOVA paramétrica

La enfermedad respiratoria en mujeres mayores de 65 años presentó correlación significativa con el PM₁₀, ozono, y temperatura, y correlación inversa y significativa con la humedad relativa y la precipitación.

El PM₁₀ presentó correlación significativa entre el PM₁₀ y el ozono, no se presentaron correlaciones entre el PM₁₀ y las co-variables meteorológicas. El ozono tampoco presentó correlaciones con estas variables, a excepción de la temperatura que fue inversa y significativa; las variables meteorológicas humedad relativa se correlacionó directa y significativamente con la precipitación y en forma inversa y significativa con la temperatura.





Tabla 178. Correlación por pares de las co-variables consideradas para los enfermos respiratorios, mujeres mayores de 65 años del municipio de Envigado. 2008 a 2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	1.254	0,14	0,000
Número de casos vs Ozono	952	0,13	0,000
Número de casos vs Humedad Relativa	1.165	-0,09	0,003
Número de casos vs Precipitación	1.165	-0,06	0,040
Número de casos vs Temperatura	1.165	0,14	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	952	0,28	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	392	0,07	0,163
PM ₁₀ vs Precipitación	392	-0,04	0,414
PM ₁₀ vs Temperatura	392	-0,06	0,214
Ozono vs Humedad Relativa	106	0,17	0,075
Ozono vs Precipitación	106	0,15	0,137
Ozono vs Temperatura	106	-0,23	0,019
Humedad Relativa vs Precipitación	1.165	0,62	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	1.165	-0,88	0,000
Precipitación vs Temperatura	1.165	-0,6	0,000

Mujeres mayores de 65 años con enfermedad circulatoria

Del 1 de enero de 2008 al 31 de diciembre de 2015 se registraron 1.774 casos de enfermedad circulatoria, la razón de casos por sexo fue de 1.2 mujeres: 1 hombre (968/806); con respecto al sexo femenino, el promedio de casos por día fue de 1,8 (D.E= 0,6); con respecto al día de la semana, se presentaron casos sin diferencias por el día de la semana ($p > 0.05$); la enfermedad circulatoria no se relacionó con los días festivos, ni con el brote de influenza y los días feriados ($p > 0.05$).

Para el contaminante PM₁₀ el promedio de concentración fue de 53,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 13,4), por día de la semana los promedios más elevados corresponden a los días miércoles y jueves con respecto a los restantes días de la semana, con diferencias estadísticas ($p=0,000$); con respecto a la concentración del contaminante el día festivo y los días laborales, predominó este en los días laborales, con diferencias significativas ($p=0,000$); para el día feriado el promedio fue mayor en los estos días feriados, que con respecto al día laboral, pero no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$); con respecto a la concentración del contaminante y el brote de influenza predominó la presencia del brote con relación significativas ($p=0,003$).

Para el ozono la concentración promedio fue de 22,4 (D.E= 10,0), observándose más elevado los días miércoles, jueves y viernes, con diferencias significativas, que con respecto a los demás días de la semana ($p=0,000$); el promedio de la concentración de ozono, predominó en los días laborales, con respecto a los días festivos con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$), no se presentó relación con el brote de influenza, ni con los días feriados ($p > 0,05$).





Los promedios 0,7 (D.E= 3,3); 69,9 (D.E= 8,1); 20,1 (D.E= 1,3) corresponden a la precipitación, la humedad relativa y la temperatura respectivamente. La precipitación, humedad relativa y temperatura no presentaron relación con el día de la semana, el día festivo; el promedio de la precipitación fue mayor para el brote de influenza, pero no fue significativo ($p>0,05$), la humedad relativa el promedio fue mayor para el brote de influenza, pero no fue significativa ($p>0,05$), la humedad relativa el promedio fue mayor en días laborales que en los días feriados y fue significativa ($p=0,000$).

La temperatura los promedios tuvieron un valor similar, los días lunes, martes, miércoles y sábado sin diferencias significativas ($p >0,05$), con respecto al día festivo fue mayor el día laboral, sin diferencias significativas ($p >0,05$); el brote de influenza y día feriado tuvieron un promedio mayor con diferencias significativas ($p=0,000$) (**Tabla 179**)

Tabla 179. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria en mujeres mayores de 65 años y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Municipio de Envigado, 2008- 2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana							
Domingo	Media	1,2	42,0	15,0	0,6	70,5	20,1
	D.E	0,5	10,0	6,7	1,7	7,0	1,2
Lunes	Media	1,3	50,2	20,5	0,9	68,8	20,2
	D.E	0,6	11,9	7,3	3,6	8,6	1,2
Martes	Media	1,3	55,5	24,9	0,4	68,4	20,3
	D.E	0,6	12,4	9,5	2,3	8,0	1,4
Miércoles	Media	1,2	56,1	24,5	0,6	70,1	20,2
	D.E	0,5	12,7	9,9	2,8	7,4	1,2
Jueves	Media	1,4	56,9	24,8	1,4	71,1	19,9
	D.E	0,6	13,7	11,8	5,6	8,6	1,4
Viernes	Media	1,3	57,9	23,9	0,6	70,5	19,9
	D.E	0,6	14,0	10,7	2,7	8,3	1,3
Sábado	Media	1,2	52,4	21,5	0,2	70,1	20,2
	D.E	0,5	12,1	9,1	0,4	8,8	1,3
Valor p ANOVA K-W		0,056	0,000	0,000	0,458	0,391	0,536
Día festivo							
No	Media	1,3	53,8	22,7	0,7	69,8	20,1
	D.E	0,6	13,1	10,0	3,3	8,1	1,3
Si	Media	1,1	37,7	13,8	1,2	73,8	19,5
	D.E	0,4	13,3	4,3	3,0	7,5	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,124	0,000	0,002	0,481	0,052	0,111
Brote de Influenza							
No	Media	1,3	52,7	21,9	0,6	70,3	20,0
	D.E	0,6	11,5	8,1	2,4	8,1	1,3
Si	Media	1,4	63,8	20,2	1,3	68,0	20,7



	D.E	0,7	22,0	3,4	6,1	8,0	1,3
Valor p ANOVA K-W		0,056	0,003	0,834	0,177	0,029	0,000
Día Feriado							
No	Media	1,3	53,3	22,4	0,7	70,3	20,1
	D.E	0,6	13,4	10,0	3,3	7,9	1,3
Si	Media	1,5	54,3	20,4	0,2	60,7	21,2
	D.E	0,6	7,5	0,0	0,4	8,2	0,9
Valor p ANOVA K-W		0,083	-	-	0,121	0,000	0,001
Total	Media	1,8	53,3	22,4	0,7	69,9	20,1
	D.E	0,6	13,4	10,0	3,3	8,1	1,3

*ANOVA paramétrica

Para la enfermedad circulatoria en mujeres mayores de 65 años la correlación fue débil para PM₁₀ y humedad relativa y no fue significativa, e inversa para el ozono y la precipitación y no fue significativa; para la relación de los contaminantes se presentó correlación entre PM₁₀ y el ozono, fue significativa; el ozono tuvo una correlación débil con la humedad relativa, no fue significativa, con respecto al ozono para la precipitación y al temperatura fue inversa la correlación y no fue significativa. Para las co-variables meteorológicas, la humedad relativa y la precipitación tuvieron correlación y fue estadísticamente significativa, la humedad relativa la correlación fue inversa y significativa. (**Tabla 180**)



Tabla 180. Correlación por pares de las covariables consideradas para la enfermedad circulatoria en mujeres mayores de 65 años del municipio de Envigado 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	363	0,01	0,859
Número de casos vs Ozono	269	-0,01	0,881
Número de casos vs Humedad Relativa	424	0,04	0,445
Número de casos vs Precipitación	424	-0,01	0,772
Número de casos vs Temperatura	424	-0,04	0,404
PM ₁₀ vs Ozono	269	0,33	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	109	-0,03	0,722
PM ₁₀ vs Precipitación	109	-0,13	0,167
PM ₁₀ vs Temperatura	109	0,06	0,515
Ozono vs Humedad Relativa	29	0,18	0,362
Ozono vs Precipitación	29	-0,16	0,407
Ozono vs Temperatura	29	-0,25	0,190
Humedad Relativa vs Precipitación	424	0,64	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	424	-0,89	0,000

Hombres mayores de 65 años con enfermedad respiratoria

Del 1 de enero de 2008 al 31 de diciembre de 2015 se registraron 13.573 casos de enfermedad respiratoria, la razón de casos por sexo fue de 2.5 mujeres : 1 hombre (9696/3877); con respecto al sexo masculino, el promedio de casos por día fue de 2,1 (D.E= 1,3); con respecto al día de la semana, el mayor promedio con diferencias leves se presentaron los días jueves y viernes, con diferencias estadísticas con respecto a los demás días de la semana; para la enfermedad respiratoria el promedio en los días festivos fue menor que con respecto a los días laborales, con diferencias estadísticas significativas ($p=0,000$); para los días feriados y los días laborales, hubo mayor promedio de casos en los días laborales, con diferencias estadísticas significativas ($p=0,000$); para el brote de influenza, el promedio de casos fue más elevado para el brote, pero no hubo diferencias estadísticamente significativas.

Para el contaminante PM₁₀ el promedio de concentración fue de 53,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D. E= 13,3), por día de la semana los promedios más elevados se observa que a partir del martes hasta el día jueves, con respecto a los restantes días de la semana, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$); con respecto a la concentración del contaminante el día festivo y los días laborales, predominó este en los días laborales, con diferencias significativas; para el día feriado el promedio fue mayor en días laborales, sin diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$); con respecto a la concentración del contaminante y el brote de influenza, no se relaciona con el brote, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$).

Para el ozono la concentración promedio fue de 22,4 (D.E= 10,0), observándose más elevado los días martes, jueves y viernes, con diferencias significativas, con respecto a los demás días de la semana ($p=0,000$); el promedio de la concentración de ozono, predominó en los días laborales, con respecto a los días festivos con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$), con respecto al brote de influenza, fue mayor la concentración en el brote, pero no fue estadísticamente significativo ($p>0,05$) para los días feriados, fue mayor el promedio en los días laborales, pero no fue estadísticamente significativo ($p>0,05$).





Los promedios 0,8 (D.E= 3,5); 69,7 (D.E= 8,0); 20,2 (D.E= 1,3) corresponden a la precipitación, la humedad relativa y la temperatura respectivamente. La precipitación presenta los promedios más elevados los días martes a jueves, pero no presenta diferencias significativas; el día festivo presenta el promedio más elevado con respecto a los días laborales, pero no hay diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$), predomina el promedio de la presencia de brote, sin diferencias significativas; predomina la precipitación en días laborales con respecto al feriado, pero no hay diferencias estadísticamente significativas.

La humedad relativa presenta promedios con mínimos cambios y no hay diferencias significativas, con respecto al día festivo predomina el promedio en esta día, con respecto a los días laborales, sin diferencias estadísticamente significativas, con respecto al brote de influenza, no presenta relación, no hay diferencias estadísticamente significativa, para el día feriado, predomina el día laboral el promedio más elevado de humedad relativa, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$).

La temperatura presenta promedios con mínimos cambios y no hay diferencias significativas, con respecto al día festivo, el promedio es mayor comparativamente y no hay diferencias significativas ($p>0,05$), para el brote de influenza el promedio del brote es levemente más elevado comparado con sin el brote con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$), para el día feriado predomina el promedio de temperatura levemente más elevado comparado con los días laborales con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$) (Tabla 181).

Tabla 181. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria en hombres mayores de 65 años y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Municipio de Envigado, 2008-2015.

Variables	Casos	PM ₁₀	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana						
Domingo	Media	1,6	41,6	15,8	0,5	68,7
	D.E	1,1	11,2	6,2	2	7,5
Lunes	Media	2,2	50	22	0,5	69,6
	D.E	1,4	13,1	10,6	2,4	7,9
Martes	Media	2,2	54,5	23,5	0,6	69,6
	D.E	1,3	11,9	10,2	2,5	8
Miércoles	Media	2,2	55,1	22,6	0,8	69,8
	D.E	1,2	11,9	9,8	2,9	7,8
Jueves	Media	2,1	56,8	23,6	1,6	70,4
	D.E	1,3	13,7	10,2	6,5	8
Viernes	Media	2,3	57,9	23,7	0,9	70,1
	D.E	1,3	12,9	11,3	3,3	7,9
Sábado	Media	1,9	53,7	21,1	0,7	69,1
	D.E	1,1	12,7	8,9	2,1	8,6
Valor p ANOVA K-W	0	0	0	0,039	0,667	0,358
Día festivo						
No	Media	2,1	54	22,4	0,8	69,6
	D.E	1,3	12,9	10,1	3,5	8





Si	Media	1,7	37,5	14,4	1,1	72	19,9
	D.E	0,9	13,9	4,5	2,6	7,8	1,4
Valor p ANOVA K-W		0,004	0	0	0,457	0,084	0,32
Brote de Influenza							
No	Media	2,2	51,9	21	0,7	69,9	20,1
	D.E	1,3	12,2	7,8	3	8	1,3
Si	Media	2,4	46,1	21,2	1,6	68,6	20,5
	D.E	1,4	16,8	4,6	5,4	7,5	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,245	0	0,561	0,942	0,052	0,002
Día Feriado							
No	Media	2,1	53,5	22,2	0,8	69,8	20,2
	D.E	1,3	13,4	10,1	3,5	7,9	1,3
Si	Media	1,9	48,5	18,5	0,1	62,5	20,9
	D.E	1,2	11	8,1	0,3	8,4	1
Valor p ANOVA K-W		0,243	0,073	0,225	0,241	0	0,003
Total	Media	2,1	53,4	22,1	0,8	69,7	20,2
	D.E	1,3	13,3	10,1	3,5	8	1,3

Para la enfermedad respiratoria en hombres mayores de 65 años hay correlaciones con los contaminantes PM₁₀, ozono y temperatura y son estadísticamente significativas, es inversa con la presencia de casos y la humedad relativa y estadísticamente significativa; con respecto al PM₁₀ y el ozono hay correlación y es estadísticamente significativa, no se encontraron correlación entre el PM₁₀ y la humedad relativa, la precipitación y la temperatura. No se presentaron correlaciones entre el ozono y los co-variables meteorológicas.

Entre las co-variables meteorológicas se encontró relación entre la humedad relativa y la precipitación y es estadísticamente significativa, es inversa entre la humedad relativa y la precipitación, la humedad relativa y la temperatura y es estadísticamente significativa (**Tabla 182**).

Tabla 182. Correlación por pares de las covariables consideradas para la enfermedad respiratoria en hombres mayores de 65 años del municipio de Envigado. 2008-2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	933	0,17	0,000
Número de casos vs Ozono	688	0,09	0,020
Número de casos vs Humedad Relativa	967	-0,07	0,024
Número de casos vs Precipitación	967	-0,06	0,080
Número de casos vs Temperatura	967	0,12	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	688	0,31	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	287	0,08	0,188
PM ₁₀ vs Precipitación	287	-0,05	0,435
PM ₁₀ vs Temperatura	287	-0,06	0,336
Ozono vs Humedad Relativa	51	0,27	0,052
Ozono vs Precipitación	51	0,19	0,178





Ozono vs Temperatura	51	-0,28	0,049
Humedad Relativa vs Precipitación	967	0,63	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	967	-0,89	0,000
Precipitación vs Temperatura	967	-0,59	0,000

Hombres mayores de 65 años con enfermedad circulatoria

Del 1 de enero de 2008 al 31 de diciembre de 2015 se registraron 1.774 casos de enfermedad respiratoria, la razón de casos por sexo fue de 1.2 mujeres : 1 hombre (968/806); con respecto al sexo masculino, el promedio de casos por día fue de 1,2 (D.E= 0,5); con respecto al día de la semana, los promedios fueron similares y no hubo diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$); con respecto a la enfermedad respiratoria en los días festivos el promedio más elevado fue en los días laborales sin diferencias estadísticas significativas; para los días feriados y los días laborales, el promedio fue similar sin diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$); para el brote de influenza, el promedio de casos fue similar, no hubo diferencias estadísticamente significativas.

Para el contaminante PM_{10} el promedio de concentración fue de $54,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 14,5), por día de la semana los promedios más elevados se observa que a partir del martes hasta el día jueves, con respecto a los restantes días de la semana, sin diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$); con respecto a la concentración del contaminante el día festivo y los días laborales, el promedio fue similar sin diferencias significativas ($p>0,05$); para el día feriado el promedio fue mayor en días laborales, sin diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$); con respecto a la concentración del contaminante y el brote de influenza, el promedio fue similar sin diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

Para el ozono la concentración promedio fue de 22,2 (D.E= 10,4), observándose más elevado los días lunes y jueves, con diferencias significativas, con respecto a los demás días de la semana ($p=0,000$); el promedio de la concentración de ozono, predominó en los días laborales, con respecto a los días festivos con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$), con respecto al brote de influenza, fue más elevado en el brote, pero no fue estadísticamente significativo ($p>0,05$) para los días feriados, fue mayor el promedio en los días laborales, pero no fue estadísticamente significativo ($p>0,05$).

Los promedios 1,0 (D.E= 4,7); 69,5 (D.E= 8,3); 20,1 (D.E= 1,3) corresponden a la precipitación, la humedad relativa y la temperatura respectivamente. La precipitación presenta los promedios más elevados los días martes a jueves, sin diferencias significativas; los días laborales presentan el promedio más elevado con respecto al día festivo sin diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$), predomina el promedio de la presencia de brote, sin diferencias significativas; predomina la precipitación en días feriados con respecto a los días laborales, pero no hay diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$).

La humedad relativa presenta promedios más elevados a partir del martes, pero no hay diferencias significativas, con respecto al día festivo predomina el promedio más elevado en esta día, con respecto a los días laborales, sin diferencias estadísticamente significativas, con respecto al brote de influenza, no presenta relación, no hay diferencias estadísticamente significativa, para el día feriado, predomina el día laboral el promedio más elevado de humedad relativa, con diferencias estadísticamente significativas ($p=0,000$).

La temperatura presenta promedios con mínimos cambios y no hay diferencias significativas, con respecto al día festivo, el promedio es mayor en días laborales y no hay diferencias significativas ($p>0,05$), para el brote de influenza el promedio del brote es levemente más elevado comparado con el promedio sin el brote con diferencias





estadísticamente significativas ($p=0,000$), el promedio es más elevado para el día feriado comparado con los días laborales sin diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) (Tabla 183).

Tabla 183. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria en hombres mayores de 65 años y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Municipio de Envigado, 2008-2015.

Variables	Casos	PM10	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana						
Domingo	Media	1,2	40,8	15,7	0,5	69,0
	D.E	0,5	11,7	6,5	1,0	8,1
Lunes	Media	1,2	51,9	23,7	1,1	68,3
	D.E	0,6	13,8	10,8	4,6	8,2
Martes	Media	1,2	56,0	23,3	0,3	70,1
	D.E	0,6	12,5	10,5	0,6	8,3
Miércoles	Media	1,2	56,4	22,5	0,6	70,0
	D.E	0,6	13,7	9,2	2,8	8,4
Jueves	Media	1,3	57,9	20,2	2,7	70,2
	D.E	0,5	14,4	8,4	10,1	8,7
Viernes	Media	1,3	59,3	25,3	0,9	69,5
	D.E	0,5	14,3	13,1	3,3	7,5
Sábado	Media	1,1	52,8	21,4	0,8	68,4
	D.E	0,4	14,4	9,0	2,1	9,5
Valor p ANOVA K-W		0,546	1,374	0,005	0,941	0,872
Día festivo						
No	Media	1,2	54,9	22,5	1,0	69,4
	D.E	0,5	14,0	10,5	4,8	8,3
Si	Media	1,1	36,5	15,2	1,2	72,2
	D.E	0,3	16,3	5,7	2,4	8,3
Valor p ANOVA K-W		0,184	0,000	0,015	0,651	0,293
4						
No	Media	1,3	48,8	20,4	0,8	69,6
	D.E	0,6	11,7	5,8	4,2	8,3
Si	Media	1,3	48,0	21,9	2,0	68,7
	D.E	0,6	24,9	0,0	7,0	8,7
Valor p ANOVA K-W		0,247	0,193	-	0,762	0,572
Día Feriado						
No	Media	1,2	54,2	22,3	1,0	69,6
	D.E	0,5	14,6	10,4	4,8	8,3
Si	Media	1,2	53,7	13,2	1,3	66,8
	D.E	0,6	3,2	0,3	3,5	9,2
Valor p ANOVA K-W		0,663	0,951	-	0,708	0,301





Total	Media	1,2	54,2	22,2	1,0	69,5	20,1
	D.E	0,5	14,5	10,4	4,7	8,3	1,3

***ANOVA paramétrica**

Para la enfermedad circulatoria en hombres mayores de 65 años, para los casos no hay correlaciones con los contaminantes PM₁₀, ozono y las co-variables meteorológicas. El PM₁₀ presentó correlación significativa con el ozono, no se presentaron correlaciones entre el PM₁₀ y los co-variables meteorológicas. El ozono no presentó correlación con las co-variables meteorológicas.

Entre las co-variables meteorológicas se encontró relación directa entre la humedad relativa y la precipitación y es estadísticamente significativa, es inversa entre la humedad relativa y la precipitación, la humedad relativa y la temperatura y es estadísticamente significativa (





Tabla 184).





Tabla 184. Correlación por pares de las covariables consideradas para la enfermedad circulatoria en hombres mayores de 65 años del municipio de Envigado, 2008- 2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	296	0,05	0,354
Número de casos vs Ozono	225	-0,05	0,470
Número de casos vs Humedad Relativa	337	-0,08	0,143
Número de casos vs Precipitación	337	0,03	0,589
Número de casos vs Temperatura	337	0,04	0,417
PM ₁₀ vs Ozono	225	0,26	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	76	0,13	0,275
PM ₁₀ vs Precipitación	76	0,06	0,608
PM ₁₀ vs Temperatura	76	-0,12	0,307
Ozono vs Humedad Relativa	8	0,29	0,493
Ozono vs Precipitación	8	0,08	0,847
Ozono vs Temperatura	8	-0,72	0,045
Humedad Relativa vs Precipitación	337	0,64	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	337	-0,9	0,000
Precipitación vs Temperatura	337	-0,58	0,000

b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad

Casos de enfermedad respiratoria en hombres de 65 y más años con exposición de interés PM₁₀ en µg/m³

Siguiendo la metodología explicada previamente, los valores de los términos de suavizado para las tres covariables de interés no tuvieron efecto ni paramétrico ni no paramétrico. Tampoco se encontró efecto significativo sobre el número de casos de enfermedad respiratoria en los rezagos simples del contaminante; el efecto acumulado de PM₁₀ en µg/m³ sobre el desenlace fue de 0.0035, esto es, por cada incremento de 10 µg/m³ en PM₁₀ hubo un aumento en el número de casos de enfermedad respiratoria de 0.035 o lo que es lo mismo, el porcentaje de riesgo de enfermedad respiratoria aumentó en 3,5% hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, ajustando por las demás variables en el modelo. Cada día de la semana tuvo un porcentaje de riesgo de enfermedad respiratoria que fue superior al del día domingo, siendo mayor el del día lunes y viernes, ambos con el 50,7% y menor el día sábado en un 11,6%, con significación estadística, cuando se ajustó por las demás variables (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 con exposición de interés PM_{2.5} en µg/m³

Los valores de los términos de suavizado para las co-variables fueron significativos. Se presentó un incremento significativo en el porcentaje de casos de enfermedad respiratoria, del 15% y del 8,3% en los





rezagos simples trece y catorce del contaminante, por un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$, sin un gradiente definido. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos distribuidos fue de 0.036 lo que dio cuenta de un incremento de 43.3% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$ en un día ajustado por la temperatura en $^{\circ}\text{C}$, la precipitación en mm, la humedad relativa en %, el día de la semana y si este era o no festivo. Con respecto al día domingo, los casos de enfermedad aumentaron, especialmente los días lunes y martes, en un 136,3 y 138,7%, cuando las demás variables constitutivas del modelo permanecieron constantes. Obsérvese que el número de casos de la enfermedad en cuestión rebajó si el día era festivo, 58.9%, si las demás variables permanecían fijas (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en hombres de 65 y más años con exposición de interés $\text{PM}_{2.5}$ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Cuando se controló por los rezagos simples del contaminante, solo el día de la semana tuvo significación estadística, sobre el número de casos de enfermedad respiratoria en este grupo de edad. No se encontró ni un aumento ni una disminución significativa en los porcentajes de riesgo en los rezagos simples pero cuando se consideró el efecto acumulado de $\text{PM}_{2.5}$ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sobre el desenlace, por cada incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$ hubo un aumento en el número de casos de enfermedad respiratoria de 0.199 o lo que es lo mismo, el porcentaje de riesgo de enfermedad respiratoria aumentó en un 19.9% hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, ajustando por el día de la semana. Con respecto al día domingo, se observó un aumento en todos los días siguientes del porcentaje del número de casos de enfermedad respiratoria, siendo mayor el día martes en un 76.8% y viernes, en un 68.2% y menor el día sábado, con un 29.7%, con significación estadística, ajustando por las demás variables (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés O_3 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Los valores de los términos de suavizado para las co-variables no tuvieron efecto sobre el número de casos de enfermedad respiratoria. Se evidenció un incremento significativo en el porcentaje del riesgo de enfermedad respiratoria por un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en O_3 en los rezagos sexto, séptimo, trece y catorce. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos distribuidos fue de 0.0327 lo que dio cuenta de un incremento de 38,8% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en O_3 ajustado por el día de la semana. Con respecto al día domingo, los casos de enfermedad aumentaron los demás días de la semana, en un 118,1%, 116%, 99,4%, 97,4%, 91,6% y 63,2%, para el lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado, respectivamente, ajustado por el contaminante (**Tabla 231**).

Otros aspectos encontrados

Con respecto a los días de rezago, en el día cero se encontró una asociación entre el PM_{10} y las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores en hombres de 5 a 14 años; dando cuenta de un incremento de 7,3% en los casos de dicha enfermedad asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del contaminante. El $\text{PM}_{2.5}$ se asoció con enfermedad respiratoria e infecciones agudas de las vías respiratorias superiores en hombres entre 5 a 14 años, dando cuenta de un incremento de 13,9% de los casos de enfermedad respiratoria y un 19,1% de los casos por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del contaminante (**Anexo 6, tabla 33**).





3.1.6 Municipio de Girardota³⁰

a. Análisis bivariado

Menores de 5 años con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 8.145 casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años, habitantes del municipio de Girardota, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 2,1 (D.E=1,3) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, este fue mayor el martes con diferencias estadísticas con respecto a los promedios de los días restantes; cuando se consideró si el día era festivo o feriado, el número promedio de casos de la enfermedad en cuestión fue menor con respecto a que no lo fuera. El promedio de contaminante PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el periodo de estudio fue de 44,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 12,1) y por día de la semana fue superior los días jueves, con diferencias estadísticas ($p<0,001$) con relación a los demás días. El promedio para PM_{2.5} fue de 21,4 (D.E= 5,1), cuando se consideró si el día era festivo o feriado, el número promedio de casos de la enfermedad en cuestión fue menor con respecto a que no lo fuera. Con respecto al ozono, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el promedio diario fue de 46.33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=11,5) siendo mayor el día domingo que los restantes.

Aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p>0,05$). Cuando el día era festivo o feriado, los promedios del número de casos y de PM₁₀ fueron menores con relación a si no lo era; sin embargo no presentaron diferencias significativas al igual que para el ozono. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios del número de casos, PM_{2.5} y O₃ fueron mayores cuando aquel se había reportado en contraste con los promedios de precipitación, humedad relativa y temperatura los cuales se diferenciaron estadísticamente con relación a si se había reportado o no algún brote de influenza (**Tabla 185**).

³⁰ Solo se presentan los modelos ajustados para el número de casos diarios de enfermedad respiratoria, correspondientes a los efectos de PM₁₀ y PM_{2.5} en menores de 5 años. Por haber resultado irrelevantes, para este municipio, no se reportan las salidas del GAM en relación con los efectos de los tres contaminantes sobre la enfermedad respiratoria y la enfermedad circulatoria en grupos de hombres y mujeres con edad igual o superior a 65 años. Tampoco los efectos de O₃ sobre la enfermedad respiratoria en los menores de edad





Tabla 185. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Municipio de Girardota, 2008 -2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	1,5	37,7	20,6	57,5	4,6	74,8	21,9
	D.E	0,8	10,0	5,3	14,4	8,5	6,0	1,2
Lunes	Media	2,3	42,1	19,4	45,8	6,2	75,3	21,9
	D.E	1,5	11,7	4,6	11,7	11,4	5,8	1,1
Martes	Media	2,2	46,0	22,5	46,8	5,5	74,8	21,9
	D.E	1,4	12,5	6,0	9,2	10,5	5,9	1,1
Miércoles	Media	2,2	45,9	21,4	42,4	5,4	75,2	21,9
	D.E	1,3	11,6	5,0	10,1	9,4	5,7	1,0
Jueves	Media	2,2	47,1	22,4	43,6	4,9	75,3	21,8
	D.E	1,3	13,3	5,1	9,7	9,1	5,6	1,0
Viernes	Media	2,1	46,0	22,1	44,3	4,7	75,2	21,7
	D.E	1,3	11,6	4,8	11,6	9,0	5,3	1,0
Sábado	Media	1,9	43,4	20,3	50,0	5,1	74,7	21,9
	D.E	1,2	11,6	4,6	11,5	9,4	5,6	1,1
Valor p ANOVA K-W		0,0	0,0	0,2	0,0	0,6	0,7	0,6
Día festivo								
No	Media	2,1	44,5	21,8	46,4	5,2	75,0	21,9
	D.E	1,3	12,3	5,1	11,5	9,7	5,7	1,1
Si	Media	1,6	43,1	16,1	41,5	6,0	77,4	21,7
	D.E	0,9	9,5	2,1	7,1	10,2	4,9	1,0
Valor p Wilcox		0,0	0,5	0,0	0,3	1,0	0,0	0,3
Brote de Influenza								
No	Media	2,4	45,4	21,8	46,4	4,9	75,3	21,8
	D.E	1,5	11,5	5,1	11,8	9,8	5,7	1,0
Si	Media	2,2	45,4	16,3	45,2	3,0	73,9	22,1
	D.E	1,4	10,7	2,1	7,8	7,2	5,6	1,1
Valor p Wilcox		0,0	0,6	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0
Día Feriado								
No	Media	2,1	44,5	21,8	46,4	5,2	75,0	21,9
	D.E	1,3	12,3	5,1	11,7	9,7	5,7	1,1
Si	Media	2,0	43,1	16,1	45,5	7,5	78,7	21,4
	D.E	1,1	9,5	2,1	9,1	10,4	3,6	1,0
Valor p Wilcox		1,0	0,5	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0
Total	Media	2,1	44,5	21,4	46,3	5,2	75,1	21,9
	D.E	1,3	12,2	5,1	11,5	9,7	5,7	1,1





Se encontró correlación directa y significativa entre el número de casos de enfermedad respiratoria y los niveles de PM_{10} . Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de PM_{10} con humedad relativa y precipitación y correlación directa y significativa de PM_{10} con $PM_{2.5}$ y temperatura; al igual que de ozono con temperatura. Nótese que las mayores correlaciones, inversas y significativas, fueron las encontradas entre humedad relativa con temperatura y ozono (**Tabla 186**).





Tabla 186. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, menores de 5 años del municipio de Girardota,20082-015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	3.735	0,060	0,001*
Número de casos vs PM _{2,5}	150	-0,050	0,582
Número de casos vs Ozono	163	-0,140	0,084
Número de casos vs Humedad Relativa	1645	0,000	0,936
Número de casos vs Precipitación	3.875	-0,010	0,662
Número de casos vs Temperatura	1.645	0,030	0,172
PM ₁₀ vs PM _{2,5}	150	0,620	0,000*
PM ₁₀ vs Ozono	163	-0,160	0,041
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	1.645	-0,200	0,000*
PM ₁₀ vs Precipitación	3.733	-0,170	0,000*
PM ₁₀ vs Temperatura	1.645	0,150	0,000*
PM _{2,5} vs Ozono	150	0,120	0,136
PM _{2,5} vs Humedad Relativa	150	-0,030	0,757
PM _{2,5} vs Precipitación	150	-0,120	0,140
PM _{2,5} vs Temperatura	150	-0,120	0,153
Ozono vs Humedad Relativa	163	-0,510	0,000*
Ozono vs Precipitación	163	-0,180	0,021
Ozono vs Temperatura	163	0,350	0,000*
Humedad Relativa vs Precipitación	1.643	0,190	0,000*
Humedad Relativa vs Temperatura	1.645	-0,800	0,000*
Precipitación vs Temperatura	1.643	-0,150	0,000*

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Hombres mayores de 65 años con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 768 casos de enfermedad respiratoria en los hombres mayores de 65 años, habitantes del municipio de Girardota, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,2 (D.E=0.4) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, este fue mayor el martes pero sin diferencias estadísticas con respecto a los promedios de los días restantes; cuando se consideró si el día era festivo o feriado, el número promedio de casos de la enfermedad tampoco presentó diferencias significativas en cuestión con respecto a que no lo fuera.

El promedio de contaminante PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el periodo de estudio fue de 46,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 12.3) y por día de la semana fue superior el día miércoles, con diferencias estadísticas ($p<0,001$) con relación a los demás días. El promedio para PM_{2,5} fue de 22,6 (D.E= 5,8), cuando se consideró si el día era feriado, el número promedio de casos de la enfermedad en cuestión fue mayor con relación a que no lo fuera. Con respecto al ozono, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el promedio diario fue de 46.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=10,5) siendo mayor el día jueves que los restantes. Aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p>0,05$).





Cuando el día era festivo, únicamente fueron encontradas diferencias marcadas para PM₁₀ siendo observados promedios mayores en los días festivos.

El análisis para los días feriados no presentó diferencias significativas para ninguna de las variables analizadas. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de PM_{2.5} fueron menores en los días de brote (**Tabla 187**).

Tabla 187. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria en hombres de 65 y más años y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Girardota, 2008 -2015.

Variables	Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana							
Domingo	Media	1,0	34,0		4,5	73,2	21,7
	D.E	0,2	8,3		5,9	5,9	1,0
Lunes	Media	1,2	44,4	24,6	51,6	5,7	73,9
	D.E	0,5	10,9	4,9	7,7	12,1	6,4
Martes	Media	1,3	47,7	22,6	45,6	5,5	75,1
	D.E	0,5	13,2	8,2	9,3	11,4	6,5
Miércoles	Media	1,2	48,3	21,9	44,0	5,1	74,8
	D.E	0,5	13,3	5,6	9,7	9,7	5,7
Jueves	Media	1,1	47,5	23,1	48,5	4,6	75,2
	D.E	0,4	12,0	6,9	15,2	9,4	6,2
Viernes	Media	1,2	47,0	23,5	46,9	4,0	75,1
	D.E	0,5	10,9	4,7	13,0	7,1	5,3
Sábado	Media	1,1	45,7	20,1	46,6	5,7	76,3
	D.E	0,4	11,9	5,8	9,3	11,9	6,4
Valor p ANOVA K-W		0,1	0,0	0,7	0,8	0,9	0,6
Día festivo							
No	Media	1,2	46,6	22,6	46,9	5,1	74,9
	D.E	0,5	12,2	5,8	10,5	10,3	6,1
Si	Media	1,1	35,2		2,3	76,5	22,0
	D.E	0,2	12,1		5,5	2,2	0,8
Valor p Wilcox		0,2	0,0		0,3	0,6	0,8
Brote de Influenza							
No	Media	1,2	46,4	23,1	46,7	4,7	75,2
	D.E	0,5	11,3	5,6	10,7	10,9	6,1
Si	Media	1,3	45,7	14,1	50,0	3,2	73,1
	D.E	0,6	9,3	1,8	7,2	6,7	5,7
Valor p Wilcox		0,2	0,4	0,0	0,5	1,0	0,0
Día Feriado							
No	Media	1,2	46,3	23,1	46,5	5,1	74,9
	D.E	0,4	12,3	5,6	10,6	10,2	6,1





Si	Media	1,4	45,3	14,1	54,1	4,3	78,0	21,9
	D.E	0,5	11,2	1,8	0,4	9,5	4,0	1,2
Valor p Wilcox		0,1	0,8	0,0	0,3	0,5	0,2	0,9
Total	Media	1,2	46,2	22,6	46,9	5,1	75,0	21,9
	D.E	0,4	12,3	5,8	10,5	10,2	6,1	1,0

No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad respiratoria y los niveles de las variables ambientales analizadas. Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de PM₁₀ con humedad relativa y precipitación, y positiva con PM_{2.5} y temperatura. Nótese que la mayor correlación negativa, significativa, fue la encontrada entre humedad relativa y temperatura, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 188**).

Tabla 188. Correlación por pares de las covariables consideradas para los hombres mayores de 65 y más años con enfermedad respiratoria, Girardota 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	627	0,040	0,271
Número de casos vs PM _{2.5}	41	-0,060	0,715
Número de casos vs Ozono	43	0,020	0,889
Número de casos vs Humedad Relativa	298	-0,020	0,698
Número de casos vs Precipitación	644	-0,070	0,089
Número de casos vs Temperatura	298	0,070	0,231
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	41	0,750	0,000*
PM ₁₀ vs Ozono	43	-0,030	0,847
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	298	-0,150	0,009*
PM ₁₀ vs Precipitación	627	-0,200	0,000*
PM ₁₀ vs Temperatura	298	0,120	0,035*
PM _{2.5} vs Ozono	41	-0,030	0,875
PM _{2.5} vs Humedad Relativa	41	0,110	0,490
PM _{2.5} vs Precipitación	41	-0,110	0,513
PM _{2.5} vs Temperatura	41	-0,230	0,150
Ozono vs Humedad Relativa	43	-0,590	0,000*
Ozono vs Precipitación	43	-0,230	0,142
Ozono vs Temperatura	43	0,500	0,001*
Humedad Relativa vs Precipitación	298	0,200	0,000*
Humedad Relativa vs Temperatura	298	-0,800	0,000*
Precipitación vs Temperatura	298	-0,130	0,030*

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Hombres mayores de 65 años con enfermedad circulatoria

En total, se estimaron 187 casos de enfermedad circulatoria en los hombres mayores de 65 años, habitantes del municipio de Girardota, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015,





donde el promedio fue de 1,1 (D.E=0,3) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, no se encontraron diferencias significativas con respecto a los promedios encontrados; de la misma forma, no se encontraron diferencias cuando se consideró si el día era festivo o feriado. El promedio de contaminante PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el periodo de estudio fue de 46,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 12,7) y por día de la semana fue superior los días jueves y viernes, con diferencias estadísticas ($p < 0,001$) con relación a los demás días. Con respecto al ozono, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el promedio diario fue de 40,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=14,3).

Aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p > 0,05$). Cuando el día era festivo o feriado, los promedios del número de casos y de PM₁₀ fueron menores con relación a si no lo era; ellos no presentaron diferencias para el ozono, la precipitación, la humedad relativa y la temperatura cuando se cotejaron con la dicotomía de si el día era festivo o feriado (**Tabla 189**).





Tabla 189. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria en hombres mayores de 65 y más años y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día, Girardota 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	1,1	37,6			4,2	74,2	22,1
	D.E	0,2	8,4			7,0	6,1	1,4
Lunes	Media	1,1	42,4			6,6	75,4	22,0
	D.E	0,3	10,9			13,4	5,0	1,1
Martes	Media	1,1	47,1			2,6	73,7	22,1
	D.E	0,2	12,1			6,8	6,8	1,1
Miércoles	Media	1,0	48,4	24,9	56,4	7,1	75,7	21,8
	D.E	0,2	11,2			12,7	5,3	1,2
Jueves	Media	1,1	49,1	33,1	37,6	4,1	74,7	22,2
	D.E	0,4	11,8			6,6	3,9	0,9
Viernes	Media	1,0	49,4		28,3	7,5	76,2	21,6
	D.E	0,2	16,9			12,2	5,6	1,1
Sábado	Media	1,0	45,6			8,5	73,6	21,8
	D.E	0,0	10,9			12,0	7,9	1,1
Valor p ANOVA K-W		0,8	0,0	0,3	0,4	0,7	0,9	0,8
Día festivo								
No	Media	1,1	46,7	29,0	40,8	5,4	74,7	22,0
	D.E	0,3	12,6	5,8	14,3	10,2	5,6	1,1
Si	Media	1,1	38,3			9,3	77,9	21,8
	D.E	0,4	14,5			11,8	5,7	1,4
Valor p Wilcox		0,4	0,1			0,3	0,2	1,0
Brote de Influenza								
No	Media	1,1	47,4	29,0	40,8	3,9	74,7	21,9
	D.E	0,3	12,7	5,8	14,3	8,9	5,9	1,1
Si	Media	1,0	53,9			7,1	75,5	22,4
	D.E	0,0	13,1			10,7	4,7	1,2
Valor p Wilcox		0,2	0,0			0,0	0,6	0,1
Día Feriado								
No	Media	1,1	46,4	29,0	40,8	5,6	74,8	22,0
	D.E	0,3	12,8	5,8	14,3	10,4	5,7	1,1
Si	Media	1,0	44,6			5,6	78,8	21,4
	D.E	0,0	10,6			8,8	2,0	0,4
Valor p Wilcox		0,6	1,0			0,9	0,2	0,3
Total	Media	1,1	46,3	29,0	40,8	5,6	74,9	22,0
	D.E	0,3	12,7	5,8	14,3	10,3	5,7	1,1





No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad circulatoria y los niveles de las variables consideradas. Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, del ozono con la humedad relativa y la precipitación y de la humedad relativa con la temperatura. Nótese que la mayor correlación, significativas, fue encontradas entre temperatura y humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 190**).

Tabla 190. Correlación por pares de las covariables consideradas para los para los hombres mayores de 65 y más años enfermos circulatorios, del municipio de Girardota, 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	173	-0,070	0,383
Número de casos vs PM _{2,5}	2		0,000*
Número de casos vs Ozono	3		0,000*
Número de casos vs Humedad Relativa	116	0,020	0,791
Número de casos vs Precipitación	176	-0,040	0,579
Número de casos vs Temperatura	116	-0,070	0,467
PM ₁₀ vs PM _{2,5}	2		0,000*
PM ₁₀ vs Ozono	3	0,870	0,333
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	116	-0,160	0,092
PM ₁₀ vs Precipitación	173	-0,130	0,079
PM ₁₀ vs Temperatura	116	0,100	0,267
PM _{2,5} vs Ozono	2	-1,000	0,000*
PM _{2,5} vs Humedad Relativa	2	1,000	0,000*
PM _{2,5} vs Precipitación	2		0,000*
PM _{2,5} vs Temperatura	2	-1,000	0,667
Ozono vs Humedad Relativa	3	-1,000	0,000*
Ozono vs Precipitación	3	-0,870	0,333
Ozono vs Temperatura	3	0,500	0,667
Humedad Relativa vs Precipitación	116	0,270	0,003*
Humedad Relativa vs Temperatura	116	-0,810	0,000*
Precipitación vs Temperatura	116	-0,190	0,041*

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Mujeres mayores de 65 años con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 1.373 casos de enfermedad respiratoria en las mujeres mayores de 65 años, habitantes del municipio de Girardota, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,3 (D.E=0,7) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, este fue mayor el jueves con diferencias estadísticas con respecto a los promedios de los días restantes; cuando se consideró si el día era festivo o feriado, el número promedio de casos de la enfermedad en cuestión no presentaron diferencias marcadas con respecto a que no lo fuera.





El promedio de contaminante PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el periodo de estudio fue de 54,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 12,2) y por día de la semana fue superior los días jueves, con diferencias estadísticas ($p < 0,001$) con relación a los demás días. Con respecto al ozono, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, el promedio diario fue de 47,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=13,4) sin diferencias significativas entre los días de la semana. Aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p > 0,05$).

Cuando el día era festivo o feriado, los promedios del número de casos y de PM₁₀ fueron menores con relación a si no lo era; ellos no presentaron diferencias marcadas para el ozono, la precipitación, la humedad relativa y la temperatura cuando se cotejaron con la dicotomía de si el día era festivo o feriado. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de la humedad relativa y la temperatura, fueron mayores cuando aquel se había reportado en contraste con los promedios de precipitación, humedad relativa y temperatura los cuales tuvieron diferencias mínimas, es decir, no se diferenciaron estadísticamente con relación a si se había reportado o no algún brote de influenza (**Tabla 191**).





Tabla 191. Indicadores de resumen del número de casos mujeres de 65 y más años con enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día, 2008-2015.

Variables	Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	
Día de la semana								
Domingo	Media	1,1	36,0	18,3	60,6	4,8	73,4	22,3
	D.E	0,2	8,7	4,2	24,2	7,9	4,9	0,8
Lunes	Media	1,3	43,6	20,2	47,5	5,3	74,7	21,9
	D.E	0,6	12,0	4,7	14,2	9,8	6,0	1,1
Martes	Media	1,4	45,2	20,1	44,9	4,2	74,5	21,9
	D.E	0,7	11,9	5,5	8,1	8,0	5,8	1,0
Miércoles	Media	1,4	46,0	22,6	42,5	4,7	74,9	21,9
	D.E	0,8	10,8	5,1	11,2	8,6	6,1	1,1
Jueves	Media	1,4	48,3	22,3	44,7	5,3	75,2	21,9
	D.E	0,6	13,1	6,3	11,9	10,3	5,1	1,0
Viernes	Media	1,4	45,8	23,1	49,1	4,8	75,0	21,8
	D.E	0,8	12,0	5,0	13,4	8,8	5,3	1,0
Sábado	Media	1,3	45,2	19,1	48,5	4,5	75,3	21,8
	D.E	0,6	13,3	3,4	12,4	9,7	5,8	1,1
Valor p ANOVA K-W		0,0	0,0	0,4	0,7	1,0	0,8	0,5
Día festivo								
No	Media	1,3	45,4	21,0	46,7	4,8	74,8	21,9
	D.E	0,7	12,2	5,1	13,2	9,1	5,6	1,0
Si	Media	1,2	35,4	27,6	69,3	2,9	77,7	21,5
	D.E	0,6	10,0			5,6	7,0	1,1
Valor p Wilcox		0,2	0,0	0,2	0,1	0,4	0,1	0,4
Brote de Influenza								
No	Media	1,4	45,4	21,4	47,1	4,5	75,0	21,9
	D.E	0,7	11,3	5,2	13,8	9,5	5,8	1,0
Si	Media	1,5	46,2	17,3	47,1	3,5	73,8	22,2
	D.E	0,7	11,7	2,1	7,1	9,2	4,7	1,0
Valor p Wilcox		0,3	0,9	0,1	0,8	0,2	0,0	0,0
Día Feriado								
No	Media	1,3	45,3	21,4	47,1	4,8	74,7	21,9
	D.E	0,7	12,3	5,2	13,8	9,1	5,7	1,0
Si	Media	1,4	44,7	17,3	47,1	4,7	78,2	21,4
	D.E	0,5	10,7	2,1	7,1	8,8	3,1	1,0
Valor p Wilcox		0,4	0,9	0,1	0,8	0,8	0,0	0,0
Total	Media	1,3	45,2	21,1	47,1	4,8	74,8	21,9
	D.E	0,7	12,2	5,1	13,4	9,1	5,6	1,0





No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad respiratoria y los niveles de ozono; obsérvese la correlación inversa y significativa del desenlace con la precipitación y la humedad relativa, lo que indica que a medida que aumenta la humedad relativa o la precipitación, disminuye el número de casos. Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de PM₁₀ con humedad relativa y precipitación y positiva con la temperatura. Nótese que las mayores correlaciones inversas, significativas, fueron las encontradas entre temperatura y humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 192**).

Tabla 192. Correlación por pares de las covariables consideradas para las mujeres de 65 y más años con enfermedad respiratoria, Girardota 2008- 2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	994	0,040	0,207
Número de casos vs PM _{2.5}	57	0,260	0,052
Número de casos vs Ozono	61	0,110	0,282
Número de casos vs Humedad Relativa	486	-0,010	0,792
Número de casos vs Precipitación	1025	-0,030	0,385
Número de casos vs Temperatura	486	0,010	0,817
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	57	0,570	0,000*
PM ₁₀ vs Ozono	61	-0,160	0,206
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	486	-0,210	0,000*
PM ₁₀ vs Precipitación	994	-0,210	0,000*
PM ₁₀ vs Temperatura	486	0,150	0,001*
PM _{2.5} vs Ozono	57	0,150	0,282
PM _{2.5} vs Humedad Relativa	57	0,040	0,784
PM _{2.5} vs Precipitación	57	-0,010	0,928
PM _{2.5} vs Temperatura	57	-0,210	0,005*
Ozono vs Humedad Relativa	61	-0,550	0,000*
Ozono vs Precipitación	61	-0,110	0,383
Ozono vs Temperatura	61	0,360	0,005*
Humedad Relativa vs Precipitación	486	0,150	0,001
Humedad Relativa vs Temperatura	486	-0,800	0,000*
Precipitación vs Temperatura	486	-0,080	0,063

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Mujeres mayores de 65 años con enfermedad circulatoria

En total, se estimaron 119 casos de enfermedad circulatoria en las mujeres mayores de 65 años, habitantes del municipio de Girardota, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,1 (D.E=0,3) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, no se presentaron diferencias estadísticas con respecto a los promedios de los días; cuando se consideró si el día era festivo o feriado, aunque las diferencias entre el número promedio de casos de la enfermedad en cuestión fue menor con respecto a que no lo fuera, estas no fueron significativas ($p > 0,05$).





El promedio de contaminante PM₁₀ en µg/m³ en el periodo de estudio fue de 44,4 µg/m³ (D.E= 13,6) y por día de la semana fue superior los días miércoles y sábado, con diferencias estadísticas (p<0,001) con relación a los demás días. Con respecto al ozono, en µg/m³, el promedio diario fue de 51.2 µg/m³ (D.E=16,5). Aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas (p>0,05). Cuando el día era feriado, los promedios de PM₁₀ fue menor con relación a si no lo era; ellos no presentaron diferencias marcadas para el restante de variables consideradas cuando se cotejaron con la dicotomía de si el día era festivo o feriado. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios tuvieron diferencias mínimas, es decir, no se diferenciaron estadísticamente con relación a si se había reportado o no algún brote de influenza (**Tabla 193**).

Tabla 193. Correlación por pares de las covariables consideradas para las mujeres de 65 y más años con enfermedad respiratoria, Girardota 2008- 2015.

Variables	Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana							
Domingo	Media	1,0	29,9		7,1	74,1	22,4
	D.E	0,0	4,4		10,9	2,8	0,7
Lunes	Media	1,2	43,4		5,4	72,7	22,4
	D.E	0,4	11,7		8,2	3,8	0,4
Martes	Media	1,2	49,7	22,6	47,3	4,1	73,1
	D.E	0,5	15,4	6,3	21,2	6,3	3,2
Miércoles	Media	1,1	49,8		3,3	78,3	21,4
	D.E	0,3	9,6		7,5	5,5	1,2
Jueves	Media	1,0	41,9		8,7	70,5	22,5
	D.E	0,0	7,4		8,6	6,9	0,8
Viernes	Media	1,1	44,3	24,9	59,1	5,0	72,1
	D.E	0,2	15,6		11,2	7,4	0,8
Sábado	Media	1,1	49,4		4,7	76,7	21,7
	D.E	0,3	19,4		5,0	7,3	1,7
Valor p ANOVA K-W	0.5	0,0	1,0	1,0	0,4	0,7	0,4
Día festivo							
No	Media	1,1	44,8	23,3	51,2	5,7	73,7
	D.E	0,3	13,6	4,7	16,5	8,6	5,5
Si	Media	1,0	34,5		1,3	72,9	22,9
	D.E	0,0	8,8		2,5		
Valor p Wilcox	0.6	0,1			0,3	0,7	0,4
Brote de Influenza							
No	Media	1,1	47,0	23,3	51,2	4,3	73,9
	D.E	0,3	14,1	4,7	16,5	7,2	5,8
Si	Media	1,0	47,8		0,0	72,7	22,3
	D.E	0,0	9,2		0,0	2,8	0,7



Valor p Wilcox		0,4	0,7		0,1		0,3		0,7
Día Feriado									
No	Media	1,1	44,7	23,3	51,2	5,4	73,7		22,1
	D.E	0,3	13,6	4,7	16,5	8,4	5,4		0,9
Si	Media	1,0	28,0			12,5			
	D.E	0,0	0,0			10,6			
Valor p Wilcox		0,7	0,0			0,1	Error		Error
Total	Media	1,1	44,4	23,3	51,2	5,5	73,7		22,1
	D.E	0,3	13,6	4,7	16,5	8,4	5,4		0,9

No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad respiratoria y las variables analizadas. Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de precipitación con PM_{10} y temperatura, $PM_{2,5}$ con humedad relativa y humedad relativa con temperatura. Nótese que las mayores correlaciones negativas, significativas, fueron las encontradas entre temperatura y humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 194**).



Tabla 194. Correlación por pares de las covariables consideradas para las mujeres de 65 y más años con enfermedad circulatoria, Girardota 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	110	-0,040	0,656
Número de casos vs PM _{2,5}	3	NaN	0,000*
Número de casos vs Ozono	3	NaN	0,000*
Número de casos vs Humedad Relativa	30	-0,230	0,218
Número de casos vs Precipitación	110	-0,050	0,601
Número de casos vs Temperatura	30	0,080	0,685
PM ₁₀ vs PM _{2,5}	3	0,500	0,667
PM ₁₀ vs Ozono	3	0,500	0,667
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	30	0,110	0,553
PM ₁₀ vs Precipitación	110	-0,290	0,002*
PM ₁₀ vs Temperatura	30	-0,130	0,509
PM _{2,5} vs Ozono	3	1,000	0,000*
PM _{2,5} vs Humedad Relativa	3	-1,000	0,000*
PM _{2,5} vs Precipitación	3	NaN	0,000*
PM _{2,5} vs Temperatura	3	0,500	0,667
Ozono vs Humedad Relativa	3	-1,000	0,000*
Ozono vs Precipitación	3	NaN	0,000*
Ozono vs Temperatura	3	0,500	0,667
Humedad Relativa vs Precipitación	30	0,270	0,157
Humedad Relativa vs Temperatura	30	-0,710	0,000*
Precipitación vs Temperatura	30	-0,430	0,018*

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5

a. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés PM₁₀ en µg/m³

En esta exploración, el modelo básico que tuvo el mejor ajuste incorporó el día de la semana, si era o no festivo, si había ocurrido o no un brote, el nivel de precipitación en mm, la humedad relativa en %, como variables significativas en su explicación del número de casos diarios de enfermedad respiratoria en menores de 5 años del municipio de Girardota. No fueron significativos los aportes de los días feriados y la temperatura en °C. En comparación con el día domingo, la estacionalidad semanal identificó al lunes como el día con registros más altos en los casos de enfermedad respiratoria; en el resto de los días de la semana el comportamiento de los casos de dicha enfermedad fue decreciente hasta que alcanzó sus niveles más bajos el día sábado. Los efectos asociados a los días festivos mostraron el signo esperado, en el sentido que fungieron como factor protector. Algo similar ocurrió con los días de brote de influenza.





No hubo señales de gradiente creciente o decreciente en los efectos rezagados de la exposición a PM_{10} a lo largo de los 15 días de retardos distribuidos. En 8 días de esa quincena los efectos fueron contraevidentes al mostrar signo negativo, como si la exposición a las concentraciones de PM_{10} durante esos días produjera un efecto protector para los casos de enfermedad respiratoria. Cabe resaltar que sólo para los días 6, 7, 11 y 13 los efectos fueron significativos.

A partir del modelo de rezagos distribuidos de 15 días para PM_{10} , ajustado por el día de la semana, si este era festivo, si se había presentado un brote, el nivel de precipitación en mm y la humedad relativa en %, se estimó que por un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en dicho contaminante, el efecto acumulado en esa quincena aumentó en 6,2% el número de casos de enfermedad respiratoria. No sobra advertir que ya desde el primer día de exposición, ese incremento en PM_{10} generó un aumento del 3,5% en los casos de dicha enfermedad (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés $PM_{2.5}$ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Para este contaminante, el GAM con mejor ajuste admitió el día de la semana, si era o no día festivo y el nivel de precipitación como significativas para la explicación del número de casos diarios de enfermedad respiratoria en menores de edad del municipio de Girardota. Comparados con el día domingo, los demás días de la semana registraron mayores casos de enfermedad respiratoria, en mayor proporción los días lunes y viernes. El nivel más bajo se alcanzó el día sábado. Los efectos asociados a los días festivos mostraron que fueron plausibles. De manera similar a lo observado con la exposición a PM_{10} , los efectos rezagados de la exposición a $PM_{2.5}$ no mostraron tendencia definida a lo largo de los 15 días de retardos distribuidos. Sólo para el día 1 hubo evidencia de efecto significativo. Se encontró también que en 8 días de esa quincena los efectos fueron contraevidentes. Ajustado por días de la semana y la suavización de los niveles de precipitación, el modelo de rezagos distribuidos de 15 días para $PM_{2.5}$ permitió estimar que por un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en dicho contaminante, el efecto acumulado en esa quincena hubo de un aumento del 37,2% en los casos de enfermedad respiratoria, similar a lo observado en los días 1 y 9 (**Tabla 231**).

Es importante mencionar que para los rezagos 0 y 0-3 no se encontraron asociaciones entre los contaminantes y los eventos centinela en estudio.





3.1.7 Municipio de Itagüí³¹

a. Análisis bivariado

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años

Del 2008 al 2015, se estimaron 33.840 casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años, habitantes del municipio de Itagüí, cuyo promedio fue de 6,5 casos (DE= 4,6). Con relación a los días de la semana, el martes se registró el mayor número de casos, pero en el resto de los días el comportamiento de los casos de dicha enfermedad fue decreciendo hasta alcanzar sus niveles más bajos el día domingo, encontrando diferencias significativas en el número de casos, entre los días de la semana ($p < 0,05$). Cuando se consideró si el día era festivo, el número promedio de casos de la enfermedad respiratoria fue mayor cuando el día no era festivo, igual situación ocurrió cuando el día era feriado.

El promedio de contaminante PM_{10} en el periodo de estudio fue de $63,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 12,7) y el promedio de $PM_{2,5}$ fue $29,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=8,3). La mayor concentración de PM_{10} y $PM_{2,5}$, en el periodo de estudio, ocurrió en promedio el día viernes, aumentando a partir del día domingo en ambos casos. En cuanto al Ozono la concentración promedio fue de $72,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=22,0) y la mayor concentración promedio se presentó el día sábado, con diferencias significativas entre los días de la semana.

La temperatura se comportó muy similar entre los días de la semana, sin embargo, se encontraron diferencias significativas ($p=0,035$). Para la humedad relativa y precipitación no se presentaron diferencias significativas para los días de la semana ($p>0,05$). Para PM_{10} , $PM_{2,5}$ y Ozono se presentó mayor concentración el día no festivo y no feriado. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios del número de casos, Ozono y temperatura fueron mayores cuando aquel se había reportado, en contraste con los promedios de $PM_{2,5}$, y humedad relativa, los cuales presentaron un promedio mayor en días sin brote de influenza, presentando todas diferencias estadísticas, exceptuando los valores de PM_{10} y precipitación (**Tabla 195**)

³¹ Por haber resultado irrelevantes, para el municipio de Itagüí no se reportaron las salidas del GAM en relación con los efectos de los tres contaminantes en Mujeres de 65 años o más así como la enfermedad circulatoria en los grupos de interés





Tabla 195. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para menores de 5 años y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Itagüí, 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	PM _{2,5}	Ozono	Humedad relativa	Precipitación	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	3,8	56,0	25,9	70,5	69,2	0,5	20,2
	D.E	2,7	12,6	7,5	19,4	8,0	1,8	1,3
Lunes	Media	7,4	60,7	27,8	70,7	69,5	0,7	20,2
	D.E	5,4	12,3	8,1	21,7	7,8	3,1	1,3
Martes	Media	7,5	64,3	30,3	73,1	69,7	0,6	20,1
	D.E	4,9	11,3	7,9	21,8	7,7	2,3	1,2
Miércoles	Media	7,2	66,0	30,6	71,5	69,6	0,7	20,2
	D.E	4,8	11,8	8,0	23,5	7,7	2,7	1,2
Jueves	Media	7,2	66,3	31,0	72,9	70,3	1,3	20,0
	D.E	4,6	12,4	8,2	22,6	8,0	5,8	1,3
Viernes	Media	6,5	67,0	31,4	71,5	70,1	1,0	20,0
	D.E	4,2	12,7	8,7	20,2	8,0	3,4	1,2
Sábado	Media	5,2	63,5	30,5	77,1	69,4	0,6	20,1
	D.E	3,4	12,2	8,6	23,9	8,0	2,0	1,2
Valor p ANOVA K-W		0.000	0,000	0,000	0,001	0,561	0,056	0,035
Día festivo								
No	Media	6,6	63,9	29,9	72,7	69,6	0,8	20,1
	D.E	4,6	12,5	8,3	22,2	7,9	3,3	1,3
Si	Media	3,9	53,8	24,9	67,2	71,6	0,7	19,9
	D.E	2,9	13,3	7,5	17,3	7,0	2,0	1,2
Valor p U Mann-Whitney		0.000	0,000	0,000	0,007	0,042	0,811	0,160
Brote de Influenza								
No	Media	6,4	61,6	30,8	71,8	70,0	0,6	20,1
	D.E	4,9	12,2	8,8	22,0	7,9	2,9	1,2
Si	Media	6,8	61,1	30,1	76,6	68,3	1,5	20,4
	D.E	4,3	12,3	8,0	21,6	7,5	5,0	1,2
Valor p U Mann-Whitney		0.001	0,130	0,040	0,002	0,000	0,801	0,000
Día Feriado								
No	Media	6,5	63,7	29,8	72,8	69,7	0,8	20,1
	D.E	4,6	12,7	8,4	22,1	7,9	3,3	1,3
Si	Media	4,5	55,6	25,8	62,1	68,8	0,8	20,0
	D.E	2,9	9,6	4,6	15,8	7,2	2,3	1,2
Valor p U Mann-Whitney		0.000	0,000	0,000	0,000	0,213	0,002	0,717
Total	Media	6,5	63,5	29,7	72,5	69,7	0,8	20,1
	D.E	4,6	12,7	8,3	22,0	7,9	3,3	1,3





Entre el número de casos de enfermedad respiratoria y los niveles de PM_{2,5}, Ozono, humedad, precipitación, temperatura y PM₁₀ vs precipitación, no se encontraron correlaciones significativas. Se encontró una relación inversa entre el número de casos y PM₁₀, es decir que a medida que aumente los niveles de PM₁₀, se disminuye el número de casos. Para las variables ambientales se encontraron correlaciones inversas significativas entre los niveles de PM₁₀ y Temperatura; PM_{2,5} y temperatura; Ozono y humedad relativa; Ozono y precipitación; humedad relativa y temperatura y precipitación y temperatura. Las mayores correlaciones, significativas, fueron las encontradas entre temperatura y humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 196**).

Tabla 196. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, menores de 5 años del municipio de Itagüí, 2008- 2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	675	-0,09	0,021
Número de casos vs PM _{2,5}	640	-0,07	0,067
Número de casos vs Ozono	381	0,06	0,279
Número de casos vs Humedad Relativa	382	0,01	0,821
Número de casos vs Precipitación	382	0,07	0,190
Número de casos vs Temperatura	382	0,06	0,217
PM ₁₀ vs PM _{2,5}	640	0,5	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	381	0,2	0,000
PM ₁₀ vs Humedad relativa	382	0,23	0,000
PM ₁₀ vs Precipitación	382	0,04	0,472
PM ₁₀ vs Temperatura	382	-0,22	0,000
PM _{2,5} vs Ozono	381	0,19	0,000
PM _{2,5} vs Humedad relativa	382	0,42	0,000
PM _{2,5} vs Precipitación	382	0,2	0,000
PM _{2,5} vs Temperatura	382	-0,42	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	381	-0,15	0,004
Ozono vs Precipitación	381	-0,15	0,004
Ozono vs Temperatura	381	0,23	0,000
Humedad relativa vs Precipitación	382	0,63	0,000
Humedad relativa vs Temperatura	382	-0,87	0,000
Precipitación vs Temperatura	382	-0,58	0,000

Mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 6.350 casos de enfermedad respiratoria en las mujeres de 65 años o más, habitantes del municipio de Itagüí, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 2,8 (D.E= 1,9) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, estos fueron mayor los días martes y miércoles con diferencias estadísticas respecto a los promedios de los días restantes. El promedio de contaminante PM₁₀, PM_{2,5} y O₃ en el periodo de estudio fue de 63,7 µg/m³ (D.E= 12,6), 29,7 µg/m³ (D.E=8,3) y 72,8 (D.E=22,2), respectivamente. Se observaron diferencias significativas de los promedios de los contaminantes para cada día de la semana; siendo mayor el viernes para PM₁₀ y PM_{2,5}, y el día sábado





para O₃; por el contrario, no se encontraron diferencias estadísticas por día de la semana en las variables meteorológicas evaluadas. Cuando el día era festivo, se presentaron diferencias estadísticas para los promedios del número de casos, PM₁₀, PM_{2.5} y O₃, los cuales fueron mayores cuando no se presentaba tal día.

En relación con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de la temperatura fueron mayores cuando aquel no se había reportado, en contraste con los promedios de humedad relativa, los cuales presentaron un promedio mayor en días con brote de influenza, ambas presentando diferencias estadísticas. Finalmente, con relación al día feriado, sólo se presentaron diferencias significativas para los promedios de PM₁₀ y PM_{2.5}, los cuales fueron menores con la presencia de día feriado (**Tabla 197**).

Tabla 197. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para mujeres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Itagüí, 2008 -2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Humedad relativa	Precipitación	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	1,7	56,0	25,8	71,4	69,6	0,6	20,1
	D.E	0,9	11,9	7,0	19,1	8,1	2,1	1,2
Lunes	Media	2,9	60,4	27,7	70,7	69,7	0,7	20,1
	D.E	1,9	12,3	8,0	21,7	7,9	3,2	1,3
Martes	Media	3,2	64,3	30,3	71,9	69,7	0,6	20,1
	D.E	2,1	11,5	7,9	21,7	7,7	2,3	1,2
Miércoles	Media	3,2	65,8	30,4	71,6	69,4	0,7	20,2
	D.E	2,0	11,9	7,9	23,9	7,7	2,8	1,2
Jueves	Media	2,9	66,3	31,0	74,2	69,9	1,3	20,1
	D.E	1,9	12,2	8,2	22,4	8,0	6,0	1,3
Viernes	Media	3,1	67,1	31,4	70,8	70,0	1,0	20,0
	D.E	2,1	12,5	8,8	20,7	8,0	3,6	1,2
Sábado	Media	2,4	63,0	30,3	78,6	69,5	0,6	20,2
	D.E	1,7	12,6	8,7	24,3	7,7	2,1	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,000	0,021*	0,986	0,643	0,628
Día festivo								
No	Media	2,9	64,1	30,0	73,1	69,6	0,8	20,1
	D.E	1,9	12,4	8,3	22,3	7,9	3,5	1,2
Sí	Media	1,7	53,3	24,2	64,7	71,4	0,8	19,9
	D.E	1,1	13,8	7,5	18,2	7,6	2,4	1,4
Valor p U Mann-Whitney		0,000	0,000	0,000	0,015*	0,271	0,643	0,462
Brote de Influenza								
No	Media	3,1	62,2	31,0	72,2	69,9	0,6	20,1





	D.E	2,1	12,1	8,7	22,2	7,9	3,0	1,2
Sí	Media	3,4	61,5	30,3	76,2	68,5	1,7	20,4
	D.E	2,2	12,1	8,1	22,1	7,6	5,3	1,3
Valor p U Mann-Whitney		0.143	0,250	0,174	0,12*	0,027	0,311	0,009
Día Feriado								
No	Media	2,9	63,8	29,8	72,9	69,7	0,8	20,1
	D.E	1,9	12,6	8,3	22,3	7,9	3,5	1,3
Sí	Media	2,3	56,9	26,3	64,4	68,2	1,0	20,2
	D.E	1,3	9,2	5,0	17,1	6,8	2,9	1,1
Valor p U Mann-Whitney		0.132	0,000	0,022	0,078*	0,225	0,069	0,727
Total	Media	2,8	63,7	29,7	72,8	69,7	0,8	20,1
	D.E	1,9	12,6	8,3	22,2	7,9	3,5	1,3

Sólo se encontró correlación significativa entre el número de casos y el PM₁₀; y el PM₁₀ con la precipitación. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM₁₀ y PM_{2.5} con temperatura; O₃ con precipitación y humedad relativa; humedad relativa con temperatura; y precipitación con temperatura. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 198**).

Tabla 198. Correlación por pares de las covariables consideradas para las mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria, del municipio de Itagüí. 2008 a 2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	2.152	0,09	0,000
Número de casos vs PM _{2.5}	1.933	0,04	0,071
Número de casos vs Ozono	1.052	0,02	0,618
Número de casos vs Humedad relativa	1.071	-0,03	0,372
Número de casos vs Precipitación	1.071	0,01	0,778
Número de casos vs Temperatura	1.071	0,04	0,157
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	1.933	0,56	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	1.052	0,22	0,000
PM ₁₀ vs Humedad relativa	1.071	0,2	0,000
PM ₁₀ vs Precipitación	1.071	0	0,872
PM ₁₀ vs Temperatura	1.071	-0,18	0,000
PM _{2.5} vs Ozono	1.052	0,24	0,000
PM _{2.5} vs Humedad relativa	1.071	0,36	0,000
PM _{2.5} vs Precipitación	1.071	0,15	0,000
PM _{2.5} vs Temperatura	1.071	-0,37	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	1.052	-0,16	0,000
Ozono vs Precipitación	1.052	-0,15	0,000
Ozono vs Temperatura	1.052	0,21	0,000





Humedad relativa vs Precipitación	1.071	0,62	0,000
Humedad relativa vs Temperatura	1.071	-0,88	0,000
Precipitación vs Temperatura	1.071	-0,58	0,000

Mujeres de 65 años o más con enfermedad circulatoria

En total, se estimaron 806 casos de enfermedad circulatoria en las mujeres de 65 años o más, habitantes del municipio de Itagüí, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,2 (D.E=0,4) casos por día; sin presentar diferencias significativas respecto al día de la semana, festivo o feriado y con la presencia de brote de influenza.

El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 63,8 µg/m³ (D.E= 12,8); con respecto al PM_{2.5} el promedio fue de 29,8 µg/m³ (D.E= 8,3); y al ozono, el promedio diario fue de 72,4 µg/m³ (D.E=22,5); el último sin presentar diferencias estadísticas (p=0,000) con relación a los días de la semana. Para PM₁₀ y PM_{2.5} el promedio máximo se presentó el día viernes.

Por otro lado, no se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana. Cuando el día era festivo, sólo se presentaron diferencias estadísticas para los promedios de PM₁₀, los cuales fueron mayores cuando no se presentaba tal día. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, sólo se presentaron diferencias estadísticas para los promedios de temperatura, siendo mayores con la presencia de brote. Finalmente, con relación al día feriado, sólo se presentaron diferencias significativas para los promedios de PM₁₀, los cuales fueron menores con la presencia de día feriado (Tabla 199).

Tabla 199. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria para mujeres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Itagüí, 2008-2015.

Variables	Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Humedad relativa	Precipitación	Temperatura	
Día de la semana								
Domingo	Media	1,1	54,6	26,0	70,8	71,5	0,5	19,8
	D.E	0,3	13,0	7,7	21,1	7,0	0,9	1,1
Lunes	Media	1,2	59,9	27,4	68,3	69,9	0,8	20,2
	D.E	0,4	11,3	7,0	23,0	7,2	3,6	1,2
Martes	Media	1,2	64,5	30,1	74,3	68,6	0,1	20,2
	D.E	0,5	11,1	7,7	22,3	7,4	0,3	1,1
Miércoles	Media	1,2	65,8	30,4	73,9	69,0	0,4	20,3
	D.E	0,5	11,7	8,7	24,4	7,9	1,3	1,3
Jueves	Media	1,3	66,7	31,6	74,0	71,4	1,7	20,0
	D.E	0,5	13,1	8,1	23,2	8,1	7,5	1,4
Viernes	Media	1,2	68,2	32,2	69,3	70,9	1,7	20,0
	D.E	0,4	13,4	8,6	18,0	8,1	4,5	1,3
Sábado	Media	1,2	63,7	29,7	74,6	69,7	1,1	20,1





	D.E	0,4	12,5	8,8	24,5	8,5	2,7	1,4
Valor p ANOVA K-W		0.189	0,000	0,000	0,689*	0,382	0,179	0,668*
Día festivo								
No	Media	1,2	64,1	29,9	72,5	70,1	0,9	20,1
	D.E	0,4	12,6	8,3	22,7	7,9	4,1	1,3
Si	Media	1,1	54,5	27,1	68,4	70,2	0,2	20,3
	D.E	0,3	12,8	7,6	17,9	6,4	0,3	0,9
Valor p U Mann-Whitney		0.154	0,000	0,151	0,418**	0,780	0,428	0,633
Brote de Influenza								
No	Media	1,2	61,9	31,2	71,4	70,3	0,8	20,0
	D.E	0,4	13,1	9,3	22,9	7,8	4,1	1,2
Si	Media	1,2	62,7	30,5	77,8	68,6	1,4	20,5
	D.E	0,5	12,0	7,8	19,4	8,1	3,5	1,4
Valor p U Mann-Whitney		0.961	0,960**	0,461	0,069**	0,180	0,763	0,014
Día Feriado								
No	Media	1,2	63,9	29,9	72,4	70,0	0,9	20,1
	D.E	0,4	12,7	8,3	22,7	7,9	4,1	1,3
Si	Media	1,0	51,0	25,2	72,3	72,3	0,5	19,4
	D.E	0,0	9,3	6,1	15,0	3,5	0,4	0,7
Valor p U Mann-Whitney		0.248	0,010	0,197	0,997**	0,564	0,095	0,105
Total	Media	1,2	63,8	29,8	72,4	70,1	0,9	20,1
	D.E	0,4	12,8	8,3	22,5	7,8	4,0	1,3

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las demás variables evaluadas; además, entre el PM₁₀ y la precipitación; y el ozono y la humedad relativa. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM₁₀ y PM_{2.5} con temperatura; O₃ con precipitación; humedad relativa con temperatura; y precipitación con temperatura. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 200**).

Tabla 200. Correlación por pares de las covariables consideradas para las mujeres de 65 años o más con enfermedad circulatoria, del municipio de Itagüí 2008- 2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	631	0,02	0,553
Número de casos vs PM _{2.5}	586	-0,01	0,817
Número de casos vs Ozono	337	-0,02	0,654
Número de casos vs Humedad relativa	338	-0,04	0,454
Número de casos vs Precipitación	338	-0,07	0,203
Número de casos vs Temperatura	338	0,07	0,225
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	586	0,56	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	337	0,32	0,000
PM ₁₀ vs Humedad relativa	338	0,27	0,000
PM ₁₀ vs Precipitación	338	0,02	0,707





PM ₁₀ vs Temperatura	338	-0,25	0,000
PM _{2.5} vs Ozono	337	0,28	0,000
PM _{2.5} vs Humedad relativa	338	0,41	0,000
PM _{2.5} vs Precipitación	338	0,15	0,005
PM _{2.5} vs Temperatura	338	-0,41	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	337	-0,1	0,076
Ozono vs Precipitación	337	-0,14	0,009
Ozono vs Temperatura	337	0,14	0,012
Humedad relativa vs Precipitación	338	0,63	0,000
Humedad relativa vs Temperatura	338	-0,88	0,000
Precipitación vs Temperatura	338	-0,58	0,000

Hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 2.677 casos de enfermedad respiratoria en los hombres de 65 años o más, habitantes del municipio de Itagüí, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,7 (D.E=1,0) casos por día, respecto al día de la semana, el martes se presentó el promedio más alto, con diferencias significativas.

El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 63,9 µg/m³ (D.E= 12,8); con respecto al PM_{2.5}, el promedio fue de 29,9 µg/m³ (D.E= 8,5); y con el ozono, el promedio diario fue de 73,0 µg/m³ (D.E=22,0); éste último sin presentar diferencias significativas entre los días de la semana. Para PM₁₀ y PM_{2.5}, el día viernes se presentó el mayor promedio, en comparación con los otros días de la semana. A pesar de presentarse algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p > 0.05$). Cuando el día era festivo, los promedios de número de casos, de PM₁₀ y PM_{2.5}, fueron mayores cuando tal día no se presentaba; para las otras variables no se presentaron diferencias significativas respecto al día festivo. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, sólo se presentaron diferencias estadísticas para los promedios de humedad relativa y temperatura, siendo mayores con la presencia de brote para el primero y contrario para el segundo. Finalmente, con relación al día feriado, se presentaron diferencias significativas para los promedios de PM₁₀, PM_{2.5} y O₃, los cuales fueron menores con la presencia de día feriado (**Tabla 201**).





Tabla 201. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para hombres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Itagüí, 2008 -2015

Variables		Casos	PM ₁₀	PM _{2,5}	Ozono	Humedad relativa	Precipitación	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	1,3	55,8	26,3	70,6	68,9	0,6	20,2
	D.E	0,7	13,7	7,9	20,0	7,4	2,2	1,2
Lunes	Media	1,8	60,4	28,1	70,6	70,0	0,8	20,2
	D.E	1,0	12,2	8,2	21,6	7,4	3,6	1,2
Martes	Media	1,9	65,3	30,8	73,6	69,6	0,5	20,1
	D.E	1,1	11,8	8,3	23,3	7,4	2,4	1,2
Miércoles	Media	1,8	65,6	30,7	71,9	70,1	0,9	20,1
	D.E	1,0	11,9	7,9	23,5	7,4	3,2	1,2
Jueves	Media	1,8	66,9	31,0	74,1	70,9	1,6	20,0
	D.E	1,0	12,5	8,7	21,5	7,6	6,9	1,3
Viernes	Media	1,6	67,7	31,5	73,5	70,0	0,9	20,1
	D.E	0,9	13,4	9,0	20,9	7,8	3,0	1,2
Sábado	Media	1,6	62,0	29,4	76,1	68,9	0,6	20,2
	D.E	0,9	11,3	8,1	22,6	8,2	1,9	1,2
Valor p ANOVA K-W		0.000	0,000	0,000	0,415	0,599	0,677	0,863
Día festivo								
No	Media	1,7	64,3	30,0	73,2	69,8	0,9	20,1
	D.E	1,0	12,7	8,5	22,2	7,6	3,9	1,2
Si	Media	1,3	50,6	25,4	67,3	71,6	0,5	19,9
	D.E	0,6	10,7	7,3	17,0	6,7	1,6	1,1
Valor p U Mann-Whitney		0.000	0,000	0,000	0,149**	0,282	0,743	0,290
Brote de influenza								
No	Media	1,8	62,2	31,3	72,2	70,1	0,7	20,1
	D.E	1,1	12,5	8,9	22,3	7,6	3,3	1,2
Si	Media	2,0	62,2	30,9	77,2	68,5	1,9	20,4
	D.E	1,2	12,6	8,4	20,0	7,3	5,6	1,2
Valor p U Mann-Whitney		0.151	0,587	0,532	0,039**	0,016	0,918	0,007
Día Feriado								
No	Media	1,7	64,1	30,0	73,2	69,9	0,9	20,1
	D.E	1,0	12,9	8,5	22,2	7,6	3,8	1,2
Si	Media	1,7	54,9	25,8	62,5	67,6	0,3	20,3
	D.E	0,8	8,7	3,7	12,3	6,6	0,5	1,0
Valor p U Mann-Whitney		0.815	0,000	0,008	0,037**	0,179	0,534	0,372
Total	Media	1,7	63,9	29,9	73,0	69,8	0,9	20,1
	D.E	1,0	12,8	8,5	22,0	7,6	3,8	1,2





No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las demás variables evaluadas; además, entre el PM₁₀ y la precipitación. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM₁₀, PM_{2.5} y temperatura; O₃ con humedad relativa y precipitación; humedad relativa con temperatura; y precipitación con temperatura. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 202**).

Tabla 202. Correlación por pares de las covariables consideradas para los hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria, Itagüí 2008-2015.

Covariables 2×2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	1503	0	0,944
Número de casos vs PM _{2.5}	1368	0,04	0,174
Número de casos vs Ozono	763	-0,01	0,815
Número de casos vs Humedad relativa	770	0	0,924
Número de casos vs Precipitación	770	-0,01	0,832
Número de casos vs Temperatura	770	0,01	0,830
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	1368	0,55	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	763	0,24	0,000
PM ₁₀ vs Humedad relativa	770	0,23	0,000
PM ₁₀ vs Precipitación	770	0	0,981
PM ₁₀ vs Temperatura	770	-0,19	0,000
PM _{2.5} vs Ozono	763	0,26	0,000
PM _{2.5} vs Humedad relativa	770	0,38	0,000
PM _{2.5} vs Precipitación	770	0,14	0,000
PM _{2.5} vs Temperatura	770	-0,36	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	763	-0,14	0,000
Ozono vs Precipitación	763	-0,14	0,000
Ozono vs Temperatura	763	0,19	0,000
Humedad relativa vs Precipitación	770	0,6	0,000
Humedad relativa vs Temperatura	770	-0,87	0,000
Precipitación vs Temperatura	770	-0,56	0,000

Hombres de 65 años o más con enfermedad circulatoria

Variables	Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Humedad relativa	Precipitación	Temperatura	
Día de la semana								
Domingo	Media	1,1	54,3	25,5	67,4	68,8	0,5	20,2
	D.E	0,3	11,6	7,0	20,3	9,8	1,4	1,5
Lunes	Media	1,1	59,6	26,9	68,2	69,3	0,8	20,3
	D.E	0,3	11,9	8,3	22,5	7,8	3,5	1,3





Martes	Media	1,1	63,7	30,8	73,5	69,8	0,3	20,2
	D.E	0,3	11,6	8,3	20,2	7,4	0,9	1,2
Miércoles	Media	1,2	64,0	30,4	69,4	69,5	0,8	20,1
	D.E	0,4	10,4	8,3	24,7	7,8	2,4	1,3
Jueves	Media	1,1	65,8	31,2	70,6	69,9	2,8	20,2
	D.E	0,4	11,9	8,1	19,4	8,1	10,1	1,3
Viernes	Media	1,1	66,3	31,0	70,0	70,3	0,5	20,0
	D.E	0,3	10,9	8,0	20,9	8,0	2,2	1,1
Sábado	Media	1,1	62,8	28,7	72,5	68,1	0,7	20,3
	D.E	0,3	13,5	8,2	20,7	8,8	2,5	1,2
Valor p ANOVA K-W		0.362	0,000	0,000	0,738*	0,842*	0,720	0,724
Día festivo								
No	Media	1,1	63,0	29,4	70,1	69,3	0,9	20,2
	D.E	0,3	12,1	8,2	21,5	8,3	4,5	1,3
Si	Media	1,1	52,7	27,9	75,0	71,8	0,6	20,1
	D.E	0,3	12,0	11,4	15,7	6,6	2,2	1,2
Valor p U Mann-Whitney		0.858	0,000	0,239	0,218**	0,353	0,379	0,770
Brote de Influenza								
No	Media	1,1	61,0	30,6	69,9	69,5	0,7	20,2
	D.E	0,4	11,9	8,5	21,8	8,5	3,8	1,3
Si	Media	1,1	61,0	29,2	72,6	68,7	2,0	20,3
	D.E	0,3	14,6	7,7	17,8	6,7	6,6	1,0
Valor p U Mann-Whitney		0.743	0,605	0,124	0,440**	0,347	0,325	0,673
Día Feriado								
No	Media	1,1	62,8	29,4	70,5	69,4	0,9	20,2
	D.E	0,3	12,1	8,3	21,3	8,2	4,4	1,3
Si	Media	1,1	47,8	23,6	56,7	70,9	0,3	19,7
	D.E	0,3	6,7	4,0	14,5	8,0	0,6	1,3
Valor p U Mann-Whitney		0.984	0,000	0,013	0,103**	0,702	0,996	0,460
Total	Media	1,1	62,6	29,3	70,3	69,4	0,9	20,2
	D.E	0,3	12,2	8,3	21,3	8,2	4,4	1,3

En total, se estimaron 792 casos de enfermedad circulatoria en los hombres de 65 años o más, habitantes del municipio de Itagüí, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,1 (D.E=0,3) casos por día, respecto al día de la semana, día festivo, feriado y ocurrencia de brote de influenza, no se presentaron diferencias significativas.

El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 62,6 µg/m³ (D.E= 12,2); con respecto al PM_{2,5}, el promedio fue de 29,3 µg/m³ (D.E= 8,3); y con el ozono, el promedio diario fue de 70,3 µg/m³ (D.E=21,3); éste último sin presentar diferencias significativas entre los días de la semana. Para PM₁₀ y PM_{2,5}, en los días viernes y jueves se presentó el mayor promedio, en comparación con los otros días de la semana, respectivamente. A pesar de presentarse algunas diferencias en los promedios de número de





casos, la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p > 0.05$). Cuando el día era festivo, sólo se presentaron diferencias estadísticas para los promedios de PM_{10} , siendo menores con la presencia de tal día. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, no se presentaron diferencias estadísticas entre ninguna de las variables evaluadas. Finalmente, con relación al día feriado, se presentaron diferencias significativas para los promedios de PM_{10} y $PM_{2.5}$, los cuales fueron menores con la presencia de día feriado (**Tabla 203**).





Tabla 203. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria para hombres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Itagüí, 2008-2015.

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las demás variables evaluadas, exceptuando los niveles PM_{10} ; además, entre el PM_{10} y la precipitación. Entre las variables ambientales consideradas en el estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM_{10} , $PM_{2.5}$ y temperatura; O_3 con humedad relativa y precipitación; humedad relativa con temperatura; y precipitación con temperatura. Además, el mayor coeficiente de correlación fue encontrado entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 204**).

Tabla 204. Correlación por pares de las covariables consideradas para los hombres de 65 años o más con enfermedad circulatoria, Itagüí 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM_{10}	675	-0,09	0,021
Número de casos vs $PM_{2.5}$	640	-0,07	0,067
Número de casos vs Ozono	381	0,06	0,279
Número de casos vs Humedad relativa	382	0,01	0,821
Número de casos vs Precipitación	382	0,07	0,190
Número de casos vs Temperatura	382	0,06	0,217
PM_{10} vs $PM_{2.5}$	640	0,5	0,000
PM_{10} vs Ozono	381	0,2	0,000
PM_{10} vs Humedad relativa	382	0,23	0,000
PM_{10} vs Precipitación	382	0,04	0,472
PM_{10} vs Temperatura	382	-0,22	0,000
$PM_{2.5}$ vs Ozono	381	0,19	0,000
$PM_{2.5}$ vs Humedad relativa	382	0,42	0,000
$PM_{2.5}$ vs Precipitación	382	0,2	0,000
$PM_{2.5}$ vs Temperatura	382	-0,42	0,000
Ozono vs Humedad Relativa	381	-0,15	0,004
Ozono vs Precipitación	381	-0,15	0,004
Ozono vs Temperatura	381	0,23	0,000
Humedad relativa vs Precipitación	382	0,63	0,000
Humedad relativa vs Temperatura	382	-0,87	0,000
Precipitación vs Temperatura	382	-0,58	0,000





b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés PM_{10} en $\mu g / m^3$

Las variables que mejor ajustaron el efecto del contaminante, PM_{10} , sobre el número de casos de enfermedad respiratoria fueron: el día de la semana, si era o no festivo, si se había presentado o no algún brote de influenza, el nivel de precipitación en mm, el porcentaje de humedad relativa y la temperatura en $^{\circ}C$. Si el día era o no feriado, no tuvo un efecto significativo sobre el desenlace. En comparación con el día domingo, la estacionalidad semanal identificó el lunes como el día con registros más altos en los casos de enfermedad respiratoria; en el resto de los días de la semana el comportamiento de los casos de dicha enfermedad fue decreciente hasta alcanzar sus niveles más bajos el día sábado. Los efectos asociados a los días festivos fungieron como factores de protección. No hubo señales de gradiente creciente o decreciente en los efectos rezagados de la exposición a PM_{10} a lo largo de los 15 días de retardos distribuidos. En seis días de esa quincena los efectos fueron no plausibles. Cabe resaltar que sólo para los días 0-2, 5, 8, 12 y 15 los efectos fueron significativos al nivel 0.05. A partir del modelo de rezagos distribuidos de 15 días para PM_{10} , ajustado por el día de la semana, si este festivo, si se había presentado algún brote, el nivel de precipitación en mm, la temperatura en $^{\circ}C$ y la humedad relativa en %, se estimó que por un incremento de $10 \mu g / m^3$ en dicho contaminante, hubo un maneto en el número de casos de enfermedad respiratoria, en este grupo etario, del 22,5% (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés $PM_{2.5}$ en $\mu g / m^3$

Para este contaminante, el con mejor ajuste admitió el día de la semana, si era o no festivo, si era o no feriado, si había ocurrido un brote de influenza, el nivel de precipitación, el porcentaje de humedad relativa y la temperatura en $^{\circ}C$ como variables significativas en la explicación del número de casos diarios de enfermedad respiratoria en menores de 5 años del municipio de Itagüí. En comparación con el día domingo, la estacionalidad semanal identificó el lunes como el día con registros más altos en los casos de enfermedad respiratoria; en el resto de los días de la semana el comportamiento de los casos de dicha enfermedad fue decreciente hasta alcanzar sus niveles más bajos el día sábado. Los efectos asociados a los días festivos mostraron lo que se presumía. No hubo señales de un gradiente creciente o decreciente en los efectos rezagados de la exposición a $PM_{2.5}$ a lo largo de los 15 días de retardos distribuidos. En ocho días de esa quincena los efectos fueron no plausibles. Cabe resaltar que sólo para los días 0-2, 5, 8, 12 y 15 los efectos fueron significativos al nivel 0,05. A partir del modelo de rezagos distribuidos de 15 días para $PM_{2.5}$, ajustado por día de la semana, día festivos, días feriado, día de brote, nivel de precipitación, temperatura en $^{\circ}C$ y porcentaje de humedad relativa, se estimó que por un incremento de $10 \mu g / m^3$ en dicho contaminante, el efecto acumulado en esa quincena sería de un aumento del 14,4% en los casos de enfermedad respiratoria (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés O_3 en $\mu g / m^3$

Los valores rezagados del contaminante se ajustaron por el día de la semana, si era o no festivo, si era o no feriado, si había ocurrido un brote de influenza, el nivel de precipitación en mm, el porcentaje de humedad relativa y la temperatura en $^{\circ}C$, como variables significativas en la explicación del número de





casos diarios de enfermedad respiratoria en menores de 5 años del municipio de Itagüí. En comparación con el día domingo, la estacionalidad semanal identificó el lunes como el día con registros más altos en los casos de enfermedad respiratoria y el día sábado con los más bajos. Los efectos asociados a los días festivos fueron acordes a lo que dice la literatura. No hubo señales de gradiente creciente o decreciente en los efectos rezagados de la exposición a O_3 a lo largo de los 15 días de retardos distribuidos. En dos días de esa quincena los efectos fueron contraevidentes al mostrar signo negativo. Cabe resaltar que sólo para los días 0,6-9, 11,12 y 14 los efectos fueron significativos al nivel 0,05. A partir del modelo de rezagos distribuidos de 15 días para O_3 , ajustado por el día de la semana, si era o no festivo, si se había presentado un brote de influenza, el nivel de precipitación en mm, la temperatura en $^{\circ}C$ y la humedad relativa en %, se estimó que por un incremento de $10\mu g /m^3$ en dicho contaminante, el efecto acumulado en esa quincena aumentó en 12,3% los casos de enfermedad respiratoria (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en hombres de 65 años y más con exposición de interés $PM_{2.5}$ en $\mu g /m^3$

Los valores del contaminante se ajustaron, de manera significativa, con el día de la semana y si este era o no festivo, como factores explicativos del número de casos diarios de enfermedad respiratoria en hombres de 65 años y más del municipio de Itagüí. Dada la no significación estadística, se excluyeron las variables que referían si el día era o no feriado, si se había presentado algún brote de influenza, el nivel de precipitación en mm, la humedad relativa en % y la temperatura en $^{\circ}C$. Fue el día martes en el cual se registró mayor cantidad de casos de enfermedad respiratoria y en el día sábado el menor, cuando se compararon con el día domingo. Los efectos asociados a los días festivos fungieron como factores protectores. Los efectos rezagados de la exposición a $PM_{2.5}$ no mostraron tendencia definida lo largo de los 15 días de retardos distribuidos. En ocho días de esa quincena los efectos fueron no plausibles biológicamente. A partir del modelo de rezagos distribuidos de 15 días para $PM_{2.5}$, ajustado por día de la semana, si este fue festivo, si se había presentado un brote de influenza, el nivel de precipitación, la temperatura en $^{\circ}C$ y la humedad relativa en %, se estimó que por un incremento de $10\mu g /m^3$ en dicho contaminante, el efecto acumulado en esa quincena aumentó en un 2,0% el número de casos de enfermedad respiratoria (**Tabla 231**).





Casos de enfermedad respiratoria en hombres de 65 años y más con exposición de interés O_3 en $\mu g / m^3$

El mejor modelo incluyó el día de la semana, si era o no festivo, si había o no ocurrido un brote de influenza, como variables significativas en la explicación del número de casos diarios de enfermedad respiratoria en hombres de 65 años y más del municipio de Itagüí. Con respecto al día domingo, se encontró que fue el día martes donde se presentaron mayor cantidad de casos de enfermedad respiratoria al contrario del día sábado donde el comportamiento fue al contrario. Los efectos asociados a los días festivos mostraron el signo esperado. No hubo señales de gradiente creciente o decreciente en los efectos rezagados de la exposición a O_3 a lo largo de los 15 días de retardos distribuidos. En cinco días de esa quincena los efectos fueron contraevidentes al mostrar signo negativo. A partir del modelo de rezagos distribuidos de 15 días para O_3 , ajustado por el día de la semana, si era o no festivo, si había ocurrido o no un brote, el nivel de precipitación en mm, la temperatura en $^{\circ}C$ y el porcentaje de humedad relativa, se estimó que por un incremento de $10 \mu g / m^3$ en dicho contaminante, el efecto acumulado en esa quincena reflejó un aumento del 1,6% en los casos de enfermedad respiratoria (**Tabla 231**).

Otros aspectos encontrados

Con respecto a los días de rezago, en el día cero se encontró una asociación entre el PM_{10} , $PM_{2.5}$ y ozono con la enfermedad respiratoria y las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, tanto en hombres como en mujeres menores de cinco años y entre 5 a 14 años. En el caso de los hombres menores de 5 años se encontró un incremento de 7,9% de los casos por enfermedad respiratoria asociado con un incremento de $10 \mu g / m^3$ en PM_{10} ; para este mismo contaminante y evento centinela, en las mujeres menores de 5 años se encontró un incremento de 9,6% de los casos asociado con un aumento de $10 \mu g / m^3$. Para las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, tanto en los hombres como mujeres menores de 5 años se encontró un incremento de 6% y 9,1% de los casos de enfermedad asociado con un aumento de $10 \mu g / m^3$ en PM_{10} respectivamente (**Anexo 6, tabla 49**).

En los hombres y mujeres menores de 5 años se encontró un aumento de 5,8% y 8,8% de los casos de enfermedad respiratoria asociado con un incremento de $10 \mu g / m^3$ en $PM_{2.5}$ respectivamente; para este mismo contaminante, las mujeres menores de 5 años presentaron el más alto porcentaje de incremento del número de casos por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores asociado al aumento de $10 \mu g / m^3$ en $PM_{2.5}$ con un valor de 8,1% (**Anexo 6, tabla 49**).

En los hombres y mujeres menores de 5 años se encontró un aumento de 2% y 3,8% de los casos de enfermedad respiratoria asociado con un incremento de $10 \mu g / m^3$ en O_3 respectivamente. Para este mismos contaminante, las mujeres menores de 5 años presentaron el más alto porcentaje de incremento del número de casos por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores asociado al aumento de $10 \mu g / m^3$ en O_3 con un valor de 4,1% (**Anexo 6, tabla 49**).

En relación al rezago 0-3, se presentó asociación entre el O_3 y las enfermedades respiratorias e infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, en hombres menores de 5 años y entre 5 a 14, y mujeres de 5 a 14 años. Las mujeres de 5 a 14 años presentaron los mayores porcentajes de aumento del número de casos por enfermedad respiratoria (5,6%) e infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (6,4%) asociado a un aumento de $10 \mu g / m^3$ en O_3 (**Anexo 6, tabla 54**).





3.1.8 Municipio de La Estrella³²

a. Análisis bivariado

Menores de 5 años con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 6.371 casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años, habitantes del municipio de La Estrella, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,8 (D.E=1,1) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, este fue mayor el martes con diferencias estadísticas con respecto a los promedios de los días restantes. El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 45,9 µg/m³ (D.E= 12,3); con respecto al PM_{2,5}, el promedio diario fue de 47,7 µg/m³ (D.E=12,5); para el ozono, el promedio fue de 55,1 µg/m³ (D.E=16,5); los dos primeros presentando diferencias estadísticas (p=0,000) con relación a los días de la semana. Asimismo, aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas (p>0.05). Cuando el día era festivo, los promedios del número de casos, PM₁₀ y PM_{2,5} fueron menores con relación a si no lo era; no se presentaron diferencias marcadas para las demás variables. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de número de casos, PM_{2,5}, O₃ y temperatura, fueron mayores cuando aquel se había reportado, presentando todos diferencias estadísticas, exceptuando los promedios de número de PM₁₀, precipitación y humedad relativa. Finalmente, en relación al día feriado, los promedios de PM_{2,5}, y humedad relativa, fueron menores con relación a si no lo era, contrario al ozono y la temperatura; no se presentaron diferencias marcadas para el número de casos, PM₁₀ y la precipitación (**Tabla 205**).

³² Por haber resultado irrelevantes no se reportan las salidas del GAM en relación con los efectos de los tres contaminantes sobre la enfermedad respiratoria y la enfermedad circulatoria en grupos de hombres y mujeres con edad igual o superior a 65 años. Tampoco los efectos de O₃ sobre la enfermedad respiratoria en los menores de edad. En este último caso se desestimaron los resultados por haber arrojado un coeficiente de rezago acumulado de signo negativo lo que no es plausible biológicamente. Los otros no se reportan debido a que ninguno de los coeficientes asociados al desenlace presentaron significación estadística y/o porque no se pudieron correr los modelos a causas de la insuficiencia del número de casos de las enfermedades objeto de estudio.





Tabla 205. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. La Estrella, 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	1,5	43,8	38,6	61,1	0,5	69,4	20,2
	D.E	0,8	13,0	11,3	15,2	1,8	8,2	1,3
Lunes	Media	1,9	44,6	45,0	53,3	0,7	69,3	20,2
	D.E	1,1	12,2	10,8	17,4	3,2	8,2	1,3
Martes	Media	2,0	45,4	49,4	55,1	0,3	69,3	20,2
	D.E	1,3	11,9	10,7	15,4	0,7	7,6	1,2
Miércoles	Media	1,9	46,8	50,2	49,7	0,8	69,5	20,2
	D.E	1,1	12,0	12,5	14,3	2,9	8,1	1,3
Jueves	Media	1,8	47,9	50,8	55,9	1,0	70,7	20,0
	D.E	1,1	12,5	11,9	19,8	4,1	7,8	1,3
Viernes	Media	1,8	46,3	50,6	52,9	1,1	70,6	19,9
	D.E	1,1	11,9	12,5	14,8	3,7	7,7	1,2
Sábado	Media	1,6	45,3	47,2	60,3	0,7	69,0	20,3
	D.E	0,9	12,4	13,5	15,0	2,2	8,6	1,3
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,000	0,003	0,004	0,212	0,019
Día festivo								
No	Media	1,8	46,1	48,0	54,9	0,7	69,7	20,1
	D.E	1,1	12,3	12,4	16,6	3,0	8,0	1,3
Si	Media	1,5	38,1	37,0	61,3	1,0	71,9	19,9
	D.E	0,8	9,4	10,0	8,6	2,6	7,2	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,017	0,000	0,000	0,144	0,926	0,828	0,814
Brote de Influenza								
No	Media	1,9	44,7	46,7	54,9	0,6	69,9	20,1
	D.E	1,1	11,2	11,8	16,9	2,8	8,1	1,3
Si	Media	2,1	46,4	52,7	56,9	1,3	68,6	20,5
	D.E	1,2	12,4	14,7	11,6	3,9	7,5	1,2
Valor p ANOVA K-W		0,007	0,074	0,000	0,003	0,231	0,240	0,001
Día Feriado								
No	Media	1,8	45,9	47,9	54,7	0,7	69,9	20,1
	D.E	1,1	12,4	12,6	16,5	3,0	7,9	1,3
Si	Media	1,8	44,0	43,3	66,8	0,8	64,9	20,6
	D.E	1,0	9,1	8,5	12,0	2,5	9,2	1,3
Valor p ANOVA K-W		0,505	0,274	0,027	0,003	0,069	0,000	0,001





Total	Media	1,8	45,9	47,7	55,1	0,6	69,3	20,1
	D.E	1,1	12,3	12,5	16,5	2,1	8,5	1,2

Sólo se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad respiratoria y el PM_{2,5} y la temperatura; ambas positivas, lo que indica que a medida que aumentan los niveles de este contaminante y la temperatura ambiente, aumenta a su vez el número de casos. Entre las covariables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de PM₁₀, O₃ y temperatura con humedad relativa y precipitación; y PM_{2,5} con temperatura. Nótese que la mayor correlación significativa, se presentó entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 206**)

Tabla 206. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, menores de 5 años. La Estrella 2008 -2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	3.371	0,03	0,115
Número de casos vs PM _{2,5}	976	0,09	0,003
Número de casos vs Ozono	444	0,01	0,931
Número de casos vs Humedad Relativa	1.648	-0,04	0,107
Número de casos vs Precipitación	1.648	-0,02	0,408
Número de casos vs Temperatura	1.648	0,08	0,001
PM ₁₀ vs PM _{2,5}	976	0,33	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	444	0,09	0,048
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	1.648	-0,08	0,001
PM ₁₀ vs Precipitación	1.648	-0,09	0,000
PM ₁₀ vs Temperatura	1.648	0,18	0,000
PM _{2,5} vs Ozono	444	0,00	0,931
PM _{2,5} vs Humedad Relativa	976	0,31	0,000
PM _{2,5} vs Precipitación	976	0,12	0,000
PM _{2,5} vs Temperatura	976	-0,23	0,000
Ozono vs Humedad	444	-0,24	0,000
Ozono vs Precipitación	444	-0,20	0,000
Ozono vs Temperatura	444	0,27	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	1.648	0,63	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	1.648	-0,88	0,000
Precipitación vs Temperatura	1.648	-0,60	0,000

Mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 1.091 casos de enfermedad respiratoria en mujeres de 65 años o más, habitantes del municipio de La Estrella, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,5 (D.E=0,8) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, este fue mayor el martes con diferencias estadísticas con respecto a los promedios de los días restantes. El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 46,4 µg/m³ (D.E= 12,6); con respecto al PM_{2,5}, el





promedio diario fue de $47,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=12,7); para el ozono, el promedio fue de $54,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=16,1); los dos primeros presentando diferencias estadísticas ($p=0,000$) con relación a los días de la semana. Asimismo, aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p>0,05$). Cuando el día era festivo, los promedios de PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$ fueron menores con relación a si no lo era, contrario a la humedad relativa; no se presentaron diferencias marcadas para las demás variables. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de $\text{PM}_{2,5}$ y temperatura, fueron mayores cuando aquel se había reportado, presentando todos diferencias estadísticas. Finalmente, en relación al día feriado, los promedios de humedad relativa, fueron menores con relación a si no lo era; no se presentaron diferencias marcadas para el número de casos, PM_{10} y la precipitación (**Tabla 207**).





Tabla 207. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para mujeres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. La Estrella, 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	PM _{2,5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	1,2	44,4	36,3	59,6	0,6	69,0	20,2
	D.E	0,4	13,7	12,2	17,9	2,2	8,7	1,4
Lunes	Media	1,5	44,8	44,1	50,4	0,4	69,5	20,2
	D.E	0,8	12,7	10,4	16,4	1,3	7,9	1,2
Martes	Media	1,6	45,6	49,9	54,2	0,7	69,7	20,1
	D.E	0,8	12,2	11,6	17,1	2,8	8,1	1,3
Miércoles	Media	1,5	47,9	50,5	50,6	0,8	69,6	20,2
	D.E	0,8	13,0	12,9	13,5	3,1	7,8	1,2
Jueves	Media	1,5	48,3	49,8	59,2	1,5	70,7	20,0
	D.E	0,8	12,4	12,3	15,1	7,1	7,4	1,2
Viernes	Media	1,5	46,7	51,2	54,9	0,6	70,1	19,9
	D.E	0,8	12,9	13,0	13,7	1,9	7,8	1,3
Sábado	Media	1,3	44,7	45,8	58,5	0,9	68,3	20,3
	D.E	0,6	11,3	10,9	18,2	2,6	8,3	1,3
Valor p ANOVA K-W		0.000	0,009	0,001	0,219	0,986	0,712	0,456
Día festivo								
No	Media	1,5	46,5	47,8	54,9	0,8	69,6	20,1
	D.E	0,8	12,7	12,7	16,3	3,7	7,9	1,3
Si	Media	1,3	39,3	38,5	53,3	0,7	73,5	19,5
	D.E	0,7	7,4	8,9	8,3	1,9	7,8	1,2
Valor p ANOVA K-W		0.102	0,001	0,006	0,774	0,204	0,035	0,071
Brote de Influenza								
No	Media	1,5	45,1	46,6	54,5	0,6	69,9	20,0
	D.E	0,9	11,4	12,1	16,5	3,1	8,0	1,3
Si	Media	1,6	46,7	51,5	57,1	1,8	68,5	20,4
	D.E	0,8	12,6	14,4	12,8	5,7	7,7	1,3
Valor p ANOVA K-W		0.414	0,326	0,011	0,721	0,636	0,067	0,016
Día Feriado								
No	Media	1,5	46,4	47,6	54,6	0,8	69,8	20,1
	D.E	0,8	12,7	12,8	16,2	3,8	7,8	1,3
Si	Media	1,6	43,6	45,3	63,1	0,5	65,7	20,4
	D.E	0,9	10,2	9,9	8,0	1,3	9,2	1,3
Valor p ANOVA K-W		0.784	0,301	0,806	0,133	0,754	0,024	0,155





Total	Media	1,5	46,4	47,5	54,8	0,8	69,7	20,1
	D.E	0,8	12,6	12,7	16,1	3,7	7,9	1,3

Sólo se encontró correlación significativa entre el número de casos, los niveles de PM₁₀ y la temperatura; siendo ambas positivas, es decir que, a mayor concentración del contaminante y temperatura en el ambiente, mayor es el número de casos. Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de O₃ y temperatura con humedad relativa y precipitación; y PM_{2.5} con temperatura. Nótese que la mayor correlación significativa, se presentó entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 208**)

Tabla 208. Correlación por pares de las covariables consideradas para las mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria, La Estrella 2008 -2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	1.255	0,07	0,014
Número de casos vs PM _{2.5}	382	0,08	0,135
Número de casos vs Ozono	190	0,14	0,617
Número de casos vs Humedad Relativa	645	-0,07	0,065
Número de casos vs Precipitación	645	-0,04	0,278
Número de casos vs Temperatura	645	0,1	0,010
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	382	0,31	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	190	0,08	0,266
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	645	-0,06	0,153
PM ₁₀ vs Precipitación	645	-0,08	0,052
PM ₁₀ vs Temperatura	645	0,16	0,000
PM _{2.5} vs Ozono	190	-0,04	0,617
PM _{2.5} vs Humedad Relativa	382	0,33	0,000
PM _{2.5} vs Precipitación	382	0,13	0,009
PM _{2.5} vs Temperatura	382	-0,25	0,000
Ozono vs Humedad	190	-0,23	0,002
Ozono vs Precipitación	190	-0,15	0,041
Ozono vs Temperatura	190	0,28	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	645	0,62	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	645	-0,88	0,000
Precipitación vs Temperatura	645	-0,59	0,000

Hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 854 casos de enfermedad respiratoria en los hombres de 65 años o más, habitantes del municipio de La Estrella, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,2 (D.E=0,4) casos por día, respecto al día de la semana, día festivo, feriado y ocurrencia de brote de influenza, no se presentaron diferencias significativas. El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 46,6 µg/m³ (D.E= 12,3); con respecto al PM_{2.5}, el promedio diario fue de 48,4





$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=12,8); para el ozono, el promedio fue de $55,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=15,4); con $\text{PM}_{2,5}$ presentando diferencias estadísticas ($p=0,000$) con relación a los días de la semana. Asimismo, aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p>0,05$). Cuando el día era festivo, los promedios de PM_{10} fueron menores con relación a si no lo era; no se presentaron diferencias marcadas para las demás variables. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de $\text{PM}_{2,5}$ fueron mayores cuando aquel se había reportado, presentando todas diferencias estadísticas. Finalmente, en relación al día feriado, los promedios de humedad relativa, fueron menores con relación a si no lo era, contrario a la temperatura; no se presentaron diferencias marcadas para las otras variables (**Tabla 209**)

Tabla 209. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para hombres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. La Estrella, 2008- 2015.

Variables	Casos	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	
Día de la semana								
Domingo	Media	1,1	43,0	40,0	53,8	1,0	71,2	20,4
	D.E	0,3	13,4	14,7	15,2	3,5	6,8	1,1
Lunes	Media	1,2	44,7	46,6	62,1	0,8	69,2	20,3
	D.E	0,4	11,0	12,5	17,3	4,3	7,4	1,2
Martes	Media	1,2	46,4	47,9	54,5	0,8	69,5	20,1
	D.E	0,5	12,6	9,5	17,6	2,8	8,0	1,3
Miércoles	Media	1,2	47,4	50,7	51,6	0,4	68,3	20,3
	D.E	0,5	13,1	14,4	14,1	1,1	7,7	1,1
Jueves	Media	1,2	48,2	52,0	56,6	0,6	70,6	20,0
	D.E	0,4	12,4	12,0	18,1	1,6	8,5	1,4
Viernes	Media	1,2	47,1	50,7	54,1	0,3	68,6	20,2
	D.E	0,5	12,8	14,4	9,2	0,9	8,6	1,1
Sábado	Media	1,1	45,7	44,7	56,5	0,5	68,0	20,5
	D.E	0,3	10,2	11,4	14,4	1,4	7,9	1,2
Valor p ANOVA K-W	0,561	0,311	0,011	0,622	0,765	0,590	0,684	
Día festivo								
No	Media	1,2	46,7	48,5	55,3	0,6	69,3	20,2
	D.E	0,4	12,3	12,8	15,4	2,4	8,0	1,2
Si	Media	1,0	37,3	35,8	62,1	0,1	69,9	20,0
	D.E	0,0	11,7	---	---	0,2	6,6	1,3
Valor p ANOVA K-W	0,123	0,015	0,230	0,433	0,717	0,897	0,812	
Brote de Influenza								
No	Media	1,2	45,5	47,2	55,2	0,5	69,2	20,2





	D.E	0,5	11,8	11,7	16,1	2,2	8,1	1,2
Si	Media	1,3	46,5	55,4	56,4	1,3	69,6	20,3
	D.E	0,5	13,3	16,5	3,8	3,0	7,2	1,1
Valor p ANOVA K-W		0,173	0,842	0,011	0,754	0,170	0,879	0,666
Día Feriado								
No	Media	1,2	46,7	48,5	55,2	0,6	69,4	20,2
	D.E	0,4	12,4	13,0	15,5	2,4	8,0	1,2
Si	Media	1,3	43,4	44,3	60,8	0,1	62,6	21,1
	D.E	0,5	10,0	6,3	5,2	0,2	3,3	0,9
Valor p ANOVA K-W		0,124	0,312	0,372	0,352	0,229	0,007	0,033
Total	Media	1,2	46,6	48,4	55,3	0,6	69,3	20,2
	D.E	0,4	12,3	12,8	15,4	2,4	8,0	1,2

No se encontró correlación significativa entre el número de casos y las demás variables evaluadas. Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa entre PM₁₀ con la precipitación, PM_{2.5} con temperatura, O₃ y temperatura con humedad relativa y precipitación. Nótese que la mayor correlación significativa, se presentó entre la temperatura y la humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 210**)





Tabla 210. Correlación por pares de las covariables consideradas para los hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria, del municipio de La Estrella, 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	692	0,05	0,213
Número de casos vs PM _{2,5}	218	0,05	0,438
Número de casos vs Ozono	115	0,15	0,295
Número de casos vs Humedad Relativa	341	0,01	0,803
Número de casos vs Precipitación	341	-0,01	0,861
Número de casos vs Temperatura	341	0	0,983
PM ₁₀ vs PM _{2,5}	218	0,31	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	115	0,25	0,006
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	341	-0,07	0,206
PM ₁₀ vs Precipitación	341	-0,14	0,007
PM ₁₀ vs Temperatura	341	0,17	0,002
PM _{2,5} vs Ozono	115	0,1	0,295
PM _{2,5} vs Humedad Relativa	218	0,39	0,000
PM _{2,5} vs Precipitación	218	0,15	0,024
PM _{2,5} vs Temperatura	218	-0,3	0,003
Ozono vs Humedad relativa	115	-0,23	0,014
Ozono vs Precipitación	115	-0,23	0,012
Ozono vs Temperatura	115	0,27	0,003
Humedad Relativa vs Precipitación	341	0,66	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	341	-0,87	0,000
Precipitación vs Temperatura	341	-0,61	0,000

b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Los valores de los términos de suavizado para las variables meteorológicas no fueron significativos, al contrario de la temperatura en °C. Se encontró que un incremento significativo en el porcentaje del riesgo por un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM₁₀ empezó a evidenciarse en los días seis, nueve, once doce, catorce y quince, donde el riesgo fue de 3,6%, manteniendo fijas las demás variables, aunque no se encontró un gradiente en el incremento del porcentaje del riesgo de casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años de este municipio. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos acumulados fue de 33,1%, esto es, por cada incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM₁₀ se presentó un





aumento del 33.1% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años, cada quince días a partir del momento de la toma de la medición, ajustado por la humedad relativa, la temperatura en °C , el día de la semana y si el día era o no festivo. Con relación al día domingo, se presentó un incremento significativo en el porcentaje de casos de enfermedad respiratoria siendo mayor los días lunes y martes, con el 65,2 y 62,6%, respectivamente, ajustado por las demás variables. Sin embargo, el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuía si el día era festivo en un 30,2%, si las demás variables permanecían constantes. Por cada incremento de un 1% en la temperatura en °C , se presentó un aumento en el número de casos del evento del 3,6%. (**Tabla 231**).

Otros aspectos encontrados

En el rezago cero, sólo se encontró asociación entre el PM_{2.5} y la enfermedad respiratoria en hombres menores de 5 años; dando cuenta, de un incremento del 8% de los casos de enfermedad respiratoria asociado con un incremento de 10 µg/m³ de PM_{2.5} (**Anexo 6, tabla 57**).

Para el caso del rezago 0-3, no se encontraron asociaciones entre los contaminantes y eventos centinela en estudio.

3.1.9 Municipio de Medellín

a. Análisis bivariado

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años

Del 2008 al 2015, se estimaron 418.253 casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años, habitantes del municipio de Medellín, cuyo promedio fue de 72 casos (DE= 48). Con relación a los días de la semana, el martes se registró el mayor número de casos, pero en el resto de los días el comportamiento de los casos de dicha enfermedad fue decreciendo hasta alcanzar sus niveles más bajos el día domingo, encontrando diferencias significativas en el número de casos, entre los días de la semana ($p < 0,05$).

Cuando se consideró si el día era festivo, el número promedio de casos de la enfermedad respiratoria fue mayor cuando el día no era festivo, igual situación ocurrió cuando el día era feriado. El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 69,8 µg/m³ (D.E= 13,6) y el promedio de PM_{2.5} fue 35 µg/m³ (D.E=8,5). La mayor concentración de PM₁₀ y PM_{2.5}, en el periodo de estudio, ocurrió en promedio el día viernes, aumentando a partir del día domingo en ambos casos. En cuanto al Ozono la concentración promedio fue de 67,3 µg/m³ (D.E=21,6) y la mayor concentración promedio se presentó el día sábado, con diferencias significativas entre los días de la semana. La temperatura, la humedad relativa y la precipitación no presentaron diferencias significativas para los días de la semana ($p > 0,05$).





Para PM_{10} , $PM_{2.5}$ y Ozono se presentó mayor concentración el día no festivo y no feriado. En lo relacionado con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios del número de casos, PM_{10} , $PM_{2.5}$, precipitación y humedad relativa fueron mayores cuando aquel no se había reportado, en contraste con los promedios de ozono y temperatura, los cuales presentaron un promedio mayor en días con brote de influenza, presentando todas diferencias estadísticas, exceptuando los valores de ozono (**Tabla 211**).





Tabla 211. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para menores de 5 años y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Medellín, 2008 -2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	36,30	61,90	30,90	66,60	5,50	64,00	23,00
	D.E	23,50	13,80	7,80	19,90	10,00	9,00	1,60
Lunes	Media	80,70	66,80	33,20	65,10	5,00	64,20	22,90
	D.E	54,20	12,90	7,90	19,80	8,20	9,10	1,60
Martes	Media	87,40	70,80	35,50	67,10	5,10	64,50	22,90
	D.E	52,60	11,20	8,30	21,20	8,70	9,10	1,60
Miércoles	Media	85,30	71,90	35,80	66,60	5,40	63,80	23,00
	D.E	49,40	13,10	8,40	22,50	9,30	9,10	1,60
Jueves	Media	80,40	73,00	36,60	67,30	4,80	64,60	22,90
	D.E	47,20	13,00	8,30	22,80	8,60	9,50	1,70
Viernes	Media	77,50	73,60	36,90	68,30	4,60	64,50	22,90
	D.E	44,70	13,60	8,60	21,80	8,00	9,40	1,60
Sábado	Media	54,00	70,80	36,20	69,90	4,60	64,20	23,00
	D.E	31,90	13,80	8,70	22,50	8,20	9,20	1,60
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,000	0,007	0,896	0,578	0,707
Día festivo								
No	Media	73,3	70,4	35,3	67,4	5,1	64,3	22,9
	D.E	48,2	13,4	8,5	21,7	8,8	9,2	1,6
Si	Media	37	58,1	29,5	64,6	4	64	23
	D.E	24,5	11,9	6,3	19,8	7,6	8,9	1,6
	p-value	0,000	0,000	0,051	0,000	0,044	0,408	0,284
Brote de Influenza								
No	Media	101,4	66,3	36,6	70,3	4,1	62,2	23,2
	D.E	44	13,4	8,5	21,2	7,7	9,1	1,6
Si	Media	96,2	63,9	35,9	70,9	3,5	59,7	23,7
	D.E	52,4	13	10,9	19,2	7,7	8,6	1,4
Valor p ANOVA K-W		0,027	0,000	0,000	0,351	0,000	0,000	0,000
Día Feriado								
No	Media	72,1	70	35,1	67,3	5,1	64,4	22,9
	D.E	48,2	13,7	8,6	21,6	8,8	9,2	1,6
Si	Media	57,4	64,1	31,8	65,6	3,1	57,6	23,9
	D.E	35,5	10,3	5	21,3	5,5	9	1,5
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,000	0,209	0,020	0,000	0,000
Total	Media	71,70	69,80	35,00	67,30	5,00	64,30	22,90
	D.E	48,00	13,60	8,50	21,60	8,80	9,20	1,60





Entre el número de casos de enfermedad respiratoria y las variables ambientales se encontró correlaciones significativas; obsérvese que las relaciones inversas con PM₁₀, humedad relativa y precipitación, es decir que a medida que aumentan cada una de estas variables se disminuye el número de casos. Para las variables ambientales se encontraron correlaciones inversas significativas entre los niveles de PM₁₀ y temperatura; PM_{2.5} y temperatura; ozono y humedad relativa; ozono y temperatura; precipitación y temperatura y humedad relativa y temperatura siendo esta última la mayor correlación significativa; esto es; a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 212**).

Tabla 212. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, menores de 5 años del municipio de Medellín. 2008 a 2015

Covariables 2×2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	5.657	-0,1	0,000*
Número de casos vs PM _{2.5}	5.643	0,2	0,000*
Número de casos vs Ozono	5.101	0,12	0,000*
Número de casos vs Humedad	5.666	-0,17	0,000*
Número de casos vs Precipitación	5.831	-0,06	0,000*
Número de casos vs Temperatura	5.831	0,16	0,000*
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	5.643	0,45	0,000*
PM ₁₀ vs Ozono	5.101	0,00	0,962
PM ₁₀ vs Humedad relativa	5.490	0,23	0,000*
PM ₁₀ vs Precipitación	5.655	0,14	0,000*
PM ₁₀ vs Temperatura	5.655	-0,2	0,000*
PM _{2.5} vs Ozono	5.101	0,17	0,000*
PM _{2.5} vs Humedad relativa	5.476	0,07	0,000*
PM _{2.5} vs Precipitación	5.641	0,01	0,689
PM _{2.5} vs Temperatura	5.641	-0,05	0,000*
Ozono vs Humedad Relativa	4.956	-0,07	0,000*
Ozono vs Precipitación	5.101	-0,07	0,000*
Ozono vs Temperatura	5.099	0,11	0,000*
Humedad relativa vs Precipitación	5.664	0,55	0,000*
Humedad relativa vs Temperatura	5.666	-0,88	0,000*
Precipitación vs Temperatura	5.829	-0,49	0,000*

Mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 114.048 casos de enfermedad respiratoria en las mujeres de 65 años o más, habitantes del municipio de Medellín, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 40 (D.E=63,9) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, estos fueron mayor el día martes con diferencias estadísticas respecto a los promedios de los días restantes. El





promedio de contaminante PM_{10} , $PM_{2.5}$ y O_3 en el periodo de estudio fue de $69.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 13,6), $69.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=13,6) y $67,1$ (D.E=21,6), respectivamente.

Se observaron diferencias significativas de los promedios de los contaminantes para cada día de la semana; siendo mayor el viernes para PM_{10} y $PM_{2.5}$, y el día sábado para O_3 ; por el contrario, no se encontraron diferencias estadísticas por día de la semana en las variables meteorológicas evaluadas. Cuando el día era festivo, se presentaron diferencias estadísticas para los promedios del número de casos, PM_{10} y $PM_{2.5}$, estos dos últimos tuvieron promedios mayores cuando no se presentaba tal día. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios de la temperatura fueron mayores cuando aquel si se había reportado, en contraste con los promedios de humedad relativa y precipitación, los cuales presentaron un promedio mayor en días sin brote de influenza, presentando todas diferencias estadísticas. Finalmente, con relación al día feriado, sólo se presentaron diferencias significativas para los promedios de PM_{10} , humedad relativa y temperatura, los cuales fueron menores con la presencia de día feriado (**Tabla 213Tabla 151**).





Tabla 213. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para mujeres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Medellín, 2008 -2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	25,09	61,53	31,14	65,86	5,56	63,94	23,01
	D.E	49,64	14,01	7,74	19,93	10,18	9,08	1,61
Lunes	Media	40,03	66,88	33,30	65,21	5,08	64,16	22,94
	D.E	49,88	13,04	7,83	19,97	8,29	9,17	1,61
Martes	Media	48,23	70,82	35,48	66,94	5,12	64,51	22,87
	D.E	81,10	11,17	8,33	21,23	8,71	9,15	1,57
Miércoles	Media	42,19	71,89	35,86	66,73	5,41	63,79	23,00
	D.E	56,33	13,10	8,43	22,45	9,32	9,11	1,61
Jueves	Media	44,39	72,93	36,56	67,15	4,86	64,55	22,94
	D.E	68,93	12,96	8,31	22,74	8,59	9,53	1,70
Viernes	Media	41,72	73,57	36,96	68,20	4,64	64,56	22,90
	D.E	60,66	13,63	8,60	21,99	8,07	9,38	1,62
Sábado	Media	36,26	70,76	36,18	69,58	4,69	64,21	22,96
	D.E	71,13	13,87	8,72	22,65	8,28	9,21	1,63
Valor p ANOVA K-W		0,00	0,00	0,00	0,00	0,97	0,86	0,92
Día festivo								
No	Media	39,36	70,38	35,35	67,22	5,09	64,25	22,94
	D.E	58,21	13,49	8,51	21,69	8,83	9,24	1,62
Si	Media	50,35	57,80	29,60	64,46	4,24	64,12	22,97
	D.E	138,64	12,19	6,10	20,15	7,82	8,99	1,60
	p-value	0,00	0,00	0,00	0,20	0,21	0,65	0,64
Brote de Influenza								
No	Media	54,57	66,27	36,62	70,33	4,10	62,16	23,23
	D.E	23,99	13,37	8,51	21,23	7,71	9,15	1,56
Si	Media	52,98	63,87	35,91	70,95	3,39	59,70	23,72
	D.E	31,57	13,02	10,91	19,22	7,65	8,65	1,44
Valor p ANOVA K-W		0,97	0,01	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00
Día Feriado								
No	Media	39,82	70,00	35,18	67,15	5,10	64,42	22,92
	D.E	62,68	13,72	8,57	21,64	8,86	9,18	1,62
Si	Media	40,45	64,15	32,17	65,62	3,25	58,03	23,85
	D.E	98,41	10,47	4,88	21,35	5,65	9,03	1,49
Valor p ANOVA K-W		0,03	0,00	0,01	0,40	0,22	0,00	0,00
Total	Media	39,84	69,84	35,10	67,11	5,05	64,25	22,95
	D.E	63,86	13,67	8,50	21,63	8,79	9,23	1,62





Entre el número de casos de enfermedad respiratoria y las variables ambientales se encontró correlaciones significativas; obsérvese que las relaciones inversas con PM₁₀, humedad relativa y precipitación, es decir que a medida que aumentan cada una de estas variables se disminuye el número de casos. Para las variables ambientales se encontraron correlaciones inversas significativas entre los niveles de PM₁₀ y temperatura; PM_{2.5} y temperatura; ozono y humedad relativa; ozono y precipitación; precipitación y temperatura y humedad relativa y temperatura siendo esta última la mayor correlación significativa; esto es; a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 214**).

Tabla 214. Correlación por pares de las covariables consideradas para las mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria, Medellín. 2008- 2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	2.775	-0,18	0,000*
Número de casos vs PM _{2.5}	2.768	0,22	0,000*
Número de casos vs Ozono	2.498	0,1	0,000*
Número de casos vs Humedad	2.785	-0,2	0,000*
Número de casos vs Precipitación	2.862	-0,13	0,000*
Número de casos vs Temperatura	2.862	0,15	0,000*
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	2.768	0,45	0,000*
PM ₁₀ vs Ozono	2.498	0,00	0,895
PM ₁₀ vs Humedad relativa	2.697	0,23	0,000*
PM ₁₀ vs Precipitación	2.774	0,13	0,000*
PM ₁₀ vs Temperatura	2.774	-0,2	0,000*
PM _{2.5} vs Ozono	2.498	0,17	0,000*
PM _{2.5} vs Humedad relativa	2.690	0,07	0,000*
PM _{2.5} vs Precipitación	2.767	0	0,989
PM _{2.5} vs Temperatura	2.767	-0,05	0,017*
Ozono vs Humedad Relativa	2.431	-0,07	0,000*
Ozono vs Precipitación	2.498	-0,07	0,000*
Ozono vs Temperatura	2.497	0,11	0,000*
Humedad relativa vs Precipitación	2.784	0,55	0,000*
Humedad relativa vs Temperatura	2.785	-0,88	0,000*
Precipitación vs Temperatura	2.861	-0,49	0,000*

Mujeres de 65 años o más con enfermedad circulatoria

En total, se estimaron 17.218 casos de enfermedad circulatoria en las mujeres de 65 años o más, habitantes del municipio de Medellín, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 6,3 (D.E=5,61) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, estos fueron mayor el día martes con diferencias estadísticas respecto a los promedios de los días restantes. Los casos no presentaron diferencias significativas respecto al día feriado y con la presencia de brote de influenza.

El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 69.89 µg/m³ (D.E= 13.86); con respecto al PM_{2.5} el promedio fue de 35,3 µg/m³ (D.E= 8,6); y al ozono, el promedio diario fue de 67,4





$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=21,5); el último sin presentar diferencias estadísticas ($p=0,000$) con relación a los días de la semana. Para PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$ el promedio máximo se presentó el día viernes.

Por otro lado, no se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana. Cuando el día era festivo, se presentaron diferencias estadísticas para los promedios de casos, PM_{10} y $\text{PM}_{2,5}$, los cuales fueron mayores cuando no se presentaba tal día. En lo relacionado con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, sólo se presentaron diferencias estadísticas para los promedios de PM_{10} , humedad relativa y temperatura, siendo mayores sin la presencia de brote. Finalmente, con relación al día feriado, se presentaron diferencias significativas para los promedios de PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, humedad relativa y temperatura los cuales fueron menores con la presencia de día feriado (**Tabla 215**).

Tabla 215. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria para mujeres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Medellín, 2008-2015.

Variables		Casos	PM_{10}	$\text{PM}_{2,5}$	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	4,76	61,49	31,29	67,10	5,69	64,13	23,00
	D.E	4,75	14,20	7,85	19,54	10,36	9,10	1,59
Lunes	Media	6,65	66,79	33,39	65,38	5,10	64,21	22,94
	D.E	5,27	13,16	7,99	19,87	8,40	9,23	1,61
Martes	Media	7,23	70,84	35,68	67,27	4,89	64,35	22,91
	D.E	6,41	11,23	8,28	21,27	8,36	9,08	1,56
Miércoles	Media	6,75	71,91	36,08	66,47	5,49	63,68	23,02
	D.E	5,48	13,17	8,43	22,47	9,48	9,12	1,62
Jueves	Media	6,99	73,13	36,86	67,08	4,85	64,51	22,93
	D.E	6,10	13,20	8,42	23,00	8,62	9,37	1,68
Viernes	Media	6,65	73,60	37,00	68,63	4,52	64,37	22,94
	D.E	5,84	13,75	8,60	21,88	7,96	9,33	1,61
Sábado	Media	5,25	71,03	36,59	70,16	4,62	64,00	22,99
	D.E	4,74	14,34	8,76	22,28	8,03	9,16	1,62
Valor p ANOVA K-W		0,00	0,00	0,00	0,19	0,96	0,93	0,93
Día festivo								
No	Media	6,35	70,45	35,56	67,55	5,08	64,20	22,95
	D.E	5,29	13,67	8,55	21,60	8,82	9,20	1,61
Si	Media	6,33	58,04	29,78	64,95	3,79	63,79	23,07
	D.E	10,27	12,30	6,52	20,18	7,64	9,04	1,61
	p-value	0,00	0,00	0,00	0,23	0,07	0,39	0,28
Brote de Influenza								
No	Media	8,25	66,34	36,78	70,69	4,11	62,21	23,83
	D.E	4,04	13,46	8,49	21,20	7,74	9,14	1,56





Si	Media	8,54	63,61	36,53	72,43	3,33	59,65	23,74
	D.E	5,18	13,38	11,02	19,03	7,65	8,46	1,42
Valor p ANOVA K-W		0,79	0,00	0,04	0,15	0,01	0,00	0,00
Día Feriado								
No	Media	6,35	70,06	35,38	67,46	5,07	64,36	22,93
	D.E	5,62	13,89	8,62	21,55	8,83	9,12	1,61
Si	Media	6,34	63,35	32,11	66,11	3,06	57,21	24,02
	D.E	5,53	10,62	4,64	21,17	5,83	9,17	1,51
Valor p ANOVA K-W		0,80	0,00	0,00	0,45	0,06	0,00	0,00
Total	Media	6,35	69,89	35,30	67,43	5,02	64,18	22,96
	D.E	5,61	13,86	8,56	21,54	8,77	9,19	1,61

Entre el número de casos de enfermedad respiratoria y todas las variables ambientales se encontró correlaciones significativas; obsérvese que las relaciones inversas con PM_{10} , humedad relativa y precipitación, es decir que a medida que aumentan cada una de estas variables se disminuye el número de casos. Para las variables ambientales se encontraron correlaciones inversas significativas entre los niveles de PM_{10} y temperatura; $PM_{2.5}$ y temperatura; ozono y humedad relativa; ozono y precipitación; precipitación y temperatura y humedad relativa y temperatura siendo esta última la mayor correlación significativa; esto es; a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 216**).

Tabla 216. Correlación por pares de las covariables consideradas para las mujeres de 65 años o más con enfermedad circulatoria, Medellín 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM_{10}	2.646	-0,14	0,0000*
Número de casos vs $PM_{2.5}$	2.639	0,18	0,0000*
Número de casos vs Ozono	2.393	0,170	0,0000*
Número de casos vs Humedad	2.634	-0,15	0,0000*
Número de casos vs Precipitación	2.711	-0,08	0,0000*
Número de casos vs Temperatura	2.711	0,12	0,0000*
PM_{10} vs $PM_{2.5}$	2.639	0,45	0,0000*
PM_{10} vs Ozono	2.393	0	0,9483
PM_{10} vs Humedad relativa	2.568	0,23	0,0000*
PM_{10} vs Precipitación	2.645	0,14	0,0000*
PM_{10} vs Temperatura	2.645	-0,2	0,0000*
$PM_{2.5}$ vs Ozono	2.393	0,17	0,0000*
$PM_{2.5}$ vs Humedad relativa	2.561	0,06	0,0011*
$PM_{2.5}$ vs Precipitación	2.638	0	0,8264
$PM_{2.5}$ vs Temperatura	2.638	-0,04	0,0495*
Ozono vs Humedad Relativa	2.326	-0,08	0,0002*
Ozono vs Precipitación	2.393	-0,07	0,0004*
Ozono vs Temperatura	2.392	0,11	0,0000
Humedad relativa vs Precipitación	2.633	0,55	0,0000*
Humedad relativa vs Temperatura	2.634	-0,88	0,0000*





Precipitación vs Temperatura	2.710	-0,49	0,0000*
------------------------------	-------	-------	---------

Hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 46.401 casos de enfermedad respiratoria en los hombres de 65 años o más, habitantes del municipio de Medellín, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 16,7 (D.E=23) casos por día, respecto al día de la semana, el martes se presentó el promedio más alto, con diferencias significativas. El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 69.68 µg/m³ (D.E= 13,74); con respecto al PM_{2,5}, el promedio fue de 35 µg/m³ (D.E= 8,5); y con el ozono, el promedio diario fue de 69.9 µg/m³ (D.E=21,7); éste último sin presentar diferencias significativas entre los días de la semana. Para PM₁₀ y PM_{2,5}, el día viernes se presentó el mayor promedio, en comparación con los otros días de la semana. A pesar de presentarse algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas (p>0.05). Cuando el día era festivo, los promedios de número de casos, de PM₁₀ y PM_{2,5}, fueron mayores cuando tal día no se presentaba; para las otras variables no se presentaron diferencias significativas respecto al día festivo. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, se presentaron diferencias estadísticas para los promedios de PM₁₀, PM_{2,5}, precipitación, humedad relativa y temperatura, siendo mayores sin la presencia de brote para los primeros y contrario para el último. Finalmente, con relación al día feriado, se presentaron diferencias significativas para los promedios de casos, PM₁₀, PM_{2,5}, humedad relativa y temperatura, los cuales fueron menores con los días no feriado para los primeros y contrario para la última variable (**Tabla 217**).

Tabla 217. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria para hombres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Medellín, 2008 -2015.

Variables	Casos	PM ₁₀	PM _{2,5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	
Día de la semana								
Domingo	Media	10,41	61,43	31,20	66,02	5,60	64,02	23,00
	D.E	18,02	13,98	7,66	19,85	10,27	9,08	1,61
Lunes	Media	17,58	66,52	33,27	65,05	5,02	64,18	22,92
	D.E	18,98	13,07	7,83	20,07	8,25	9,10	1,60
Martes	Media	20,12	70,54	35,47	66,40	5,03	64,43	22,87
	D.E	28,60	11,10	8,35	21,07	8,68	9,15	1,58
Miércoles	Media	17,36	71,89	35,86	66,57	5,42	63,72	23,01
	D.E	20,49	13,16	8,48	22,46	9,36	9,10	1,62
Jueves	Media	18,63	72,80	36,57	66,94	4,89	64,61	22,93
	D.E	24,65	13,04	8,38	22,96	8,68	9,58	1,71
Viernes	Media	17,61	73,54	36,97	68,39	4,71	64,60	22,88
	D.E	21,82	13,68	8,58	22,15	8,17	9,43	1,62
Sábado	Media	14,84	70,61	36,09	69,19	4,58	64,00	22,98





	D.E	25,29	14,13	8,85	22,54	7,94	9,26	1,65
Valor p ANOVA K-W		0,00	0,00	0,00	0,33	0,98	0,82	0,86
Día festivo								
No	Media	16,57	70,24	35,32	67,06	5,07	64,23	22,94
	D.E	21,36	13,55	8,54	21,70	8,82	9,26	1,63
Si	Media	19,78	57,11	29,81	64,33	4,25	64,17	22,95
	D.E	46,65	11,96	6,11	20,47	7,96	8,79	1,58
	p-value	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,74	0,76
Brote de Influenza								
No	Media	22,82	66,26	36,63	70,37	4,10	62,16	23,23
	D.E	10,42	13,39	8,51	21,23	7,72	9,15	1,56
Si	Media	22,28	63,85	35,93	71,17	3,48	59,81	23,70
	D.E	13,86	13,04	10,93	19,04	7,74	8,62	1,45
Valor p ANOVA K-W		0,71	0,01	0,00	0,41	0,01	0,00	0,00
Día Feriado								
No	Media	16,72	69,84	35,17	66,97	5,09	64,41	22,91
	D.E	22,63	13,78	8,59	21,66	8,85	9,18	1,62
Si	Media	16,24	63,86	32,01	66,04	3,11	57,42	23,93
	D.E	34,67	10,75	4,73	21,36	5,80	9,00	1,51
Valor p ANOVA K-W		0,04	0,00	0,00	0,54	0,06	0,00	0,00
Total	Media	16,70	69,68	35,09	66,95	5,04	64,22	22,94
	D.E	23,01	13,74	8,52	21,65	8,79	9,24	1,63

Entre el número de casos de enfermedad respiratoria y todas las variables ambientales se encontró correlaciones significativas; obsérvese que las relaciones inversas con PM_{10} , humedad relativa y precipitación, es decir que a medida que aumentan cada una de estas variables se disminuye el número de casos. Para las variables ambientales se encontraron correlaciones inversas significativas entre los niveles de PM_{10} y ozono; PM_{10} y temperatura; $PM_{2.5}$ y temperatura; ozono y humedad relativa; ozono y precipitación; precipitación y temperatura y humedad relativa y temperatura siendo esta última la mayor correlación significativa; esto es; a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 218**).





Tabla 218. Correlación por pares de las covariables consideradas para los hombres de 65 años o más con enfermedad respiratoria, Medellín 2008-2015.

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	2.692	-0,17	0,000*
Número de casos vs PM _{2.5}	2.685	0,24	0,000*
Número de casos vs Ozono	2.427	0,12	0,000*
Número de casos vs Humedad	2.714	-0,2	0,000*
Número de casos vs Precipitación	2.777	-0,14	0,000*
Número de casos vs Temperatura	2.777	0,16	0,000*
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	2.685	0,45	0,000*
PM ₁₀ vs Ozono	2.427	-0,01	0,546
PM ₁₀ vs Humedad relativa	2.628	0,23	0,000*
PM ₁₀ vs Precipitación	2.691	0,14	0,000*
PM ₁₀ vs Temperatura	2.691	-0,2	0,000*
PM _{2.5} vs Ozono	2.427	0,18	0,000*
PM _{2.5} vs Humedad relativa	2.621	0,07	0,001*
PM _{2.5} vs Precipitación	2.684	0,01	0,790
PM _{2.5} vs Temperatura	2.684	-0,04	0,035*
Ozono vs Humedad Relativa	2.374	-0,08	0,000*
Ozono vs Precipitación	2.427	-0,08	0,000*
Ozono vs Temperatura	2.426	0,11	0,000*
Humedad relativa vs Precipitación	2.713	0,55	0,000*
Humedad relativa vs Temperatura	2.714	-0,88	0,000*
Precipitación vs Temperatura	2.776	-0,49	0,000*

Hombres de 65 años o más con enfermedad circulatoria

En total, se estimaron 14.267 casos de enfermedad circulatoria en los hombres de 65 años o más, habitantes del municipio de Medellín, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 5.32 (D.E=4,08) casos por día, respecto al día de la semana, el martes se presentó el promedio más alto, con diferencias significativas. El promedio de contaminante PM₁₀ en el periodo de estudio fue de 69.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 13,76); con respecto al PM_{2.5}, el promedio fue de 35.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 8,54); y con el ozono, el promedio diario fue de 69.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E=21,73); éste último sin presentar diferencias significativas entre los días de la semana. Para PM₁₀ y PM_{2.5}, el día viernes se presentó el mayor promedio, en comparación con los otros días de la semana. A pesar de presentarse algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p>0.05$).

Cuando el día era festivo, los promedios de número de casos, de PM_{2.5} y PM₁₀ fueron mayores cuando tal día no se presentaba para los dos primeros y contrario para el último; para las otras variables no se





presentaron diferencias significativas respecto al día festivo. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, se presentaron diferencias estadísticas para los promedios de PM₁₀, precipitación, humedad relativa y temperatura, siendo mayores sin la presencia de brote para los primeros y contrario para el último. Finalmente, con relación al día feriado, se presentaron diferencias significativas para los promedios de PM₁₀, PM_{2.5}, precipitación, humedad relativa y temperatura, los cuales fueron menores con los días no feriado para los primeros y contrario para la última variable. (Tabla 219).

Tabla 219. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria para hombres de 65 años o más y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y si hubo brote de influenza, por día. Medellín, 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	3,75	61,12	31,32	65,75	5,33	63,75	23,03
	D.E	3,09	13,92	7,77	19,83	10,04	8,90	1,59
Lunes	Media	5,40	66,45	33,23	65,15	5,02	64,10	22,95
	D.E	4,26	12,98	7,88	19,97	8,30	9,29	1,62
Martes	Media	6,11	70,81	35,57	67,03	5,05	64,55	22,87
	D.E	4,57	11,31	8,31	21,28	8,78	8,99	1,57
Miércoles	Media	5,77	71,83	35,97	66,64	5,44	63,84	23,00
	D.E	4,27	13,27	8,47	22,54	9,33	9,17	1,63
Jueves	Media	6,04	72,85	36,85	67,56	4,94	64,65	22,92
	D.E	4,16	13,09	8,25	23,12	8,75	9,59	1,70
Viernes	Media	5,54	73,45	36,96	68,28	4,70	64,36	22,91
	D.E	4,00	13,69	8,67	22,17	8,19	9,31	1,63
Sábado	Media	4,46	70,49	36,41	69,53	4,70	64,01	22,98
	D.E	3,39	13,96	8,84	22,76	8,11	9,29	1,64
Valor p ANOVA K-W		0,00	0,00	0,00	0,27	1,00	0,78	0,86
Día festivo								
No	Media	5,35	70,25	35,48	67,23	5,07	64,19	22,95
	D.E	4,05	13,59	8,54	21,79	8,84	9,22	1,63
Si	Media	4,67	57,41	29,80	65,02	4,07	64,03	23,00
	D.E	4,71	11,50	6,39	20,24	7,86	9,14	1,60
p-value		0,00	0,00	0,00	0,31	0,13	0,64	0,56
Brote de Influenza								
No	Media	6,99	66,34	36,67	70,45	4,05	62,12	23,24
	D.E	3,65	13,44	8,53	21,22	7,61	9,13	1,55
Si	Media	7,21	63,75	36,65	72,53	3,54	59,97	23,70
	D.E	4,47	13,15	11,02	19,00	7,81	8,69	1,45
Valor p ANOVA K-W		0,88	0,01	0,10	0,09	0,03	0,00	0,00
Día Feriado								



No	Media	5,32	69,83	35,30	67,11	5,08	64,37	22,92
	D.E	4,06	13,80	8,59	21,74	8,85	9,15	1,62
Si	Media	5,20	63,32	32,32	67,90	2,97	56,86	24,12
	D.E	4,81	10,56	4,99	21,43	5,93	9,18	1,51
Valor p ANOVA K-W		0,31	0,00	0,01	0,94	0,04	0,00	0,00
Total	Media	5,32	69,67	35,22	67,13	5,03	64,19	22,95
	D.E	4,08	13,76	8,54	21,73	8,80	9,22	1,63

Entre el número de casos de enfermedad respiratoria y todas las variables ambientales se encontró correlaciones significativas; obsérvese que las relaciones inversas con PM_{10} , humedad relativa y precipitación, es decir que a medida que aumentan cada una de estas variables se disminuye el número de casos. Para las variables ambientales se encontraron correlaciones inversas significativas entre los niveles de PM_{10} y ozono; PM_{10} y temperatura; $PM_{2,5}$ y temperatura; ozono y humedad relativa; ozono y precipitación; precipitación y temperatura y humedad relativa y temperatura siendo esta última la mayor correlación significativa; esto es; a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 220**).



Tabla 220. Correlación por pares de las covariables consideradas para los hombres de 65 años o más con enfermedad circulatoria, del municipio de Medellín. 2008 a 2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	2.593	-0,1	0,0000*
Número de casos vs PM _{2,5}	2.586	0,21	0,0000*
Número de casos vs Ozono	2.388	0,150	0,0000*
Número de casos vs Humedad	2.613	-0,13	0,0000*
Número de casos vs Precipitación	2.680	-0,06	0,0019*
Número de casos vs Temperatura	2.680	0,12	0,0000*
PM ₁₀ vs PM _{2,5}	2.586	0,45	0,0000*
PM ₁₀ vs Ozono	2.388	-0,01	0,7142
PM ₁₀ vs Humedad relativa	2.525	0,23	0,0000*
PM ₁₀ vs Precipitación	2.592	0,14	0,0000*
PM ₁₀ vs Temperatura	2.592	-0,2	0,0000*
PM _{2,5} vs Ozono	2.388	0,17	0,0000*
PM _{2,5} vs Humedad relativa	2.518	0,06	0,004*
PM _{2,5} vs Precipitación	2.585	0	0,8249
PM _{2,5} vs Temperatura	2.585	-0,03	0,1107
Ozono vs Humedad Relativa	2.325	-0,08	0,0000*
Ozono vs Precipitación	2.388	-0,07	0,0004*
Ozono vs Temperatura	2.387	0,11	0,0000*
Humedad relativa vs Precipitación	2.612	0,55	0,0000*
Humedad relativa vs Temperatura	2.613	-0,88	0,0000*
Precipitación vs Temperatura	2.679	-0,49	0,0000*

b. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés PM₁₀ en µg /m³

Se encontró que un incremento significativo en el porcentaje del riesgo por un aumento de 10 µg /m³ en PM₁₀ empezó a evidenciarse a partir del cuarto día de rezago del contaminante, hasta el noveno día, el once y el trece hasta el quince, donde el riesgo fue de 2,4%, manteniendo fijas las demás variables aunque no se encontró un gradiente en el incremento del porcentaje del riesgo de casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años de este municipio. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos acumulados fue de 0,01220139 lo que dio cuenta de un incremento del 13,0% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de 10 µg /m³ en PM₁₀ en cada quince días a partir del momento de la toma de la medición, ajustado por la temperatura en °C, la precipitación en mm, la humedad relativa en %, el día de la semana, si el día era o





no festivo, si era o no feriado y por si se había presentado o no algún brote de influenza. Con respecto al día domingo, los casos de enfermedad aumentaron los demás días de la semana, en un 150,1; 138,7; 122,6; 116; 111,7 y 47,7%, para el lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado, respectivamente, ajustado por las demás variables. Se pudo observar que el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuía si el día era festivo (56,8%), feriado (10,4%) o si se había presentado algún brote de influenza (3,9%) si las demás variables permanecían constantes (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en mujeres de 65 y más años con exposición de interés PM_{10} en $\mu g / m^3$

Los valores de los términos de suavizado para tres covariables atmosféricas fueron significativos. En el tercer día de rezago del contaminante, por cada incremento de $10 \mu g / m^3$ en PM_{10} , hubo una disminución, significativa, en el número de casos de enfermedad respiratoria de 0,0099, es decir, el porcentaje del riesgo disminuyó casi en un 1%, manteniendo fijas las demás variables; se pudo observar que la situación anterior contrastó con la medición de PM_{10} en $\mu g / m^3$, el día 15 donde el porcentaje de riesgo aumentó en un 1.2%, permaneciendo constantes las demás variables. El efecto acumulado de PM_{10} sobre el desenlace fue de 0,00043 esto es, por cada incremento de $10 \mu g / m^3$ en PM_{10} hubo un aumento en el número de casos de enfermedad respiratoria de 0,0043 (que correspondió a un 0,4%) hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, cuando las demás variables permanecieron fijas. El número de casos de enfermedad respiratoria fue mayor desde el día lunes hasta el día sábado, con incrementos del 97,4; 91,6; 84,0; 84,0; 84,0 y 47,7%, respectivamente, con respecto al día domingo, con significación estadística, cuando se ajustó por las demás variables. También el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuyó si el día era festivo, feriado o si se presentó algún brote de influenza (50,3; 31,6 y 4,1%, respectivamente) (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés $PM_{2.5}$ en $\mu g / m^3$

Se encontró que un incremento significativo en el porcentaje del riesgo por un aumento de $10 \mu g / m^3$ en $PM_{2.5}$ empezó a manifestarse a partir del quinto día de rezago del contaminante hasta el octavo y de día once hasta el quince, aunque no se encontró un gradiente en dicho porcentaje del riesgo de casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años de este municipio. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos distribuidos fue de 0.0224 lo que dio cuenta de un incremento de 25,2% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de $10 \mu g / m^3$ en $PM_{2.5}$ en un día ajustado por la temperatura en $^{\circ}C$, la precipitación en mm, la humedad relativa diaria en %, el día de la semana, si el día era o no festivo, si era o no feriado y por si se había presentado o no algún brote de influenza. Con respecto al día domingo, los casos de enfermedad aumentaron los demás días de la semana, en un 150,9; 141,1; 127; 120,3; 13,8 y 49,2%, para el lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado, cuando las demás variables constitutivas del modelo permanecieron constantes. Se pudo observar que el número de casos de la enfermedad en cuestión rebajó si el día era festivo (60%), feriado (13.1%) o si se presentó algún brote de influenza (6.7%) si las demás variables permanecían fijas (**Tabla 231**).





Casos de enfermedad respiratoria en hombres de 65 y más años con exposición de interés $PM_{2.5}$ en $\mu g / m^3$

Los coeficientes de la humedad relativa y la precipitación en mm fueron significativos, con un efecto negativo sobre el número de casos de enfermedad respiratoria en dicho grupo de edad. No se encontró ni un aumento ni una disminución significativa en los porcentajes de riesgo en los rezagos simples pero cuando se consideró el efecto acumulado de $PM_{2.5}$ en $\mu g / m^3$ sobre el desenlace, este fue de 0,027, esto es, por cada incremento de $10 \mu g / m^3$ en $PM_{2.5}$ hubo un aumento en el número de casos de enfermedad respiratoria de 0.27 o lo que es lo mismo, el porcentaje de riesgo de enfermedad respiratoria aumentó en un 27,7% hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, ajustando por las demás variables en el modelo. También por cada incremento de un 1% en la humedad relativa, el número de casos de enfermedad respiratoria disminuyó en 1,3% manteniendo fija las demás variables. Con respecto al día domingo, se observó un aumento en todos los días siguientes del porcentaje del número de casos de enfermedad respiratoria, siendo mayor el día martes en un 89,6% y jueves, en un 73,3% y menor el día sábado, con un 41,9%, con significación estadística, ajustando por las demás variables. El número de casos de la enfermedad en cuestión no se afectó si el día era festivo, feriado o si se había presentado algún brote de influenza (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en mujeres de 65 y más años con exposición de interés $PM_{2.5}$ en $\mu g / m^3$

A partir del día doce de rezago del contaminante hasta el día quince, los coeficientes aumentaron con un patrón estable, donde por cada incremento de $10 \mu g / m^3$ en $PM_{2.5}$ el porcentaje del riesgo de enfermedad respiratoria aumentó en un 6,2% manteniendo fijas las demás variables. El efecto acumulado de $PM_{2.5}$ sobre el desenlace fue de 0,012, esto es, por cada incremento de $10 \mu g / m^3$ en $PM_{2.5}$ hubo un aumento en el número de casos de enfermedad respiratoria de 0,12 (que correspondió a un 12,6%) hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, ajustando por las demás variables en el modelo. Desde el día lunes hasta el sábado, el porcentaje de riesgo del evento fue mayor que el día domingo, destacándose día lunes con un exceso del 101,4% y el día sábado con el menor exceso en el porcentaje de riesgo del 46,2%, con significación estadística, ajustando por las demás variables. También el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuyó si el día fue festivo, feriado o si se presentó algún brote de influenza (**Tabla 231**).





Casos de enfermedad circulatoria en hombres de 65 y más años con exposición de interés $PM_{2.5}$ en $\mu g / m^3$

Exceptuando si el día era feriado, la presencia de algún brote de influenza, la temperatura en $^{\circ}C$ y la humedad relativa, las demás variables fueron significativas. Los valores rezagados positivos de $PM_{2.5}$ $\mu g / m^3$ en los días 4, 6, 12 y 14 mostraron un aumento en el porcentaje del riesgo de enfermedad circulatoria. El efecto acumulado de $PM_{2.5}$ en $\mu g / m^3$ sobre el desenlace fue de 0,026 esto es, por cada incremento de 10 $\mu g / m^3$ en $PM_{2.5}$ hubo un aumento en el número de casos de enfermedad circulatoria de 0,26 (o lo que es lo mismo de un 29,7%) hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, ajustando por las demás variables en el modelo. El mayor número de casos de enfermedad circulatoria se dio los días martes y jueves, con incrementos del 55,3%, en ambos casos con respecto al día domingo; el sábado fue el día de la semana donde hubo menor reporte de dichos casos, 16,2%, con significación estadística. También el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuía si el día era festivo, en un 16,5% (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad circulatoria en mujeres de 65 y más años con exposición de interés $PM_{2.5}$ en $\mu g / m^3$

No se observó un gradiente en el porcentaje de riesgo de enfermedad circulatoria en los días de rezago pero si un comportamiento antagónico: con excepción de segundo día de rezago en la medición del contaminante $PM_{2.5}$ en $\mu g / m^3$, se presentó significación estadística en los rezagos primero, y del tercero al quinto, con aumento del porcentaje del riesgo de la enfermedad circulatoria de 4,1%; 3,1%; 4,1%, y 7,3%, respectivamente por cada incremento de 10 $\mu g / m^3$ de $PM_{2.5}$, ajustando por las demás variables; contrastó lo anterior con la disminución del riesgo del evento en el rezago nueve, del 4,9%, y con el aumento en el mismo en el rezago trece, del 5,1%, a partir del cual perdió significación. De acuerdo con el método de rezagos distribuidos, desde el momento de la exposición hasta el día quince, por cada incremento de 10 $\mu g / m^3$ de $PM_{2.5}$ hubo un aumento en el porcentaje del riesgo de enfermedad circulatoria de 27,7%. Solo la temperatura en $^{\circ}C$ tuvo significación estadística cuando se consideró en la parte no paramétrica del modelo. En cuanto al día de la semana, el número de casos de enfermedad circulatoria se incrementó en un 47,7% los días martes y jueves con respeto al domingo ajustando por las demás. Si el día fue festivo disminuyó el porcentaje del riesgo de enfermedad circulatoria en un 6,8%. Las covariables y factores explicaron la variabilidad del desenlace en un 7,2% (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés O_3 en $\mu g / m^3$

Los valores de los términos de suavizado para las covariables fueron significativos así que no fueron líneas horizontales. Se evidenció un incremento significativo en el porcentaje del riesgo de enfermedad respiratoria por un aumento de 10 $\mu g / m^3$ en O_3 en todos los rezagos exceptuando en el tercero y el doceavo. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos distribuidos fue de 0.008 lo que dio cuenta de un incremento de 8,3% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de 10 $\mu g / m^3$ en O_3 ajustado por el día de la semana, si el día era o no festivo, si era o no feriado y por si se había presentado o no algún brote de influenza. Con respecto al día domingo, los casos de enfermedad aumentaron los demás días de la semana, en un 150,9; 146;134; 122,6; 116 y 49,2%, para el lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado, respectivamente, ajustado por las demás variables. Obsérvese el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuyó





si el día era festivo (56,8%), feriado (12,2%) o si se presentó algún brote de influenza (4,9%) si las demás variables permanecían constantes (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad respiratoria en hombres de 65 y más años con exposición de interés O₃ en µg /m³

Los valores de los términos de suavizado para tres covariables de interés fueron significativos así que no fueron líneas horizontales. Sólo se encontró un aumento significativo del porcentaje de riesgo enfermedad respiratoria en el penúltimo rezago del contaminante, del 0,87%, por cada incremento de 10 µg /m³ de O₃. El efecto acumulado de O₃ sobre el desenlace fue de 0,001, esto es, por cada incremento de 10 µg /m³ en O₃ hubo un aumento en el número de casos de enfermedad respiratoria de 0,01 o lo que es lo mismo, el porcentaje de riesgo de enfermedad respiratoria aumentó en un 1% hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, ajustando por las demás variables en el modelo. Con respecto al día domingo, se observó un gradiente positivo en el porcentaje del número de casos de enfermedad respiratoria, siendo mayor este el día lunes en un 105,4% y menor el sábado, con un 43,3%, con significación estadística, ajustando por las demás variables. También el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuía si el día era festivo, feriado o si se había presentado algún brote de influenza (46,7; 29,5 y 3,4%, respectivamente).

Casos de enfermedad respiratoria en mujeres de 65 y más años con exposición de interés O₃ en µg /m³

Los valores de los términos de suavizado para tres covariables de interés fueron significativos. Solo fue significativo el porcentaje de riesgo del evento en el día catorce, del 0,77%, por cada incremento de 10 µg /m³ en O₃, manteniendo fijas las demás variables. El efecto acumulado de O₃ sobre el desenlace fue de 0,002, esto es, por cada incremento de 10 µg /m³ en O₃ hubo un aumento en el número de casos de enfermedad respiratoria de 0,016 (que corresponde a un 1,6%) hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, ajustando por las demás variables en el modelo. El número de casos de enfermedad respiratoria fue mayor de los días lunes a sábado, con incrementos del 101,4; 97,4; 93,5; 91,6; 87,8 y 49,2% con respecto al día domingo, con significación estadística, ajustando por las demás variables. También el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuyó si el día fue festivo, feriado o si se presentó algún brote de influenza (50,3; 3,9 y 4,2%, respectivamente) (**Tabla 231**).

Casos de enfermedad circulatoria en mujeres de 65 y más años con exposición de interés O₃ en µg /m³

Los valores de los términos de suavizado para tres covariables de interés fueron significativos. Todas las variables elegidas previamente fueron significativas en la explicación del número de casos de enfermedad circulatoria en las mujeres de 65 y más años. Los coeficientes de O₃ en los rezagos 2, 5, 7, 11,13 y 14 fueron significativos. El efecto acumulado de O₃ sobre el desenlace fue de 0.009, es decir, por cada incremento de 10 µg /m³ en O₃ hubo un aumento en el número de casos de enfermedad circulatoria de 0,09 (que corresponde a un 9,5%) hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, ajustando por las demás variables en el modelo. El número de casos de enfermedad circulatoria fue mayor los días martes y jueves con respecto al día domingo, con incrementos del 53,7 y 46,2% respectivamente, con significación estadística, ajustando por las demás variables. También el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuía si el día era festivo, en un 7,7%. (**Tabla 231**).





Casos de enfermedad circulatoria en hombres de 65 y más años con exposición de interés O₃ en µg /m³

El valor del término de suavizado para la temperatura en °C y la humedad relativa fueron significativos, caso contrario al de la precipitación que no tuvo efecto alguno sobre el desenlace. Los valores rezagados positivos de O₃ en el día de la toma de la medición y en los rezagos 2, 7, 10 y 13 fueron significativos, mostraron un aumento en el porcentaje del riesgo de enfermedad circulatoria. El efecto acumulado de O₃ sobre el desenlace fue de 0.008 esto es, por cada incremento de 10 µg /m³ en O₃ hubo un aumento en el número de casos de enfermedad circulatoria de 0,08 (o lo que es lo mismo de un 8,3%) hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, ajustando por las demás variables en el modelo. El mayor número de casos de enfermedad circulatoria se dio los días martes y jueves, con incrementos del 60 y 61,6%, respectivamente, con respecto al día domingo; el sábado fue el día de la semana donde hubo menor reporte de dichos casos, con significación estadística. También el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuía si el día era festivo, en un 16,5% (**Tabla 231**).

Otros aspectos encontrados

En el municipio de Medellín se encontraron asociaciones entre los contaminantes y los eventos centinela respiratorios y circulatorios; a continuación se amplía la información por cada uno de estos eventos en relación con los rezagos cero y 0-3.

Morbilidad por eventos centinela respiratorios

Con respecto a los días de rezago, en el día cero se encontró una asociación entre los contaminantes (PM₁₀, PM_{2,5} y O₃) y los eventos centinela en estudio (enfermedad respiratoria, enfermedades del oído medio y de la apófisis mastoides, influenza y neumonía, infecciones agudas de las vías respiratorias superiores y otras infecciones de las vías respiratorias inferiores).

Durante el periodo de estudio se encontró una asociación entre el PM₁₀ y los eventos centinela mencionados anteriormente, tanto para hombres como mujeres menores de 5 años y entre 5 y 14 años. Las mujeres menores de 5 años presentaron el mayor porcentaje de incremento del número de casos de enfermedad respiratoria e infecciones agudas de las vías respiratorias superiores asociado con un aumento de 10 µg/m³ en PM₁₀ con un valor de 3,8% y 3,2% respectivamente. Para el caso de otras infecciones de las vías respiratorias inferiores, las mujeres de 5 a 14 años presentaron el mayor porcentaje de incremento del número de casos asociado con un aumento de 10 µg/m³ en PM₁₀ con un 7,9%.

Para el caso de influenza y neumonía solo se encontró asociación de este evento con el PM₁₀ en hombres menores de 5 años, quienes presentaron un incremento de 5,3% de los casos asociado con un aumento de 10 µg/m³ en dicho contaminante (Ver Anexo 6, tabla 65).

Para el rezago cero, el PM_{2,5} se asoció con enfermedad respiratoria e infecciones agudas de las vías respiratorias superiores tanto en hombres como en mujeres en todas las edades estudiadas (menores de 5 años, entre 5 a 14 y mayores de 65 años). Para las enfermedades respiratorias, las mujeres menores de 5 años presentaron el mayor porcentaje de aumento del número de casos de 8,8% asociado con un incremento de 10 µg/m³ del contaminante; en las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores las mujeres de 5 a 14 años presentaron el mayor porcentaje de aumento del número de casos





correspondiente a 13,2% asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$. La influenza y neumonía presentó una asociación con el $\text{PM}_{2.5}$, destacándose que en los hombres mayores de 65 años se encontró el mayor porcentaje de aumento (8,9%) de número de casos asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$. Las mujeres menores de 5 años presentaron un incremento de 10,9% del número de casos por enfermedades del oído medio y de la apófisis mastoides asociado a un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$ (**Anexo 6, tabla 65**).

Para el rezago cero, el O_3 se asoció con enfermedad respiratoria tanto en hombres como en mujeres en todas las edades estudiadas (menores de 5 años, entre 5 a 14 y mayores de 65 años). Para las enfermedades respiratorias, los hombre menores de 5 años presentaron el mayor porcentaje de aumento del número de casos (3,4%) asociado con un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del contaminante. Así mismo, se presentó asociación de dicho contaminante con infecciones agudas de las vías respiratorias superiores e inferiores, influenza y neumonía y enfermedades del oído medio y de la apófisis mastoides (**Anexo, tabla 65**).

Para el rezago 0-3, se encontraron asociaciones entre los contaminantes (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ y O_3) y los eventos centinela en estudio (enfermedad respiratoria, enfermedades del oído medio y de la apófisis mastoides, influenza y neumonía, infecciones agudas de las vías respiratorias superiores y otras infecciones de las vías respiratorias inferiores). En el caso del PM_{10} , se asoció con enfermedad respiratoria en hombres y mujeres menores de 5 años y mujeres de 5 a 14; así como con otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores tanto en hombres como en mujeres menores de 5 años y entre 5 y 14. Sólo los hombres menores de 5 años presentaron un incremento de 8,5% de los casos de influenza y neumonía asociado con un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} . Las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores presentaron asociación con el PM_{10} solo en las mujeres menores de 5 años y entre 5 a 14 (**Anexo 6, tabla 70**).

En el caso de $\text{PM}_{2.5}$, se encontró una asociación de dicho contaminante con la enfermedad respiratoria tanto en hombres como en mujeres en todas la edades estudiadas a excepción de los hombre menores de 5 años, las mujeres menores de 5 años presentaron el mayor porcentaje de incremento del número de casos por dicho evento con un 11,7% asociado con un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del contaminante. Los hombres de 5 a 14 años presentaron un incremento de 8,6% del número de casos de enfermedades del oído medio y de la apófisis mastoide asociado con un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$. Para este mismo contaminante, los hombres de 65 años y más presentaron un incremento de 13,6% del número de casos por influenza y neumonía asociado con un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del contaminante (**Anexo 6, tabla 70**).

En cuanto a las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, se encontró asociación entre este evento y el $\text{PM}_{2.5}$ en hombres de 5 a 14 años y mujeres en todas las edades estudiadas; específicamente, las mujeres de 5 a 14 años presentaron un incremento del 19,1% del número de casos por este evento asociado con un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de dicho contaminante (**Anexo 6, tabla 70**).

Con respecto al ozono, se encontró asociación entre dicho contaminante con la enfermedad respiratoria y las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores tanto en hombres como mujeres en todas las edades estudiadas, a excepción de hombres y mujeres mayores de 65 años en los eventos agudos. Las mujeres menores de 5 años presentaron un incremento de 6,8% del número de casos por enfermedades del oído medio y de la apófisis mastoides asociado con un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de dicho contaminante (**Anexo 6, tabla 70**).





Morbilidad por eventos centinela circulatorios

Con respecto a los días de rezago, el día cero se encontró asociación entre el $PM_{2.5}$ y O_3 con la enfermedad circulatoria, la enfermedad isquémica del corazón y la enfermedad cerebrovascular.

Para el caso del $PM_{2.5}$, se presentó asociación entre dicho contaminante con la enfermedad circulatoria tanto en hombres como en mujeres entre 45 a 64 años y mayores de 65, los hombres entre 45 a 64 años presentaron un incremento del 16,6% del número de casos por dicha enfermedad asociado a un aumento de $10 \mu g/m^3$ de dicho contaminante. En cuanto a la enfermedad isquémica del corazón, los hombres menores de 65 años presentaron un incremento del 10,6% del número de casos por este evento asociado a un aumento de $10 \mu g/m^3$ en $PM_{2.5}$. Los hombres menores de 65 años presentaron el mayor porcentaje de incremento del número de casos por enfermedad cerebrovascular asociado a un aumento de $10 \mu g/m^3$ en $PM_{2.5}$ con valor de 16,8% (**Anexo 6, tabla 73**).

En cuanto al O_3 , se presentó asociación entre dicho contaminante con la enfermedad circulatoria en hombres de 45 a 64 años y mayores de 65 así como en mujeres mayores de 65 años. Las mujeres mayores de 65 años, presentaron un incremento del 3,3% del número de casos por enfermedad isquémica del corazón asociado a un aumento de $10 \mu g/m^3$ en dicho contaminante y un 4,1% del número de casos por enfermedad cerebrovascular (**Anexo 6, tabla 73**).

Para el rezago 0-3, se encontró asociación entre el $PM_{2.5}$ y el O_3 con la enfermedad circulatoria, isquémica del corazón y cerebrovascular. Para el $PM_{2.5}$, se presentó asociación con la enfermedad circulatoria tanto en hombres como en mujeres entre 45 a 64 años y mayores de 65, el grupo de los hombres presentaron un incremento del 22,2% del número de casos por dicha enfermedad asociado a un aumento de $10 \mu g/m^3$ en $PM_{2.5}$. Con respecto a la enfermedad cerebrovascular, los hombres menores de 65 años presentaron un incremento del 23,2% del número de casos por dicho evento asociado a un aumento de $10 \mu g/m^3$ en $PM_{2.5}$ (**Anexo 6, tabla 77**).

Respecto al O_3 , se presentó asociación con la enfermedad circulatoria en hombres de 45 a 64 años y mayores de 65, así como en mujeres mayores de 65 años, las cuales presentaron un incremento del 7,6% del número de casos por dicha enfermedad asociado a un aumento de $10 \mu g/m^3$ en ozono. La enfermedad isquémica del corazón presentó asociación con los hombres menores de 65 años y mujeres mayores de 65, mostrando un incremento del 3,2% y 4,9% del número de casos respectivamente. En relación con la enfermedad cerebrovascular, los hombres menores de 65 años presentaron un incremento del 23,2% del número de casos asociado a un aumento de de $10 \mu g/m^3$ en ozono (**Anexo 6, tabla 77**).





3.1.10 Municipio de Sabaneta³³

a. Análisis bivariado

Menores de 5 años con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 8.250 casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años, habitantes del municipio de Sabaneta, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 2,1 (D.E=1,3) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, este fue mayor el martes con diferencias estadísticas, respecto a los promedios de los días restantes; cuando se consideró si el día era festivo o feriado, el número promedio de casos de la enfermedad en cuestión fue menor con respecto a que no lo fuera.

El promedio de contaminante PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el periodo de estudio fue de 46,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 10,9) y por día de la semana fue superior los días miércoles y jueves, con diferencias estadísticas ($p=0,000$) en relación a los demás días. Aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación y de la humedad relativa por día de la semana, estas no fueron significativas ($p>0,05$), la temperatura por día de la semana presentó una diferencia significativa ($p=0,020$) siendo superior el promedio del día miércoles.

Cuando el día era festivo o feriado, los promedios del número de casos y de PM₁₀ fueron menores con relación a si no lo era; ellos no presentaron diferencias marcadas para la precipitación, la humedad relativa y la temperatura cuando se cotejaron con la dicotomía de si el día era festivo o feriado.

En relación con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, no hubo diferencia en los promedios del número de casos, fueron iguales cuando aquel se había reportado en contraste con los promedios de humedad relativa y temperatura los cuales tuvieron diferencias significativas (**Tabla 221**).

³³ Por haber resultado irrelevantes, para el municipio de Sabaneta, no se reportan las salidas del GAM en relación con los efectos de los tres contaminantes sobre la enfermedad respiratoria y la enfermedad circulatoria en grupos de hombres y mujeres con edad igual o superior a 65 años. Tampoco los efectos de O₃ sobre la enfermedad respiratoria en los menores de edad y mayores de 65.





Tabla 221. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza en menores de 5 años, Sabaneta 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana						
Domingo	Media	1,5	43,41	0,51	68,71	20,38
	D.E	0,92	10,66	1,93	8,35	1,27
Lunes	Media	2,2	45,40	0,54	69,16	20,25
	D.E	1,5	10,44	2,41	8,02	1,28
Martes	Media	2,4	45,87	0,56	69,69	20,18
	D.E	1,5	10,90	2,31	7,64	1,25
Miércoles	Media	2,2	47,65	0,73	69,17	20,26
	D.E	1,4	10,68	2,76	7,81	1,19
Jueves	Media	2,2	47,53	1,28	70,38	20,01
	D.E	1,3	11,10	5,74	8,25	1,33
Viernes	Media	2,2	47,13	0,89	70,15	20,03
	D.E	1,3	11,23	3,29	7,95	1,23
Sábado	Media	1,7	45,42	0,60	69,30	20,18
	D.E	1,0	10,14	1,86	7,91	1,22
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,069	0,222	0,020
Día festivo						
No	Media	2,1	46,46	0,73	69,49	20,18
	D.E	1,3	10,82	3,26	7,98	1,25
Si	Media	1,6	39,42	1,22	72,33	19,94
	D.E	0,9	8,82	2,71	7,14	1,25
Valor p ANOVA K-W		0,000	0,000	0,275	0,018	0,162
Brote						
No	Media	2,3	42,76	0,59	69,78	20,11
	D.E	1,5	8,89	2,83	8,03	1,25
Si	Media	2,3	42,12	1,60	68,48	20,49
	D.E	1,4	9,01	4,87	7,59	1,23
Valor p ANOVA K-W		0,906	0,360	0,495	0,005	0,000
Día feriado						
No	Media	2,1	46,32	0,74	69,72	20,16
	D.E	1,3	10,74	3,22	7,86	1,25
Si	Media	1,9	42,65	1,19	62,71	20,84
	D.E	1,1	14,06	4,30	10,35	1,45
Valor p ANOVA K-W		0,206	0,004	0,390	0,000	0,004
Total	Media	2,1	46,25	0,75	69,58	20,17
	D.E	1,3	10,83	3,25	7,98	1,25





No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad respiratoria y los porcentajes de humedad relativa y la precipitación; obsérvese la correlación inversa y significativa del desenlace con el contaminante PM_{10} , lo que indica que a medida que aumenta los niveles de PM_{10} , disminuye el número de casos situación contraria a la presentada cuando se consideró la temperatura, cuya correlación es directa. Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de PM_{10} con humedad relativa y precipitación y positiva con temperatura. Nótese que las mayores correlaciones, significativas, fueron las encontradas entre temperatura y humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 222**).

Tabla 222. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, menores de 5 años del municipio de Sabaneta 2008-2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM_{10}	3.771	-0,054	0,001 *
Número de casos vs Humedad	1.856	0,020	0,389
Número de casos vs Precipitación	1.856	0,018	0,437
Número de casos vs Temperatura	1.856	0,048	0,038 *
PM_{10} vs Humedad	1.856	-0,118	0,000 *
PM_{10} vs Precipitación	1.856	-0,169	0,000 *
PM_{10} vs Temperatura	1.856	0,112	0,000 *
Humedad vs Precipitación	1.856	0,616	0,000 *
Humedad vs Temperatura	1.856	-0,882	0,000 *
Precipitación vs Temperatura	1.856	-0,587	0,000 *

* Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%





Mujeres de 65 años o más con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 2018 casos de enfermedad respiratorias en las mujeres de 65 y más años, habitantes del municipio de Sabaneta, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,6 (D.E=1,0) casos por día; los casos no presentaron diferencia significativa de acuerdo con el día de la semana, los días festivos o días feriados ($p>0.05$).

El promedio del contaminante PM₁₀ en µg/m³ en el periodo de estudio fue de 45,59 µg/m³ (D.E= 10,43) y por día de la semana fue superior los días miércoles, jueves y viernes, con diferencias estadísticas ($p=0,002$) en relación a los demás días. Aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana, estas no fueron significativas ($p>0.05$).

Cuando el día era festivo la humedad relativa y la temperatura presentaron diferencias marcadas. En lo relacionado con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, no hubo diferencia en los promedios del número de casos, fueron iguales cuando aquel se había reportado en contraste con los promedios de la temperatura el cual tuvo diferencias significativas. (**Tabla 223**)

Tabla 223. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza en mujeres de 65 y más años, Sabaneta 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana						
Domingo	Media	1,4	42,51	0,34	68,81	20,35
	D.E	0,8	9,71	1,44	8,75	1,36
Lunes	Media	1,7	44,64	0,63	69,70	20,26
	D.E	1,0	11,00	2,75	7,47	1,31
Martes	Media	1,6	45,26	0,53	69,06	20,26
	D.E	1,0	9,98	2,44	7,61	1,24
Miércoles	Media	1,6	47,39	0,94	68,76	20,38
	D.E	0,9	10,12	3,41	7,72	1,25
Jueves	Media	1,7	46,62	1,05	70,01	20,11
	D.E	1,0	10,33	4,83	8,06	1,26
Viernes	Media	1,6	46,21	0,63	69,68	20,06
	D.E	1,0	10,61	2,77	7,81	1,24
Sábado	Media	1,6	44,69	0,74	70,02	20,10
	D.E	1,0	10,60	2,12	8,01	1,29
Valor p ANOVA K-W		0,307	0,002	0,776	0,845	0,478
Día festivo						
No	Media	1,6	45,82	0,70	69,41	20,22
	D.E	1,0	10,39	3,08	7,82	1,26
Si	Media	1,3	37,75	0,94	70,59	19,90
	D.E	0,5	8,54	2,58	8,52	1,49





Valor p ANOVA K-W		0,821	0,000	0,711	0,478	0,235
Brote						
No	Media	1,72	42,48	0,53	69,58	20,15
	D.E	1,1	8,74	2,09	7,86	1,26
Si	Media	1,8	42,45	1,72	68,69	20,52
	D.E	1,0	8,19	6,03	7,72	1,27
Valor p ANOVA K-W		0,346	0,646	0,888	0,385	0,019
Día feriado						
No	Media	1,6	45,66	0,70	69,61	20,19
	D.E	1,0	10,29	3,02	7,70	1,26
Si	Media	1,8	42,08	1,27	62,79	20,83
	D.E	1,2	15,54	4,66	10,24	0,057
Valor p ANOVA K-W		0,821	0,049	0,635	0,006	0,059
Total	Media	1,6	45,59	0,71	69,45	20,21
	D.E	1,0	10,43	3,06	7,84	1,27

No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad respiratoria y los porcentajes de humedad relativa, precipitación y los grados de temperatura; obsérvese la correlación inversa y significativa del desenlace con el PM₁₀, lo que indica que a medida que aumenta los niveles de PM₁₀, disminuye el número de casos.

Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de PM₁₀ con humedad relativa y precipitación y positiva con temperatura. Nótese que las mayores correlaciones, significativas, fueron las encontradas entre temperatura y humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 224**).





Tabla 224. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, mujeres de 65 y más años del municipio de Sabaneta 2008-2015

Covariables 2×2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	1.227	-0,065	0,022 *
Número de casos vs Humedad	695	-0,007	0,854
Número de casos vs Precipitación	695	0,030	0,428
Número de casos vs Temperatura	695	0,050	0,187
PM ₁₀ vs Humedad	695	-0,141	0,000 *
PM ₁₀ vs Precipitación	695	-0,209	0,000 *
PM ₁₀ vs Temperatura	695	0,122	0,001 *
Humedad vs Precipitación	695	0,604	0,000 *
Humedad vs Temperatura	695	-0,882	0,000 *
Precipitación vs Temperatura	695	-0,572	0,000 *

* Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Mujeres de 65 años o más con enfermedad circulatoria

En total, se estimaron 182 casos de enfermedad circulatoria en las mujeres de 65 y más años, habitantes del municipio de Sabaneta, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,1 (D.E=0,2) casos por día; de acuerdo con el día de la semana, este fue mayor el viernes con diferencias estadísticas, respecto a los promedios de los días restantes; cuando se consideró si el día era festivo o feriado los casos no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$).

El promedio de contaminante PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el periodo de estudio fue de 45,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 10,54) y por día de la semana y día feriado no se presentó diferencias estadísticas ($p>0.05$); cuando el día era festivo, los promedios del número de casos y de PM₁₀ fueron menores con relación a si no lo era. La precipitación, la humedad relativa y la temperatura no mostraron diferencias estadísticas cuando se analizó por día de la semana y día festivo. En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, no hubo diferencia en ninguno de los promedios de las variables en estudio (**Tabla 225**).





Tabla 225. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza en mujeres de 65 y más años, Sabaneta 2008-2015.

Variables		Casos	PM ₁₀	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana						
Domingo	Media	1,1	43,04	0,03	64,80	20,81
	D.E	0,3	12,38	0,06	8,42	0,90
Lunes	Media	1,0	43,91	0,01	65,79	20,67
	D.E	0,2	9,28	0,03	7,42	0,86
Martes	Media	1,0	44,06	0,16	70,27	20,19
	D.E	0,0	8,65	0,21	4,73	1,01
Miércoles	Media	1,1	45,90	0,18	69,22	20,37
	D.E	0,2	7,82	0,47	5,35	1,03
Jueves	Media	1,0	49,90	1,32	69,83	20,43
	D.E	0,0	9,34	2,85	7,14	0,942
Viernes	Media	1,2	48,55	0,95	70,64	20,08
	D.E	0,4	14,99	1,98	5,90	0,96
Sábado	Media	1,0	45,07	0,26	65,15	20,64
	D.E	0,0	9,18	0,54	11,53	1,49
Valor p ANOVA K-W		0,007	0,152	0,074	0,133	0,470
Día festivo						
No	Media	1,1	46,26	0,45	68,06	20,43
	D.E	0,2	10,47	1,46	7,81	1,04
Si	Media	1,0	35,40	0,00	65,86	20,92
	D.E	0,0	7,33	0,00	3,81	0,78
Valor p ANOVA K-W		0,604	0,017	0,100	0,332	0,374
Brote						
No	Media	1,1	44,04	0,35	68,71	20,37
	D.E	0,3	11,91	0,97	7,46	1,07
Si	Media	1,1	45,43	0,76	65,15	20,76
	D.E	0,3	8,34	2,47	7,89	0,85
Valor p ANOVA K-W		0,813	0,155	0,121	0,071	0,184
Día feriado						
No	Media	1,1	45,88	0,45	68,40	20,40
	D.E	0,2	10,14	1,45	7,36	1,01
Si	Media	1,0	48,20	0,00	57,47	21,70
	D.E	0,0	21,82	0,00	7,88	1,01
Valor p ANOVA K-W		0,604	0,571	0,145	0,006	0,028
Total	Media	1,1	45,95	0,43	67,95	20,46
	D.E	0,2	10,54	1,43	7,66	1,03





No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad circulatoria y del contaminante PM₁₀ con las demás covariables; Nótese que las mayores correlaciones, significativas, fueron las encontradas entre temperatura y humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (Tabla 226).

Tabla 226. Correlación por pares de las covariables consideradas para mujeres de 65 y más años con enfermedad del sistema circulatorio del municipio de Sabaneta 2008-2015.

Covariables 2×2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	172	-0,054	0,484
Número de casos vs Humedad	98	0,065	0,528
Número de casos vs Precipitación	98	-0,118	0,245
Número de casos vs Temperatura	98	-0,144	0,158
PM ₁₀ vs Humedad	98	-0,009	0,928
PM ₁₀ vs Precipitación	98	-0,112	0,271
PM ₁₀ vs Temperatura	98	0,006	0,954
Humedad vs Precipitación	98	0,547	0,000 *
Humedad vs Temperatura	98	-0,812	0,000 *
Precipitación vs Temperatura	98	-0,477	0,000 *

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Hombres mayores de 65 años con enfermedad respiratoria

En total, se estimaron 904 casos de enfermedad respiratoria en los hombres de 65 y más años, habitantes del municipio de Sabaneta, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,2 (D.E=0,5) casos por día; los casos no presentaron diferencia significativa de acuerdo con el día de la semana y los días feriados ($p>0.05$); cuando se consideró si el día era festivo, el número promedio de casos de la enfermedad en cuestión fue mayor con respecto a que no lo fuera.

El promedio de contaminante PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el periodo de estudio fue de 45,47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 10,26) y no hubo diferencia significativa de acuerdo con el día de la semana y los días festivos ($p>0.05$). Aunque se observaron algunas diferencias en los promedios de la precipitación, de la humedad relativa y de la temperatura por día de la semana y días festivo y feriado, estas no fueron significativas ($p>0.05$). En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, los promedios del número de casos, fueron mayores cuando aquel no se había reportado en contraste con los promedios de precipitación, humedad relativa y temperatura los cuales tuvieron diferencias mínimas, es decir, no se diferenciaron estadísticamente con relación a si se había reportado o no algún brote de influenza ()

Tabla 227. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza en hombres de 65 y más años, Sabaneta 2008-2015.





Variables		Casos	PM ₁₀	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana						
Domingo	Media	1,1	42,69	0,67	69,30	20,41
	D.E	0,4	10,11	2,32	7,16	1,21
Lunes	Media	1,2	44,58	1,05	68,64	20,33
	D.E	0,5	10,17	3,65	7,79	1,21
Martes	Media	1,3	45,52	0,29	69,01	20,25
	D.E	0,6	10,90	0,92	8,10	1,28
Miércoles	Media	1,2	46,66	0,81	67,91	20,50
	D.E	0,4	9,69	3,42	8,80	1,37
Jueves	Media	1,3	45,38	1,75	70,72	20,00
	D.E	0,5	10,36	7,73	7,68	1,33
Viernes	Media	1,2	46,21	1,06	70,87	19,95
	D.E	0,5	10,36	3,43	7,98	1,25
Sábado	Media	1,2	45,51	0,52	69,9	20,17
	D.E	0,4	9,95	2,10	7,95	1,20
Valor p ANOVA K-W		0,424	0,329	0,576	0,338	0,178
Día festivo						
No	Media	1,2	45,65	0,86	69,35	20,23
	D.E	0,5	10,23	4,00	8,03	1,27
Si	Media	1,5	39,35	1,83	72,70	19,86
	D.E	0,7	9,45	3,45	6,40	1,31
Valor p ANOVA K-W		0,031	0,004	0,201	0,148	0,308
Brote						
No	Media	1,3	42,51	0,79	69,60	20,17
	D.E	0,5	9,12	3,94	8,17	1,30
Si	Media	1,2	42,33	1,58	68,90	20,46
	D.E	0,5	8,43	4,20	6,90	1,10
Valor p ANOVA K-W		0,329	0,838	0,977	0,462	0,241
Día feriado						
No	Media	1,2	45,51	0,92	69,61	20,20
	D.E	0,5	10,16	4,02	7,92	1,27
Si	Media	1,2	43,62	0,16	63,73	20,93
	D.E	0,4	14,22	0,24	9,68	1,42
Valor p ANOVA K-W		0,834	0,378	0,813	0,100	0,159
Total	Media	1,2	45,47	0,90	69,50	20,22
	D.E	0,5	10,26	3,98	7,99	1,28

No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad respiratoria y los porcentajes de humedad relativa, precipitación y los grados de temperatura; obsérvese la correlación inversa y significativa del desenlace con el nivel de PM₁₀, lo que indica que a medida que aumenta el PM₁₀, disminuye el número de casos.





Entre las co-variables consideradas en este estudio, se presentó correlación inversa significativa, de PM₁₀ con humedad relativa y precipitación; y positiva con temperatura. Nótese que las mayores correlaciones, significativas, fueron las encontradas entre temperatura y humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 228**).

Tabla 228. Correlación por pares de las covariables consideradas para los enfermos respiratorios, hombres de 65 y más años. Sabaneta 2008-2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	719	-0,088	0,019 *
Número de casos vs Humedad	391	-0,016	0,746
Número de casos vs Precipitación	391	-0,039	0,442
Número de casos vs Temperatura	391	0,060	0,239
PM ₁₀ vs Humedad	391	-0,172	0,001 *
PM ₁₀ vs Precipitación	391	-0,194	0,000 *
PM ₁₀ vs Temperatura	391	0,169	0,001 *
Humedad vs Precipitación	391	0,629	0,000 *
Humedad vs Temperatura	391	-0,884	0,000 *
Precipitación vs Temperatura	391	-0,588	0,000 *

* Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5%

Hombres de 65 años o más con enfermedad circulatoria

En total, se estimaron 138 casos de enfermedad circulatoria en los hombres de 65 y más años, habitantes del municipio de Sabaneta, entre el 1 de enero del año 2008 y el 31 de diciembre de 2015, donde el promedio fue de 1,1 (D.E=0,3) casos por día; el número de casos promedio de acuerdo con el día de la semana, los días feriados y festivos no tuvo diferencias significativas ($p>0,05$). El promedio de contaminante PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en el periodo de estudio fue de 46,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E= 100), este promedio no tubo diferencias significativas cuando se clasificó por día de la semana, días festivos y feriados. La precipitación, la humedad relativa y la temperatura no presentaron diferencias significativas ($p>0,05$). En lo que se relaciona con la presentación de algún brote de influenza en los días considerados, no hubo diferencia en los promedios del número de casos. (**Tabla 229**).

Tabla 229. Indicadores de resumen del número de casos de enfermedad circulatoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza en hombres de 65 y más años, Sabaneta 2008-2015.

Variables	Casos	PM ₁₀	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana					
Domingo	Media	1,0	41,615	0,05	67,98
	D.E	0,0	74,670	0,11	5,89
Lunes	Media	1,1	45,364	0,81	69,01
	D.E	0,3	108,281	2,57	7,93





Martes	Media	1,0	47,708	1,52	71,63	19,91
	D.E	0,2	109,762	4,84	5,25	0,79
Miércoles	Media	1,1	49,142	0,47	73,32	19,55
	D.E	0,2	103,331	0,70	6,55	1,08
Jueves	Media	1,1	44,724	0,20	71,56	19,97
	D.E	0,3	109,291	0,35	6,73	1,23
Viernes	Media	1,1	44,925	0,13	71,18	19,97
	D.E	0,3	72,476	0,31	7,22	1,00
Sábado	Media	1,1	47,466	0,33	73,13	19,88
	D.E	0,3	86,677	0,50	5,51	0,93
Valor p ANOVA K-W		0,880	0,249	0,674	0,466	0,192
Día festivo						
No	Media	1,1	46,479	0,57	71,16	20,00
	D.E	0,3	99,774	2,24	6,79	1,10
Si	Media	1,2	40,565	0,23	72,46	20,32
	D.E	0,4	97,346	0,47	3,60	0,83
Valor p ANOVA K-W		0,352	0,272	0,718	0,673	0,665
Brote						
No	Media	1,1	43,605	0,58	71,43	19,98
	D.E	0,3	80,945	2,25	6,74	1,10
Si	Media	1,0	40,833	0,10	68,51	20,63
	D.E	0,0	63,061	0,20	4,92	0,48
Valor p ANOVA K-W		0,453	0,588	0,399	0,211	0,136
Feriado						
No	Media	1,1	46,152	0,55	71,27	20,02
	D.E	0,3	99,132	2,19	6,68	1,09
Si	Media	1,0	66,000	0,00	68,30	20,20
	D.E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Valor p ANOVA K-W		0,801	0,109	0,382	0,659	0,542
Total	Media	1,1	46,269	0,55	71,23	20,02
	D.E	0,3	100,009	2,17	6,65	1,08

No se encontró correlación significativa entre el número de casos de enfermedad circulatoria y las demás co-variables; obsérvese la correlación inversa y significativa del contaminante PM₁₀ y la precipitación, lo que indica que a medida que aumenta la precipitación, disminuye el nivel de PM₁₀. Nótese que las mayores correlaciones, significativas, fueron las encontradas entre temperatura y humedad relativa, esto es, a medida que aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa (**Tabla 230**).





Tabla 230. Correlación por pares de las covariables consideradas para hombres de 65 y más años con enfermedad del sistema circulatorio del municipio de Sabaneta 2008-2015

Covariables 2x2	n	Correlación	p
Número de casos vs PM ₁₀	169	0,083	0,285
Número de casos vs Humedad	88	0,106	0,326
Número de casos vs Precipitación	88	0,106	0,325
Número de casos vs Temperatura	88	0,004	0,971
PM ₁₀ vs Humedad	88	-0,124	0,252
PM ₁₀ vs Precipitación	88	-0,218	0,041*
PM ₁₀ vs Temperatura	88	0,092	0,092
Humedad vs Precipitación	88	0,686	0,000*
Humedad vs Temperatura	88	-0,861	0,000*
Precipitación vs Temperatura	88	-0,596	0,000*

*Correlación de Spearman, significativa a un nivel del 5

a. Modelos aditivos generalizados-GAM-para los eventos centinela relacionados con la morbilidad

Casos de enfermedad respiratoria en menores de 5 años con exposición de interés PM₁₀ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Las variables que mejor ajustaron el contaminante indicado fueron el día de la semana, si este fue o no festivo, la temperatura en °C y el porcentaje de humedad relativa, con significación estadística, en la explicación del número de casos diarios de enfermedad respiratoria en menores de 5 años en el municipio de Sabaneta. No fueron significativos los aportes del día feriado y el nivel de precipitación en mm. No hubo señales de gradiente creciente o decreciente en los efectos rezagados de la exposición a PM₁₀ a lo largo de los 15 días de retardos distribuidos. En 10 días de esa quincena los efectos fueron contraevidentes al mostrar signo negativo. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos acumulados fue de 0,003918642 lo que dio cuenta de un incremento del 4% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM₁₀ en cada quince días a partir del momento de la toma de la medición, ajustado por la temperatura en °C, la humedad relativa diaria, el día de la semana y si el día era o no festivo. Con respecto al día domingo, los casos de enfermedad aumentaron los demás días de la semana, en un 82,6% para el lunes, un 79% martes, 53,6% miércoles, 61,7% jueves, 66,4% viernes y 18,6% sábado, ajustado por las demás variables. Obsérvese que el número de casos de la enfermedad en cuestión disminuía si el día era festivo (38,6%), si las demás variables permanecían constantes (**Tabla 231**).





Casos de enfermedad respiratoria en mujeres de 65 y más años con exposición de interés PM_{10} en $10 \mu g / m^3$

Las variables que mejor explicaron el desenlace de interés fueron: el día de la semana, el porcentaje de humedad relativa y la temperatura en °C, con significación estadística. En comparación con el día domingo, la estacionalidad semanal identificó el martes como el día con registros más altos en los casos de enfermedad respiratoria; en el resto de los días de la semana el comportamiento de los casos de dicha enfermedad fue decreciente hasta alcanzar sus niveles más bajos el día sábado. No hubo señales de gradiente creciente o decreciente en los efectos rezagados de la exposición a PM_{10} a lo largo de los 15 días de retardos distribuidos. En 10 días de esa quincena los efectos fueron no plausibles. A partir del modelo de rezagos distribuidos de 15 días para PM_{10} , ajustado por el día de la semana, si este era o no festivo, si se había presentado un brote de influenza, el nivel de precipitación en mm y la humedad relativa en %, se estimó que por un incremento de $10 \mu g / m^3$ en dicho contaminante, el efecto acumulado en esa quincena tuvo un aumento del 3,9% en los casos de enfermedad respiratoria (**Tabla 231**).

Finalmente, para los rezagos 0 y 0-3 no se presentó asociación entre los eventos centinela y los contaminantes en estudio.





Tabla 231. Magnitud del número de casos por eventos centinela por grupos de edad por cada incremento de 10 µg /m3 en el contaminante

Municipio	Población	Evento centinela									
		Casos de enfermedad respiratorio					Casos de enfermedad circulatoria				
		PM ₁₀	PM _{2.5}		O ₃		PM _{2.5}	O ₃			
e ^β (IC)	%e ^β	e ^β (IC)	%e ^β	e ^β (IC)	%e ^β	e ^β (IC)	%e ^β	e ^β (IC)	%e ^β		
Medellín	< 5	1,13 1,06;1,2	13	1,183 (1,09;1,29)	18,3	1,083 (1,06;1,1)	8,3	-	-	-	-
	Hombres 65+	-	-	1,277 (0,94;1,74)	27,7	1,01 (0,98;1,04)	1,0	1,297 (1,1;1,53)	29,7	1,083 (1;1,17)	8,3
	Mujeres 65+	1,004 0,95;1,06	0,4	1,126 (1,04;1,21)	12,6	1,016 (0,99;1,04)	1,6	1,277 (0,98;1,66)	27,7	1,095 (1;1,2)	9,5
Barbosa	< 5	1,217 0,1;14,41	21,7	-	-	1,155 (0,89;1,5)	15,5	-	-	-	-
	Hombres 65+	1,018 0,63;1,65	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Bello	< 5	1,335 1,15;1,55	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Caldas	< 5	1,231 0,92;1,64	23,1	1,296 (0,98;1,72)	29,6	1,072 (0,99;1,16)	7,2	-	-	-	-
Copacabana	< 5	1,338 (1,13;1,59)	33,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Envigado	< 5	-	-	1,433 (0,83;2,47)	43,3	1,388 (1,01;1,9)	38,8	-	-	-	-
	Hombres 65+	1,035 (0,87;1,24)	3,5	1,199 (0,74;1,96)	19,9	-	-	-	-	-	-
Girardota	< 5	1,062 (0,81;1,39)	6,2	1,372 (0,28;6,72)	37,2	-	-	-	-	-	-
Itagüí	< 5	1,225 (1,02;1,48)	22,5	1,144 (0,88;1,49)	14,4	1,123 (1,07;1,18)	12,3	-	-	-	-
	Hombres 65+	-	-	1,02 (0,85;1,22)	2	1,016 (0,92;1,12)	1,6	-	-	-	-



3.2 Mortalidad asociada a eventos centinela por contaminantes PM₁₀, PM_{2.5} y O₃

3.2.1 Municipio de Medellín

a. Análisis bivariado

Población de 65 años o más fallecidos por causa de muerte relacionada con eventos centinela

No se evidenciaron diferencias significativas al explorar el comportamiento del promedio diario de muertes entre los factores considerados en los análisis. En total, se observaron 25.249 muertes por causas relacionadas con eventos centinela en la población de 65 años o más residente del municipio de Medellín, entre el 1 de Enero de 2008 y el 31 de Diciembre de 2015. El promedio diario de muertes en el territorio fue de 8.9 (D.E.=7,9).

A diferencia del ozono, el material particulado presentó un comportamiento similar al ser estratificado por los diferentes factores. El promedio de la concentración de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} en el periodo de estudio fue de 69.7 (D.E.= 13,6) y 35.1 (D.E.= 8,6) µg/m³ respectivamente. Se observó un incremento progresivo en las concentraciones a medida que transcurría la semana, apreciándose mayores promedios cuando el día de la semana era viernes, no era un día festivo o no era un día feriado (valor p < 0.05). Entre tanto, el ozono sin evidentes diferencias significativas, tuvo un promedio diario de concentración de 67.5 (D.E.= 21.5).

Las variables meteorológicas por su parte no reflejaron un patrón similar. Se observaron algunas diferencias estadísticas en el caso de la temperatura y la humedad relativa cuando fueron exploradas en función del día feriado y la presencia de brote de influenza (valor p < 0.01). Contrario a la Humedad relativa, los mayores promedios de la temperatura fueron evidenciados cuando hubo presencia de brote de influenza o el día era feriado (

tabla 232).

tabla 232. Indicadores de resumen del número de muertes por causas relacionadas con eventos centinela y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Medellín, 2008-2015.

Variables	Muertes	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	
Día de la semana								
Domingo	Media	8,7	61,8	30,9	66,9	5,6	64,0	23,0
	D.E	3,1	13,9	7,8	19,9	10,1	9,1	1,6





Lunes	Media	9,2	66,8	33,2	65,4	4,9	64,1	23,0
	D.E	13,6	12,9	8,0	19,8	8,1	9,2	1,6
Martes	Media	8,7	70,6	35,6	67,2	5,0	64,4	22,9
	D.E	3,0	11,1	8,4	21,3	8,7	9,1	1,6
Miércoles	Media	8,8	71,7	35,9	67,0	5,4	63,7	23,0
	D.E	3,1	13,0	8,5	22,5	9,3	9,1	1,6
Jueves	Media	8,6	72,8	36,6	67,3	4,8	64,5	23,0
	D.E	3,0	12,9	8,4	22,7	8,6	9,5	1,7
Viernes	Media	9,2	73,5	37,0	68,3	4,5	64,4	22,9
	D.E	14,1	13,7	8,6	21,6	7,8	9,4	1,6
Sábado	Media	8,8	70,6	36,2	70,3	4,6	64,2	23,0
	D.E	3,3	13,8	8,8	22,5	8,1	9,3	1,7
Valor p ANOVA K-W		0,785	0,000	0,000	0,186	0,978	0,941	0,967
Día festivo								
No	Media	8,8	70,2	35,4	70,3	5,0	64,2	23,0
	D.E	6,2	13,4	8,6	21,2	8,8	9,3	1,6
Si	Media	10,6	58,3	29,5	70,9	4,0	64,0	23,0
	D.E	23,4	12,2	6,5	19,2	8,1	9,0	1,6
Valor p U Mann-Whitney		0,984	0,000	0,000	0,178	0,150	0,591	0,511
Brote de Influenza								
No	Media	8,9	66,3	36,6	70,3	4,1	62,2	23,2
	D.E	6,2	13,4	8,5	21,2	7,7	9,1	1,6
Si	Media	9,0	63,9	35,9	70,9	3,5	59,7	23,7
	D.E	3,1	13,0	10,9	19,2	7,7	8,6	1,4
Valor p U Mann-Whitney		0,756	0,010	0,004	0,510	0,009	0,000	0,000
Día Feriado								
No	Media	8,9	69,9	35,2	67,5	5,0	64,4	22,9
	D.E	8,0	13,6	8,7	21,5	8,8	9,2	1,6
Si	Media	8,2	64,1	31,8	65,6	3,1	57,6	23,9
	D.E	2,6	10,3	5,0	21,4	5,6	9,0	1,5
Valor p U Mann-Whitney		0,343	0,000	0,001	0,328	0,116	0,000	0,000
Total	Media	8,9	69,7	35,1	67,5	5,0	64,2	23,0
	D.E	7,9	13,6	8,6	21,5	8,7	9,2	1,6

Se evidenció baja correlación lineal estadísticamente significativa entre el desenlace de interés, muertes por enfermedad relacionada con eventos centinela, y algunas de las co-variables consideradas en el análisis; además, algunas de las co-variables presentaron correlación lineal entre ellas. Sin bien, la correlación observada entre el desenlace de interés y las co-variables reflejó significación estadística (valor $p < 0,05$), el coeficiente de correlación asociado a cada pareja de variables comparada indicó baja correlación ($r \approx 0$). No se observó correlación lineal significativa al explorar las relaciones entre las co-variables de PM_{10} vs. Ozono y $PM_{2,5}$ vs. Precipitación. En general, entre las covariables la correlación fue baja ($r \approx 0$), no obstante, los mayores valores del indicador se apreciaron entre Humedad Relativa y Precipitación, Precipitación y Temperatura, y Humedad Relativa y Temperatura (**Tabla 233**).





Tabla 233. Correlación por pares de covariables consideradas para muertes por causas relacionadas con eventos centinela, población de 65 o más años, Medellín. 2008-2015.

Covariables	n	Correlación	p
Número de muertes vs PM ₁₀	2.762	-0.11	0.000
Número de muertes vs PM _{2.5}	2.755	0.01	0.774
Número de muertes vs Ozono	2.484	0.01	0.727
Número de muertes vs Precipitación	2.849	-0.06	0.003
Número de muertes vs Humedad relativa	2.765	-0.05	0.011
Número de muertes vs Temperatura	2.849	0.03	0.098
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	2.755	0.45	0.000
PM ₁₀ vs Ozono	2.484	0.01	0.668
PM ₁₀ vs Precipitación	2.761	0.13	0.000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	2.677	0.22	0.000
PM ₁₀ vs Temperatura	2.761	-0.19	0.000
PM _{2.5} vs Ozono	2.484	0.18	0.000
PM _{2.5} vs Precipitación	2.754	0.01	0.652
PM _{2.5} vs Humedad Relativa	2.670	0.07	0.000
PM _{2.5} vs Temperatura	2.754	-0.05	0.007
Ozono vs Precipitación	2.484	-0.06	0.002
Ozono vs Humedad Relativa	2.410	-0.06	0.002
Ozono vs Temperatura	2.483	0.09	0.000
Humedad Relativa vs Precipitación	2.764	0.54	0.000
Precipitación vs Temperatura	2.848	-0.49	0.000
Humedad Relativa vs Temperatura	2.765	-0.88	0.000

Población menor de 65 años fallecidos por causa de muerte relacionada con eventos centinela

A excepción de la variable de día con presencia de brote de influenza, no se observaron diferencias significativas al explorar el comportamiento del promedio diario de muertes entre los demás factores. En total, se presentaron 6.721 muertes por causas relacionadas con eventos centinela en la población menor de 65 años residente del municipio de Medellín, entre el 1 de enero de 2008 y el 31 de diciembre de 2015; en el territorio, el promedio diario de muertes fue de 2,6 (D.E.= 2,4). Hubo mayor promedio de muertes cuando el día había tenido presencia de brote de influenza (valor $p < 0.05$).

A diferencia del ozono, el material particulado presentó un comportamiento similar al ser estratificado por los diferentes factores. El promedio de la concentración de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} en el periodo de estudio fue de 69,7 (D.E.= 13,6) y 35 (D.E.= 8,6) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Se observó un incremento progresivo en las concentraciones a medida que transcurría la semana, apreciándose mayores promedios cuando el día de la semana era viernes, no era un día festivo o no era un día feriado (valor $p < 0.05$). Entre tanto, el ozono sin evidentes diferencias significativas, tuvo un promedio diario de concentración de 67,3 (D.E.= 21,7).

Las variables meteorológicas por su parte no reflejaron un patrón similar. Se observaron algunas diferencias estadísticas en el caso de la temperatura y la humedad relativa cuando fueron exploradas en





función del día feriado y la presencia de brote de influenza (valor $p < 0.01$). Contrario a la Humedad relativa, los mayores promedios de la temperatura fueron evidenciados cuando hubo presencia de brote de influenza o el día era feriado (**Tabla 234**).

Tabla 234. Indicadores de resumen del número de muertes por causas relacionadas con eventos centinela y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Medellín, 2008-2015.

Variables		Muertes	PM ₁₀	PM _{2,5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	2,6	61,9	30,9	66,9	5,7	63,9	23,0
	D.E	1,4	14,0	7,8	20,3	10,3	9,2	1,6
Lunes	Media	2,7	67,1	33,3	65,4	5,0	64,0	23,0
	D.E	4,0	12,9	8,1	19,7	8,1	9,0	1,6
Martes	Media	2,6	70,6	35,4	66,8	5,2	64,5	22,9
	D.E	1,4	11,2	8,4	21,5	8,9	9,2	1,6
Miércoles	Media	2,6	72,2	36,2	66,8	5,4	63,8	23,0
	D.E	1,5	13,1	8,6	22,5	9,4	9,2	1,6
Jueves	Media	2,5	72,7	36,4	66,7	4,9	64,5	22,9
	D.E	1,4	12,8	8,1	23,3	8,8	9,6	1,7
Viernes	Media	2,8	73,5	37,2	68,9	4,1	64,2	23,0
	D.E	3,9	13,8	8,7	21,6	7,3	9,3	1,6
Sábado	Media	2,6	70,4	36,0	69,7	4,7	64,3	23,0
	D.E	1,4	13,5	8,9	22,5	8,0	9,5	1,7
Valor p ANOVA / K-W		0,774	0,000	0,000	0,182*	0,802	0,933	0,952
Día festivo								
No	Media	2,6	70,3	35,3	70,1	5,1	64,2	23,0
	D.E	2,0	13,4	8,6	21,5	8,8	9,3	1,6
Sí	Media	3,1	58,8	29,6	70,0	4,1	64,0	23,0
	D.E	6,7	12,1	6,6	18,5	8,0	8,8	1,6
Valor p U Mann-Whitney		0,637	0,000	0,000	0,269	0,222	0,733	0,690
Brote de Influenza								
No	Media	2,4	66,2	36,6	70,1	4,2	62,1	23,2
	D.E	2,0	13,4	8,5	21,5	8,0	9,2	1,6
Sí	Media	2,7	64,2	36,0	70,0	3,6	59,8	23,7
	D.E	1,4	13,3	11,2	18,5	8,1	8,8	1,5
Valor p U Mann-Whitney		0,015	0,047	0,013	0,611	0,015	0,001	0,000
Día Feriado								
No	Media	2,6	69,9	35,1	67,3	5,1	64,3	22,9
	D.E	2,4	13,6	8,7	21,7	8,8	9,2	1,6
Sí	Media	2,5	64,9	31,4	65,9	3,3	58,4	23,8
	D.E	1,3	10,3	5,0	22,3	5,8	8,9	1,5



Valor p U Mann-Whitney		0,595	0,003	0,000	0,443	0,327	0,000	0,000
Total	Media	2,6	69,7	35,0	67,3	5,0	64,2	23,0
	D.E	2,4	13,6	8,6	21,7	8,8	9,3	1,6

*Valor p asociación a prueba estadística paramétrica ANOVA, empleada debido a la normalidad presentada en la distribución de los datos de ozono entre las categorías del día de la semana.

Se evidenció baja correlación lineal estadísticamente significativa entre el desenlace de interés, muertes por enfermedad relacionada con eventos centinela, y las mediciones de concentración de PM₁₀; además, algunas de las co-variables presentaron correlación lineal entre ellas. Sin bien, la correlación observada entre el desenlace de interés y el material particulado reflejó significación estadística (valor p <0.05), el coeficiente de correlación asociado indicó baja correlación ($r \approx 0$). No se observó correlación lineal significativa al explorar las relaciones entre las co-variables de PM₁₀ vs. Ozono y PM_{2.5} vs. Precipitación. En general, entre las covariables la correlación fue baja ($r \approx 0$), no obstante, los mayores valores del indicador se apreciaron entre Humedad Relativa y Precipitación, Precipitación y Temperatura, y Humedad Relativa y Temperatura (**Tabla 235**).



Tabla 235. Correlación por pares de covariables consideradas para muertes por causas relacionadas con eventos centinela, población menor de 65 años, Medellín. 2008-2015

Covariables	n	Correlación	p
Número de muertes vs PM ₁₀	2.460	-0,06	0,005
Número de muertes vs PM _{2,5}	2.454	-0,01	0,494
Número de muertes vs Ozono	2.215	-0,02	0,468
Número de muertes vs Precipitación	2.541	0,02	0,392
Número de muertes vs Humedad relativa	2.467	0,01	0,739
Número de muertes vs Temperatura	2.541	0	0,857
PM ₁₀ vs PM _{2,5}	2.454	0,45	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	2.215	0	0,939
PM ₁₀ vs Precipitación	2.459	0,13	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	2.385	0,23	0,000
PM ₁₀ vs Temperatura	2.459	-0,19	0,000
PM _{2,5} vs Ozono	2.215	0,17	0,000
PM _{2,5} vs Precipitación	2.453	0,01	0,598
PM _{2,5} vs Humedad Relativa	2.379	0,08	0,000
PM _{2,5} vs Temperatura	2.453	-0,06	0,004
Ozono vs Precipitación	2.215	-0,06	0,005
Ozono vs Humedad Relativa	2.148	-0,05	0,015
Ozono vs Temperatura	2.214	0,08	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	2.466	0,55	0,000
Precipitación vs Temperatura	2.540	-0,49	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	2.467	-0,88	0,000

Población fallecida por causa de muerte relacionada con eventos centinela

No se observaron diferencias significativas al explorar el comportamiento del promedio diario de muertes entre los demás factores. En total, se presentaron 32.009 muertes por causas relacionadas con eventos centinela en la población residente del municipio de Medellín, entre el 1 de Enero de 2008 y el 31 de Diciembre de 2015; en el territorio, el promedio diario de muertes fue de 11,2 (D.E.= 9,8).

A diferencia del ozono, el material particulado presentó un comportamiento similar al ser estratificado por los diferentes factores. El promedio de la concentración de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2,5} en el periodo de estudio fue de 69,7 (D.E.= 13,6) y 35,1 (D.E.= 8,6) µg/m³ respectivamente. Se observó un incremento progresivo en las concentraciones a medida que transcurría la semana, apreciándose mayores promedios cuando el día de la semana era viernes, no era un día festivo o no era un día feriado (valor p < 0.05). Entre tanto, el ozono sin evidentes diferencias estadísticamente significativas, tuvo un promedio diario de concentración de 67,5 (D.E.= 21,5).

Las variables meteorológicas por su parte no reflejaron un patrón similar. Se observaron algunas diferencias estadísticas en el caso de la temperatura y la humedad relativa cuando fueron exploradas en función del día feriado y la presencia de brote de influenza (valor p < 0.01). Contrario a la Humedad





relativa, los mayores promedios de la temperatura fueron evidenciados cuando hubo presencia de brote de influenza o el día era feriado (**Tabla 236**).

Tabla 236. Indicadores de resumen del número de muertes por causas relacionadas con eventos centinela y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Medellín, 2008-2015.

Variables		Muertes	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	11,0	61,8	30,9	66,9	5,6	64,0	23,0
	D.E	3,5	13,9	7,8	19,9	10,1	9,1	1,6
Lunes	Media	11,7	66,8	33,2	65,4	4,9	64,1	23,0
	D.E	17,2	12,9	8,0	19,8	8,1	9,2	1,6
Martes	Media	11,1	70,6	35,6	67,2	5,0	64,4	22,9
	D.E	3,5	11,1	8,4	21,3	8,7	9,1	1,6
Miércoles	Media	11,1	71,7	35,9	67,0	5,4	63,7	23,0
	D.E	3,6	13,0	8,5	22,5	9,3	9,1	1,6
Jueves	Media	10,8	72,8	36,6	67,3	4,8	64,5	23,0
	D.E	3,4	12,9	8,4	22,7	8,6	9,5	1,7
Viernes	Media	11,7	73,5	37,0	68,3	4,5	64,4	22,9
	D.E	17,7	13,7	8,6	21,6	7,8	9,4	1,6
Sábado	Media	11,1	70,6	36,2	70,3	4,6	64,2	23,0
	D.E	3,7	13,8	8,8	22,5	8,1	9,3	1,7
Valor p ANOVA / K-W		0.603	0,000	0,000	0,186	0,978	0,941	0,967
Día festivo								
No	Media	11,1	70,2	35,4	70,3	5,0	64,2	23,0
	D.E	7,6	13,4	8,6	21,2	8,8	9,3	1,6
Sí	Media	13,5	58,3	29,5	70,9	4,0	64,0	23,0
	D.E	29,8	12,2	6,5	19,2	8,1	9,0	1,6
Valor p U Mann-Whitney		0.946	0,000	0,000	0,178	0,150	0,591	0,511
Brote de Influenza								
No	Media	11,1	66,3	36,6	70,3	4,1	62,2	23,2
	D.E	7,6	13,4	8,5	21,2	7,7	9,1	1,6
Sí	Media	11,4	63,9	35,9	70,9	3,5	59,7	23,7
	D.E	3,6	13,0	10,9	19,2	7,7	8,6	1,4
Valor p U Mann-Whitney		0.291	0,010	0,004	0,510	0,009	0,000	0,000
Día Feriado								
No	Media	11,3	69,9	35,2	67,5	5,0	64,4	22,9
	D.E	9,9	13,6	8,7	21,5	8,8	9,2	1,6
Sí	Media	10,4	64,1	31,8	65,6	3,1	57,6	23,9
	D.E	3,2	10,3	5,0	21,4	5,6	9,0	1,5
Valor p U Mann-Whitney		0.362	0,000	0,001	0,328	0,116	0,000	0,000





Total	Media	11,2	69,7	35,1	67,5	5,0	64,2	23,0
	D.E	9,8	13,6	8,6	21,5	8,7	9,2	1,6

Se evidenció baja correlación lineal estadísticamente significativa entre el desenlace de interés, muertes por enfermedad relacionada con eventos centinela, y las variables de concentración de PM₁₀ y precipitación; además, algunas de las co-variables presentaron correlación lineal entre ellas. Sin bien, la correlación observada entre el desenlace de interés y el material particulado reflejó significación estadística (valor $p < 0.05$), el coeficiente de correlación asociado indicó baja correlación ($r \approx 0$). No se observó correlación lineal significativa al explorar las relaciones entre las co-variables de PM₁₀ vs. Ozono y PM_{2.5} vs. Precipitación. En general, entre las covariables la correlación fue baja ($r \approx 0$), no obstante, los mayores valores del indicador se apreciaron entre Humedad Relativa y Precipitación, Precipitación y Temperatura, y Humedad Relativa y Temperatura (**Tabla 237**).

Tabla 237. Correlación por pares de covariables consideradas para muertes por causas relacionadas con eventos centinela, población de Medellín. 2008-2015

Covariables	n	Correlación	p
Número de muertes vs PM ₁₀	2.762	-0,1	0,000
Número de muertes vs PM _{2.5}	2.755	-0,01	0,617
Número de muertes vs Ozono	2.484	-0,01	0,534
Número de muertes vs Precipitación	2.849	-0,04	0,041
Número de muertes vs Humedad relativa	2.765	-0,02	0,213
Número de muertes vs Temperatura	2.849	0,02	0,335
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	2.755	0,45	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	2.484	0,01	0,668
PM ₁₀ vs Precipitación	2.761	0,13	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	2.677	0,22	0,000
PM ₁₀ vs Temperatura	2.761	-0,19	0,000
PM _{2.5} vs Ozono	2.484	0,18	0,000
PM _{2.5} vs Precipitación	2.754	0,01	0,652
PM _{2.5} vs Humedad Relativa	2.670	0,07	0,000
PM _{2.5} vs Temperatura	2.754	-0,05	0,007
Ozono vs Precipitación	2.484	-0,06	0,002
Ozono vs Humedad Relativa	2.410	-0,06	0,002
Ozono vs Temperatura	2.483	0,09	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	2.764	0,54	0,000
Precipitación vs Temperatura	2.848	-0,49	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	2.765	-0,88	0,000

Población de 65 años o más fallecidos por enfermedades circulatorias centinela

En total, se observaron 15.656 muertes por causas relacionadas con los eventos centinela de enfermedades circulatorias en la población de 65 o más años habitante del municipio de Medellín, entre el





1 de enero de 2008 y el 31 de diciembre de 2015. El promedio diario de muertes en el territorio fue de 5,5 (D.E.=4,9). Considerando el día de la semana, el mayor número promedio de muertes se observó el lunes. El promedio de la concentración de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} en el periodo de estudio fue de 69.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E.= 13,5) y 35,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.E.= 8,6) respectivamente; ambos contaminantes presentaron un comportamiento similar al explorarlo según los factores en análisis, se evidenciaron mayores promedios cuando el día de la semana era viernes, no era un día festivo, no era un día feriado y era un día donde no se presentó brote de influenza (valor $p < 0.01$). El ozono, a diferencia del material particulado, mostró mayor promedio de concentración cuando el día presentó brote de influenza.

En cuanto a las variables meteorológicas consideradas en el análisis, no reflejaron un patrón similar al ser explorarlas por los diferentes factores; algunas diferencias fueron encontradas cuando se estratificaron por presencia de brote de influenza y día feriado (valor $p < 0.01$). Los mayores promedios de precipitación y humedad relativa fueron evidenciados cuando no había presencia de brote de influenza o el día no era feriado. Caso contrario se observó en la temperatura, reflejó media mayor cuando hubo presencia de brote y era día feriado (**Tabla 238**).





Tabla 238. Indicadores de resumen del número de muertes por enfermedad circulatoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Medellín, 2008-2015.

Variables		Muertes	PM ₁₀	PM _{2,5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	5,4	61,8	30,9	66,9	5,4	64,0	23,0
	D.E	2,3	13,9	7,9	20,0	9,7	9,1	1,6
Lunes	Media	5,9	66,7	33,2	65,4	4,8	64,1	23,0
	D.E	8,0	12,8	8,0	19,9	8,1	9,2	1,6
Martes	Media	5,4	70,7	35,6	67,2	5,0	64,5	22,9
	D.E	2,3	11,0	8,4	21,4	8,7	9,1	1,6
Miércoles	Media	5,4	71,7	35,9	67,1	5,4	63,8	23,0
	D.E	2,3	13,0	8,5	22,5	9,3	9,1	1,6
Jueves	Media	5,3	72,6	36,7	67,4	4,8	64,4	23,0
	D.E	2,3	12,8	8,4	22,6	8,6	9,5	1,7
Viernes	Media	5,8	73,4	37,0	68,4	4,5	64,4	22,9
	D.E	8,7	13,6	8,6	21,6	7,8	9,4	1,6
Sábado	Media	5,5	70,6	36,2	70,1	4,7	64,2	23,0
	D.E	2,5	13,8	8,8	22,6	8,2	9,2	1,7
Valor p ANOVA K-W		0,534	0,000	0,000	0,257	0,983	0,927	0,942
Día festivo								
No	Media	5,5	70,2	35,3	70,4	5,0	64,2	23,0
	D.E	4,0	13,4	8,6	21,2	8,7	9,3	1,6
Si	Media	6,6	58,2	29,4	70,8	3,9	64,0	23,0
	D.E	13,6	12,2	6,5	19,3	8,2	9,0	1,6
Valor p U Mann-Whitney		0,883	0,000	0,000	0,200	0,128	0,594	0,514
Brote de Influenza								
No	Media	5,6	66,2	36,6	70,4	4,1	62,2	23,2
	D.E	4,0	13,3	8,5	21,2	7,7	9,1	1,6
Si	Media	5,4	63,9	35,8	70,8	3,5	59,7	23,7
	D.E	2,2	13,0	10,9	19,3	7,7	8,6	1,4
Valor p U Mann-Whitney		0,817	0,009	0,003	0,592	0,009	0,000	0,000
Día Feriado								
No	Media	5,5	69,8	35,2	67,6	5,0	64,4	22,9
	D.E	4,9	13,6	8,7	21,6	8,7	9,2	1,6
Si	Media	5,4	64,1	31,8	65,6	3,1	57,6	23,9
	D.E	2,3	10,3	5,0	21,4	5,6	9,0	1,5
Valor p U Mann-Whitney		0,830	0,000	0,001	0,321	0,120	0,000	0,000
Total	Media	5,5	69,6	35,1	67,5	4,9	64,2	23,0
	D.E	4,9	13,5	8,6	21,5	8,7	9,2	1,6





Se evidenció correlación lineal significativa entre el desenlace de interés, muertes por enfermedad circulatoria, y los niveles de PM₁₀, precipitación y humedad relativa; así mismo, algunas de las co-variables mostraron correlación lineal significativa entre ellas. Sin bien, las correlaciones observadas entre el desenlace de interés y las demás co-variables reflejaron significación estadística (valor $p < 0,01$), el coeficiente de correlación asociado indicó baja correlación ($r \approx 0$). No se observó correlación lineal significativa al explorar las relaciones entre las co-variables de PM₁₀ vs. Ozono y PM_{2,5} vs. Precipitación. En general, los coeficientes de correlación observados mostraron bajas correlaciones ($r \approx 0$); no obstante, las mayores correlaciones significativas se apreciaron entre Humedad Relativa y Precipitación ($r = 0,55$), Precipitación y Temperatura ($r = -0,49$), y Humedad Relativa y Temperatura ($r = -0,88$) (Tabla 239).

Tabla 239. Correlación por pares de las covariables consideradas para las muertes por enfermedad circulatoria, población de 65 años o más, Medellín 2008-2015.

Covariables	n	Correlación	p
Número de muertes vs PM ₁₀	2.737	-0,11	0,000
Número de muertes vs PM _{2,5}	2.732	-0,02	0,262
Número de muertes vs Ozono	2.461	-0,01	0,495
Número de muertes vs Precipitación	2.824	-0,06	0,003
Número de muertes vs Humedad relativa	2.741	-0,07	0,001
Número de muertes vs Temperatura	2.824	0,03	0,129
PM ₁₀ vs PM _{2,5}	2.732	0,45	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	2.461	0,01	0,576
PM ₁₀ vs Precipitación	2.736	0,13	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	2.653	0,22	0,000
PM ₁₀ vs Temperatura	2.736	-0,19	0,000
PM _{2,5} vs Ozono	2.461	0,18	0,000
PM _{2,5} vs Precipitación	2.731	0,01	0,635
PM _{2,5} vs Humedad Relativa	2.648	0,08	0,000
PM _{2,5} vs Temperatura	2.731	-0,05	0,004
Ozono vs Precipitación	2.461	-0,06	0,003
Ozono vs Humedad Relativa	2.388	-0,06	0,003
Ozono vs Temperatura	2.460	0,09	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	2.740	0,55	0,000
Precipitación vs Temperatura	2.823	-0,49	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	2.741	-0,88	0,000

Población menor de 65 años fallecidos por enfermedades circulatorias centinela

En total, se observaron 4.626 muertes por causas relacionadas con los eventos centinela de enfermedades circulatorias en la población menor de 65 años habitante del municipio de Medellín, entre el 1 de enero de 2008 y el 31 de diciembre de 2015. El promedio diario de muertes en el territorio fue de 2,1 (D.E.=1,8). No se apreciaron diferencias significativas al explorar el comportamiento de las muertes en función de los diferentes factores considerados en análisis. El promedio de la concentración de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2,5} en el periodo de estudio fue de 69,6 (D.E.= 13,5) y 35 (D.E.= 8,7) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente; ambos





contaminantes presentaron un comportamiento similar al ser estratificados por los factores analizados. Se observó un incremento progresivo en las concentraciones con el transcurrir de la semana, apreciándose mayores promedios cuando el día de la semana era viernes, no era un día festivo, no era un día feriado y era un día donde no se presentó brote de influenza. El ozono, a diferencia del material particulado, mostró mayor promedio de concentración cuando el día de la semana era sábado.

Las variables meteorológicas por su parte no reflejaron un patrón similar, aunque con marcadas diferencias al ser exploradas por los factores de brotes de influenza y día feriado (valor $p < 0.01$). Los mayores promedios de precipitación y humedad relativa fueron evidenciados cuando no había presencia de brote de influenza o el día no era feriado. Caso contrario se observó en la temperatura, reflejó media mayor cuando hubo presencia de brote y era día feriado (**Tabla 240**).

Tabla 240. Indicadores de resumen del número de muertes por enfermedad circulatoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Municipio de Medellín, 2008-2015.

Variables		Muertes	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	2,0	61,7	30,8	66,5	6,0	63,7	23,1
	D.E	1,1	13,9	7,7	20,5	10,7	9,2	1,6
Lunes	Media	2,2	67,1	33,2	65,9	4,9	63,6	23,0
	D.E	3,0	12,9	8,0	19,6	8,2	8,9	1,6
Martes	Media	2,0	70,3	35,2	66,9	5,2	64,3	22,9
	D.E	1,1	11,1	8,4	21,8	8,8	9,3	1,6
Miércoles	Media	2,1	72,7	36,3	66,5	6,0	64,3	22,9
	D.E	1,1	13,3	8,9	23,3	9,9	9,3	1,6
Jueves	Media	2,0	72,8	36,4	67,3	5,0	64,5	23,0
	D.E	1,1	12,9	8,3	24,1	9,2	9,4	1,7
Viernes	Media	2,3	73,5	37,2	69,2	4,0	64,2	23,0
	D.E	2,8	14,0	8,8	21,4	7,4	9,5	1,6
Sábado	Media	2,1	69,9	35,9	69,5	4,6	64,4	22,9
	D.E	1,1	12,8	8,7	22,4	7,6	9,4	1,7
Valor p ANOVA K-W		0.500	0,000	0,000	0,373	0,597	0,874	0,781
Día festivo								
No	Media	2,1	70,2	35,2	70,6	5,1	64,2	23,0
	D.E	1,5	13,4	8,7	21,8	8,9	9,3	1,6
Si	Media	2,6	58,8	29,7	69,1	4,0	63,8	23,0
	D.E	4,9	12,5	6,7	18,4	7,6	8,9	1,6
Valor p U Mann-Whitney		0.436	0,000	0,000	0,457	0,134	0,617	0,552
Brote de Influenza								
No	Media	2,0	66,1	36,6	70,6	4,4	62,2	23,2
	D.E	1,5	13,5	8,7	21,8	8,2	9,2	1,6
Si	Media	2,0	64,0	35,6	69,1	3,4	59,4	23,7





	D.E	1,2	13,1	11,1	18,4	8,1	8,7	1,4
Valor p U Mann-Whitney		0,288	0,056	0,003	0,763	0,002	0,000	0,000
Día Feriado								
No	Media	2,1	69,8	35,1	67,4	5,1	64,3	22,9
	D.E	1,8	13,6	8,7	21,9	9,0	9,2	1,6
Si	Media	2,0	65,2	31,6	66,1	3,6	58,8	23,7
	D.E	1,0	10,3	4,8	22,7	6,0	9,1	1,5
Valor p U Mann-Whitney		0,963	0,010	0,002	0,532	0,530	0,000	0,000
Total	Media	2,1	69,6	35,0	67,4	5,1	64,1	23,0
	D.E	1,8	13,5	8,7	21,9	8,9	9,3	1,6

Se evidenció correlación lineal significativa entre el desenlace de interés, muertes por enfermedad circulatoria, y los niveles de PM₁₀; así mismo, algunas de las co-variables mostraron correlación lineal significativa entre ellas. Sin bien, las correlaciones observadas entre el desenlace de interés y PM₁₀ reflejó significación estadística (valor p < 0.01), el coeficiente de correlación asociado indicó baja correlación ($r \approx 0$). No se observó correlación lineal significativa al explorar las relaciones entre las co-variables de PM₁₀ vs. Ozono y PM_{2.5} vs. Precipitación. En general, los coeficientes de correlación observados mostraron baja correlaciones ($r \approx 0$); no obstante, los mayores valores se apreciaron entre Humedad Relativa y Precipitación ($r = 0,54$), Precipitación y Temperatura ($r = -0,49$), y Humedad Relativa y Temperatura ($r = -0,88$) (Tabla 241).

Tabla 241. Correlación por pares de las covariables consideradas para las muertes por enfermedad circulatoria, población menor de 65 años, Medellín 2008-2015

Covariables	n	Correlación	p
Número de muertes vs PM ₁₀	2.155	-0.1	0.000
Número de muertes vs PM _{2.5}	2.149	0.01	0.735
Número de muertes vs Ozono	1.935	-0.03	0.185
Número de muertes vs Precipitación	2.224	0.01	0.677
Número de muertes vs Humedad relativa	2.154	-0.02	0.431
Número de muertes vs Temperatura	2.224	0.03	0.167
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	2.149	0.44	0.000
PM ₁₀ vs Ozono	1.935	0	0.933
PM ₁₀ vs Precipitación	2.154	0.13	0.000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	2.084	0.22	0.000
PM ₁₀ vs Temperatura	2.154	-0.18	0.000
PM _{2.5} vs Ozono	1.935	0.17	0.000
PM _{2.5} vs Precipitación	2.148	0.01	0.591
PM _{2.5} vs Humedad Relativa	2.078	0.08	0.000
PM _{2.5} vs Temperatura	2.148	-0.07	0.002
Ozono vs Precipitación	1.935	-0.07	0.003
Ozono vs Humedad Relativa	1.871	-0.06	0.014





Ozono vs Temperatura	1.934	0.08	0.000
Humedad Relativa vs Precipitación	2.153	0.54	0.000
Precipitación vs Temperatura	2.223	-0.49	0.000
Humedad Relativa vs Temperatura	2.154	-0.88	0.000

Población fallecida por enfermedades circulatorias centinela

En total, se observaron 20.311 muertes por causas relacionadas con los eventos centinela de enfermedades circulatorias en la población habitante del municipio de Medellín, entre el 1 de enero de 2008 y el 31 de diciembre de 2015. El promedio diario de muertes en el territorio fue de 7,2 (D.E.=6.2). No se apreciaron diferencias significativas al explorar el comportamiento de las muertes en función de los diferentes factores considerados en análisis. El promedio de la concentración de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} en el periodo de estudio fue de 69.7 (D.E.= 13,6) y 35,1 (D.E.= 8,6) µg/m³ respectivamente; ambos contaminantes presentaron un comportamiento similar al ser estratificados por los factores en análisis. Se observó un incremento progresivo en las concentraciones con el transcurrir de la semana, apreciándose mayores promedios cuando el día de la semana era viernes, no era un día festivo, no era un día feriado y era un día donde no se presentó brote de influenza. El ozono, a diferencia del material particulado, mostró mayor promedio de concentración cuando el día de la semana era sábado o cuando era festivo.

Las variables meteorológicas por su parte no reflejaron un patrón similar, aunque con marcadas diferencias estadísticas al ser exploradas por los factores de brotes de influenza y día feriado (valor p < 0.01). Los mayores promedios de precipitación y humedad relativa fueron evidenciados cuando no había presencia de brote de influenza o el día no era feriado. Caso contrario se observó en la temperatura, reflejó media mayor cuando hubo presencia de brote y era día feriado (**Tabla 242**).





Tabla 242. Indicadores de resumen del número de muertes por enfermedad circulatoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Medellín, 2008-2015.

Variables		Muertes	PM ₁₀	PM _{2,5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	7,1	61,8	30,9	66,8	5,6	64,0	23,0
	D.E	2,7	13,9	7,9	20,0	10,1	9,1	1,6
Lunes	Media	7,6	66,8	33,2	65,4	4,9	64,1	23,0
	D.E	10,5	12,9	7,9	19,8	8,1	9,2	1,6
Martes	Media	7,0	70,6	35,6	67,2	5,0	64,4	22,9
	D.E	2,7	11,0	8,4	21,3	8,7	9,1	1,6
Miércoles	Media	7,0	71,7	35,9	67,1	5,4	63,8	23,0
	D.E	2,7	13,0	8,5	22,5	9,3	9,1	1,6
Jueves	Media	6,7	72,7	36,7	67,4	4,8	64,5	23,0
	D.E	2,7	12,8	8,4	22,7	8,6	9,5	1,7
Viernes	Media	7,5	73,5	37,0	68,3	4,5	64,4	22,9
	D.E	11,1	13,7	8,6	21,6	7,8	9,4	1,6
Sábado	Media	7,2	70,6	36,2	70,1	4,7	64,2	23,0
	D.E	2,8	13,8	8,8	22,6	8,2	9,2	1,7
Valor p ANOVA K-W		0,158	0,000	0,000	0,258	0,969	0,950	0,964
Día festivo								
No	Media	7,1	70,2	35,4	70,4	5,0	64,2	23,0
	D.E	5,0	13,4	8,6	21,2	8,8	9,3	1,6
Si	Media	8,7	58,3	29,5	70,9	4,0	64,0	23,0
	D.E	18,1	12,2	6,5	19,2	8,2	9,0	1,6
Valor p U Mann-Whitney		0,632	0,000	0,000	0,176	0,151	0,578	0,503
Brote de Influenza								
No	Media	7,1	66,3	36,6	70,4	4,1	62,2	23,2
	D.E	5,0	13,4	8,5	21,2	7,7	9,1	1,6
Si	Media	6,9	63,9	35,9	70,9	3,5	59,7	23,7
	D.E	2,7	13,0	10,9	19,2	7,7	8,6	1,4
Valor p U Mann-Whitney		0,935	0,010	0,004	0,541	0,009	0,000	0,000
Día Feriado								
No	Media	7,2	69,8	35,2	67,5	5,0	64,4	22,9
	D.E	6,3	13,6	8,7	21,6	8,8	9,2	1,6
Si	Media	7,1	64,1	31,8	65,6	3,1	57,6	23,9
	D.E	2,6	10,3	5,0	21,4	5,6	9,0	1,5
Valor p U Mann-Whitney		0,477	0,000	0,001	0,326	0,116	0,000	0,000
Total	Media	7,2	69,7	35,1	67,5	5,0	64,2	23,0
	D.E	6,2	13,6	8,6	21,5	8,7	9,2	1,6





Se evidenció correlación lineal significativa entre el desenlace de interés, muertes por enfermedad circulatoria, y los niveles de PM₁₀; así mismo, algunas de las co-variables mostraron correlación lineal significativa entre ellas. Sin bien, las correlaciones observadas entre el desenlace de interés y PM₁₀ reflejó significación estadística (valor $p < 0.01$), el coeficiente de correlación asociado indicó baja correlación ($r = -0,11$). No se observó correlación lineal significativa al explorar las relaciones entre las co-variables de PM₁₀ vs. Ozono y PM_{2.5} vs. Precipitación. En general, los coeficientes de correlación observados mostraron bajas correlaciones ($r \approx 0$); no obstante, los mayores valores se apreciaron entre Humedad Relativa y Precipitación ($r = 0,55$), Precipitación y Temperatura ($r = -0,49$), y Humedad Relativa y Temperatura ($r = -0,88$) (Tabla 243).

Tabla 243. Correlación por pares de las covariables consideradas para las muertes por enfermedad circulatoria, población total, Medellín 2008-2015.

Covariables	n	Correlación	p
Número de muertes vs PM ₁₀	2.750	-0,11	0,000
Número de muertes vs PM _{2.5}	2.744	-0,04	0,051
Número de muertes vs Ozono	2.473	-0,02	0,276
Número de muertes vs Precipitación	2.837	-0,03	0,097
Número de muertes vs Humedad relativa	2.753	-0,04	0,032
Número de muertes vs Temperatura	2.837	0,01	0,491
PM ₁₀ vs PM _{2.5}	2.744	0,45	0,000
PM ₁₀ vs Ozono	2.473	0,01	0,634
PM ₁₀ vs Precipitación	2.749	0,13	0,000
PM ₁₀ vs Humedad Relativa	2.665	0,22	0,000
PM ₁₀ vs Temperatura	2.749	-0,19	0,000
PM _{2.5} vs Ozono	2.473	0,18	0,000
PM _{2.5} vs Precipitación	2.743	0,01	0,621
PM _{2.5} vs Humedad Relativa	2.659	0,08	0,000
PM _{2.5} vs Temperatura	2.743	-0,05	0,006
Ozono vs Precipitación	2.473	-0,06	0,002
Ozono vs Humedad Relativa	2.399	-0,06	0,002
Ozono vs Temperatura	2.472	0,09	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	2.752	0,55	0,000
Precipitación vs Temperatura	2.836	-0,49	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	2.753	-0,88	0,000

Población de 65 años o más fallecidos por enfermedades respiratorias centinela

En total, se observaron 3.085 muertes por causas relacionadas con eventos centinela de enfermedades respiratorias en la población de 65 o más habitante del municipio de Medellín, entre el 1 de enero de 2008 y el 31 de diciembre de 2015. El promedio diario de muertes en el territorio fue de 1,7 (D.E.=1,5). No se apreciaron diferencias significativas al explorar el comportamiento de las muertes en función de los diferentes factores considerados en análisis. El promedio de la concentración de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} en el periodo de estudio fue de 69,5 (D.E.= 13,6) y 35,4 (D.E.= 8,7) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente; ambos contaminantes presentaron un comportamiento similar al ser estratificados por los factores en análisis. Se





observó un incremento progresivo en las concentraciones con el transcurrir de la semana, apreciándose mayores promedios cuando el día de la semana era viernes, no era un día festivo o no era un día feriado. El ozono, a diferencia del material particulado, mostró mayor promedio de concentración cuando el día era feriado o festivo.

Las variables meteorológicas por su parte no reflejaron un patrón similar. Se observaron algunas diferencias estadísticas en el caso de las variables de humedad relativa y temperatura cuando fueron exploradas por los factores de brotes de influenza y día feriado, (valor $p < 0.01$). Los mayores promedios de precipitación y humedad relativa fueron evidenciados cuando no hubo presencia de brote de influenza o el día no era feriado. La temperatura por su parte, reflejó media mayor cuando había presencia de brote y era día feriado (**Tabla 244**).

Tabla 244. Indicadores de resumen del número de muertes por enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Medellín, 2008-2015.

Variables		Muertes	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	1,6	61,4	31,3	67,7	5,6	63,7	23,1
	D.E	0,8	14,3	8,1	20,5	10,2	9,1	1,6
Lunes	Media	1,7	66,3	33,1	64,9	4,6	63,8	23,0
	D.E	2,5	12,1	7,8	19,4	7,8	9,7	1,7
Martes	Media	1,6	70,2	35,6	67,8	5,0	64,6	22,9
	D.E	0,8	11,4	8,7	22,2	8,8	9,2	1,6
Miércoles	Media	1,7	71,5	36,4	67,3	5,2	63,4	23,1
	D.E	0,9	12,7	8,6	22,9	9,4	9,1	1,6
Jueves	Media	1,6	72,5	36,9	67,5	5,2	64,5	22,9
	D.E	0,9	12,4	8,0	22,9	9,3	9,6	1,7
Viernes	Media	1,8	73,3	37,2	68,5	4,5	64,1	23,0
	D.E	2,3	14,2	8,9	20,8	7,7	9,1	1,6
Sábado	Media	1,7	71,2	37,2	70,5	4,9	64,0	23,0
	D.E	0,8	14,3	9,2	22,7	8,8	9,5	1,7
Valor p ANOVA K-W		0,524	0,000	0,000	0,328	0,984	0,765	0,934
Día festivo								
No	Media	1,7	70,0	35,7	70,6	5,1	64,1	23,0
	D.E	1,2	13,5	8,7	21,1	9,0	9,3	1,6
Si	Media	2,0	59,4	29,7	72,3	3,2	63,2	23,1
	D.E	4,1	12,3	6,6	19,6	8,8	9,1	1,6
Valor p U Mann-Whitney		0,129	0,000	0,000	0,106	0,066	0,272	0,543
Brote de Influenza								
No	Media	1,7	66,3	36,8	70,6	4,0	61,9	23,3
	D.E	1,2	13,6	8,7	21,1	7,5	9,1	1,6
Si	Media	1,8	64,1	36,9	72,3	3,8	60,5	23,7





	D.E	1,1	13,4	11,0	19,6	8,1	8,6	1,5
Valor p U Mann-Whitney		0,207	0,050	0,261	0,328	0,353	0,078	0,004
Día Feriado								
No	Media	1,7	69,7	35,5	67,7	5,1	64,2	23,0
	D.E	1,5	13,7	8,8	21,7	8,9	9,2	1,6
Si	Media	1,6	62,7	31,7	69,1	3,5	56,9	24,1
	D.E	0,9	9,9	5,0	21,3	6,4	9,4	1,5
Valor p U Mann-Whitney		0,626	0,000	0,004	0,843	0,224	0,000	0,000
Total	Media	1,7	69,5	35,4	67,7	5,0	64,0	23,0
	D.E	1,5	13,6	8,7	21,7	8,9	9,3	1,6

Se evidenció baja correlación lineal estadísticamente significativa entre el desenlace de interés, muertes por enfermedad respiratoria, y todas las co-variables consideradas en los análisis; así mismo, algunas de las co-variables presentaron correlación lineal entre ellas. Sin bien, las correlaciones observadas entre el desenlace de interés y las co-variables reflejó significación estadística (valor $p < 0,05$), el coeficiente de correlación asociado a cada pareja de variables comparada indicó baja correlación ($r \approx 0$). No se observó correlación lineal significativa al explorar las relaciones entre las co-variables de PM_{10} vs. Ozono y $PM_{2,5}$ vs. Precipitación. En general, los coeficientes de correlación observados mostraron bajas correlaciones ($r \approx 0$); no obstante, los mayores valores se apreciaron entre Humedad Relativa y Precipitación ($r = 0,55$), Precipitación y Temperatura ($r = -0,51$), y Humedad Relativa y Temperatura ($r = -0,88$) (Tabla 245).

Tabla 245. Correlación por pares de las covariables consideradas para las muertes por enfermedad respiratoria, población de 65 años o más, municipio de Medellín. 2008-2015

Covariables	n	Correlación	p
Número de muertes vs PM_{10}	1.797	-0,15	0,000
Número de muertes vs $PM_{2,5}$	1.794	0,12	0,000
Número de muertes vs Ozono	1.639	0,07	0,003
Número de muertes vs Precipitación	1.835	-0,06	0,010
Número de muertes vs Humedad relativa	1.780	-0,11	0,000
Número de muertes vs Temperatura	1.835	0,13	0,000
PM_{10} vs $PM_{2,5}$	1.794	0,47	0,000
PM_{10} vs Ozono	1.639	0	0,999
PM_{10} vs Precipitación	1.796	0,15	0,000
PM_{10} vs Humedad Relativa	1.741	0,25	0,000
PM_{10} vs Temperatura	1.796	-0,21	0,000
$PM_{2,5}$ vs Ozono	1.639	0,16	0,000
$PM_{2,5}$ vs Precipitación	1.793	0,03	0,279
$PM_{2,5}$ vs Humedad Relativa	1.738	0,09	0,000
$PM_{2,5}$ vs Temperatura	1.793	-0,06	0,012
Ozono vs Precipitación	1.639	-0,06	0,009
Ozono vs Humedad Relativa	1.589	-0,06	0,014





Ozono vs Temperatura	1.638	0,1	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	1.779	0,55	0,000
Precipitación vs Temperatura	1.834	-0,51	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	1.780	-0,88	0,000

Población menor de 65 años fallecidos por enfermedades respiratorias centinela

A excepción del día con presencia de brote de influenza, no se evidenciaron diferencias significativas al explorar el comportamiento del promedio diario de muertes. En total, se observaron 1.029 muertes por causas relacionadas con eventos centinela de enfermedades respiratorias en la población menor de 65 habitante del municipio de Medellín, entre el 1 de enero de 2008 y el 31 de diciembre de 2015. El promedio diario de muertes en el territorio fue de 1,3 (D.E.=0,6).

A diferencia del ozono, el material particulado presentó un comportamiento similar al ser estratificado por los factores considerados en el análisis. El promedio de la concentración de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} en el periodo de estudio fue de 70,5 (D.E.= 13,6) y 34,9 (D.E.= 8,6) µg/m³ respectivamente. Se observó un incremento progresivo en las concentraciones con el transcurrir de la semana, apreciándose mayores promedios cuando el día de la semana era viernes, no era un día festivo o no era un día feriado (valor p < 0.05). Entre tanto, el ozono mostró mayor promedio de concentración cuando el día era feriado o festivo.

Las variables meteorológicas por su parte no reflejaron un patrón similar. Se observaron algunas diferencias estadísticas en el caso de la temperatura cuando fue explorada en función del día feriado y la presencia de brote de influenza (valor p < 0.01). Los mayores promedios de la temperatura fueron evidenciados cuando hubo presencia de brote de influenza o el día era feriado. La Humedad relativa por su parte, reflejó media mayor cuando el día no era feriado (**Tabla 246**)

Tabla 246. Indicadores de resumen del número de muertes por enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Municipio de Medellín, 2008-2015

Variables	Muertes	PM ₁₀	PM _{2.5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	
Día de la semana								
Domingo	Media	1,2	62,9	31,3	63,5	6,0	64,7	23,0
	D.E	0,4	14,1	8,3	20,5	11,7	9,4	1,7
Lunes	Media	1,3	68,7	32,8	65,8	5,4	64,3	23,0
	D.E	0,9	11,8	8,6	19,9	9,7	8,8	1,6
Martes	Media	1,2	71,1	35,4	65,0	4,9	65,0	22,8





	D.E	0,4	11,2	9,0	24,0	8,9	9,5	1,6
Miércoles	Media	1,3	73,2	36,1	67,5	5,2	63,6	23,1
	D.E	0,5	13,3	8,6	22,1	9,6	9,0	1,6
Jueves	Media	1,2	72,4	36,0	65,9	3,7	63,4	23,0
	D.E	0,5	13,3	8,2	24,4	6,6	9,7	1,8
Viernes	Media	1,4	73,9	37,2	66,8	4,4	64,9	22,9
	D.E	1,0	13,7	7,9	20,9	7,4	9,5	1,7
Sábado	Media	1,2	71,0	35,6	68,4	5,0	64,6	23,1
	D.E	0,5	14,6	8,3	21,0	8,5	8,8	1,6
Valor p ANOVA K-W		0,534	0,000	0,000	0,767	0,613	0,771	0,737
Día festivo								
No	Media	1,2	70,9	35,1	69,2	5,0	64,3	23,0
	D.E	0,6	13,5	8,6	21,6	9,0	9,3	1,7
Si	Media	1,5	60,3	30,0	70,8	4,2	64,9	22,9
	D.E	1,4	11,9	7,0	19,8	8,5	8,1	1,4
Valor p U Mann-Whitney/ t student		0,640	0,000	0,001	0,462*	0,700	0,984	0,922
Brote de Influenza								
No	Media	1,2	66,9	36,6	69,2	3,7	62,2	23,2
	D.E	0,6	13,4	8,4	21,6	7,5	8,9	1,5
Si	Media	1,4	64,7	36,5	70,8	3,3	59,9	23,8
	D.E	0,7	14,0	11,0	19,8	7,8	8,5	1,5
Valor p U Mann-Whitney/ t student		0,015	0,327	0,273	0,559*	0,058	0,055	0,005





Día Feriado								
No	Media	1,3	70,8	35,1	66,2	5,0	64,5	22,9
	D.E	0,6	13,6	8,7	22,0	9,1	9,2	1,6
Si	Media	1,3	59,6	30,9	64,3	3,6	56,9	24,1
	D.E	0,6	9,3	4,8	19,9	5,3	7,9	1,4
Valor p U Mann-Whitney/ t student		0,274	0,000	0,028	0,692*	0,782	0,000	0,001
Total	Media	1,3	70,5	34,9	66,1	4,9	64,3	23,0
	D.E	0,6	13,6	8,6	21,9	9,0	9,2	1,7

*Valor p asociación a prueba estadística paramétrica T-student, empleada debido a la normalidad presentada en la distribución de los datos de ozono entre los diferentes factores considerados en los análisis.

Se evidenció baja correlación lineal estadísticamente significativa entre el desenlace de interés, muertes por enfermedad respiratoria, y la mayoría de las co-variables consideradas en el análisis; además, algunas de las co-variables presentaron correlación lineal entre ellas. Sin bien, la correlación observada entre el desenlace de interés y las co-variables reflejó significación estadística (valor $p < 0,05$), el coeficiente de correlación asociado a cada pareja de variables comparada indicó baja correlación ($r \approx 0$). No se observó correlación lineal significativa al explorar las relaciones entre las co-variables de PM_{10} vs. Ozono y $PM_{2,5}$ vs. Precipitación y Temperatura. En general, entre las covariables la correlación fue baja ($r \approx 0$), no obstante, los mayores valores se apreciaron entre Humedad Relativa y Precipitación ($r = 0,58$), Precipitación y Temperatura ($r = -0,52$), y Humedad Relativa y Temperatura ($r = -0,89$) (

Tabla 247).

Tabla 247. Correlación por pares de las covariables consideradas para las muertes por enfermedad respiratoria, población menor de 65 años, Medellín 2008-2015.

Covariables	n	Correlación	p
Número de muertes vs PM_{10}	787	-0,2	0,000
Número de muertes vs $PM_{2,5}$	786	0,16	0,000
Número de muertes vs Ozono	714	0,07	0,048
Número de muertes vs Precipitación	816	-0,06	0,085
Número de muertes vs Humedad relativa	796	-0,13	0,000
Número de muertes vs Temperatura	816	0,11	0,002
PM_{10} vs $PM_{2,5}$	786	0,43	0,000
PM_{10} vs Ozono	714	-0,04	0,338
PM_{10} vs Precipitación	787	0,12	0,001





PM ₁₀ vs Humedad Relativa	767	0,25	0,000
PM ₁₀ vs Temperatura	787	-0,19	0,000
PM _{2.5} vs Ozono	714	0,19	0,000
PM _{2.5} vs Precipitación	786	0	0,957
PM _{2.5} vs Humedad Relativa	766	0,07	0,048
PM _{2.5} vs Temperatura	786	-0,04	0,244
Ozono vs Precipitación	714	-0,09	0,022
Ozono vs Humedad Relativa	698	-0,11	0,005
Ozono vs Temperatura	714	0,16	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	796	0,58	0,000
Precipitación vs Temperatura	816	-0,52	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	796	-0,89	0,000

Población fallecida por enfermedades respiratorias centinela

A excepción de las variables de día con presencia de brote de influenza y día festivo, no se evidenciaron diferencias significativas al explorar el comportamiento del promedio diario de muertes. En total, se observaron 4.119 muertes por causas relacionadas con eventos centinela de enfermedades respiratorias en la población residente del municipio de Medellín, entre el 1 de enero de 2008 y el 31 de diciembre de 2015. El promedio diario de muertes en el territorio fue de 2 (D.E.=1,7). Los mayores promedios de muertes se observaron cuando el día era festivo o era un día con brote de influenza (valor $p < 0.05$).

A diferencia del ozono, el material particulado presentó un comportamiento similar al ser estratificado por los factores considerados en el análisis. El promedio de la concentración de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} en el periodo de estudio fue de 69,7 (D.E.= 13,7) y 35,3 (D.E.= 8,7) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. Se observó un incremento progresivo en las concentraciones a medida que transcurría la semana, apreciándose mayores promedios cuando el día de la semana era viernes, no era un día festivo o no era un día feriado (valor $p < 0.05$). Entre tanto, el ozono mostró mayor promedio de concentración cuando el día era feriado o festivo.

Las variables meteorológicas por su parte no reflejaron un patrón similar. Se observaron algunas diferencias estadísticas en el caso de la temperatura y la humedad relativa cuando fueron exploradas en función del día feriado y la presencia de brote de influenza (valor $p < 0.01$). Contrario a la Humedad relativa, los mayores promedios de la temperatura fueron evidenciados cuando hubo presencia de brote de influenza o el día era feriado (**Tabla 248**).





Tabla 248. Indicadores de resumen del número de muertes por enfermedad respiratoria y variables ambientales, según día de la semana, festivo, feriado y brote de influenza, por día. Municipio de Medellín, 2008-2015.

Variables		Muertes	PM ₁₀	PM _{2,5}	Ozono	Precipitación	Humedad relativa	Temperatura
Día de la semana								
Domingo	Media	1,9	61,8	31,3	66,8	5,7	64,0	23,0
	D.E	1,0	14,0	8,0	20,7	10,8	9,1	1,6
Lunes	Media	2,0	66,6	33,0	65,3	4,7	63,9	23,0
	D.E	2,9	12,4	8,0	19,7	8,2	9,4	1,7
Martes	Media	1,9	70,5	35,6	67,3	5,0	64,7	22,9
	D.E	1,0	11,6	8,8	21,9	9,0	9,2	1,6
Miércoles	Media	2,0	71,9	36,3	67,6	5,2	63,4	23,1
	D.E	1,1	13,0	8,5	22,4	9,2	9,2	1,6
Jueves	Media	2,0	72,7	36,7	66,7	5,0	64,5	22,9
	D.E	1,1	12,9	8,1	22,8	9,1	9,8	1,7
Viernes	Media	2,1	73,3	37,2	67,7	4,5	64,3	22,9
	D.E	2,9	13,9	8,7	21,0	7,8	9,2	1,6
Sábado	Media	1,9	71,0	36,8	69,9	4,9	63,8	23,1
	D.E	1,0	14,4	8,9	22,3	8,6	9,3	1,7
Valor p ANOVA / K-W		0,616	0,000	0,000	0,391*	0,986	0,641	0,693
Día festivo								
No	Media	1,9	70,2	35,6	70,0	5,1	64,1	23,0
	D.E	1,5	13,6	8,7	20,9	9,1	9,3	1,6
Si	Media	2,2	59,4	29,3	72,0	3,6	63,4	23,1
	D.E	4,7	12,6	6,4	19,8	8,6	9,1	1,6
Valor p U Mann-Whitney		0,040	0,000	0,000	0,239	0,079	0,327	0,563
Brote de Influenza								
No	Media	1,9	66,5	36,7	70,0	4,0	61,9	23,3
	D.E	1,5	13,6	8,5	20,9	7,8	9,1	1,5
Si	Media	2,2	63,8	36,5	72,0	3,6	60,3	23,7
	D.E	1,3	13,4	10,9	19,8	7,8	8,6	1,5
Valor p U Mann-Whitney		0,008	0,013	0,092	0,178	0,174	0,026	0,001
Día Feriado								
No	Media	2,0	69,9	35,4	67,3	5,1	64,3	23,0
	D.E	1,8	13,7	8,7	21,6	9,1	9,2	1,6
Si	Media	1,9	62,3	31,7	67,5	3,5	56,9	24,1
	D.E	1,2	10,1	4,9	21,2	6,2	9,1	1,5
Valor p U Mann-Whitney		0,838	0,000	0,003	0,809	0,297	0,000	0,000
Total	Media	2,0	69,7	35,3	67,3	5,0	64,1	23,0
	D.E	1,7	13,7	8,7	21,6	9,0	9,3	1,6





*Valor p asociación a prueba estadística paramétrica ANOVA, empleada debido a la normalidad presentada en la distribución de los datos de ozono entre las categorías del día de la semana.

Se evidenció baja correlación lineal estadísticamente significativa entre el desenlace de interés, muertes por enfermedad respiratoria, y la mayoría de las co-variables consideradas en el análisis; además, algunas de las co-variables presentaron correlación lineal entre ellas. Sin bien, la correlación observada entre el desenlace de interés y las co-variables reflejó significación estadística (valor $p < 0.05$), el coeficiente de correlación asociado a cada pareja de variables comparada indicó baja correlación ($r \approx 0$). No se observó correlación lineal significativa al explorar las relaciones entre las co-variables de PM_{10} vs. Ozono y $PM_{2.5}$ vs. Precipitación. En general, entre las covariables la correlación fue baja ($r \approx 0$), no obstante, los mayores valores del indicador se apreciaron entre Humedad Relativa y Precipitación, Precipitación y Temperatura, y Humedad Relativa y Temperatura (**Tabla 249**).

Tabla 249. Correlación por pares de covariables consideradas para las muertes por enfermedad respiratoria, población total, Medellín 2008-2015.

Covariables	n	Correlación	p
Número de muertes vs PM_{10}	2.049	-0,11	0,000
Número de muertes vs $PM_{2.5}$	2.046	0,11	0,000
Número de muertes vs Ozono	1.864	0,04	0,054
Número de muertes vs Precipitación	2.104	-0,06	0,004
Número de muertes vs Humedad relativa	2.044	-0,08	0,000
Número de muertes vs Temperatura	2.104	0,1	0,000
PM_{10} vs $PM_{2.5}$	2.046	0,46	0,000
PM_{10} vs Ozono	1.864	0	0,837
PM_{10} vs Precipitación	2.048	0,15	0,000
PM_{10} vs Humedad Relativa	1.988	0,25	0,000
PM_{10} vs Temperatura	2.048	-0,21	0,000
$PM_{2.5}$ vs Ozono	1.864	0,16	0,000
$PM_{2.5}$ vs Precipitación	2.045	0,02	0,417
$PM_{2.5}$ vs Humedad Relativa	1.985	0,09	0,000
$PM_{2.5}$ vs Temperatura	2.045	-0,07	0,002
Ozono vs Precipitación	1.864	-0,06	0,009
Ozono vs Humedad Relativa	1.810	-0,06	0,015
Ozono vs Temperatura	1.863	0,1	0,000
Humedad Relativa vs Precipitación	2.043	0,55	0,000
Precipitación vs Temperatura	2.103	-0,5	0,000
Humedad Relativa vs Temperatura	2.044	-0,88	0,000





b. Modelos aditivos generalizados-GAM para los eventos centinela relacionados con las defunciones.

Para la construcción del modelo explicativo para el número de muertes para todas las edades y todos los eventos centinela para Medellín, se siguió la metodología diseñada para tal fin, expuesta en la construcción de los GAM para los eventos de morbilidad. Se advierte que los modelos explicativos que a continuación se exponen fueron aquellos cuyo coeficientes de rezagos acumulados fueron plausibles desde el punto de vista epidemiológico que se ajustaron en cada situación, por variables diferentes, sin pérdida de generalidad.

Número de muertes por todas las causas centinela, en todas las edades con exposición de interés PM_{10} en $\mu g / m^3$

Se encontró un incremento significativo en el porcentaje del riesgo por un aumento de $10 \mu g / m^3$ en PM_{10} que empezó a evidenciarse en el primer día de rezago y en los días tres, cuatro y siete, donde el riesgo fue de 2,5%, aunque no se encontró un gradiente en el incremento del porcentaje del riesgo de muerte de todos los eventos centinela en todas las edades. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos acumulados fue de 0,0004490464 lo que dio cuenta de un incremento del 0,5% en el número de muertes por todos los eventos centinela en todas las edades asociadas por un aumento de $10 \mu g / m^3$ en PM_{10} en cada siete días a partir del momento de la toma de la medición, ajustado por las significativas, es decir, la temperatura, la precipitación y la humedad relativa diaria. Nótese que, a partir del año 2013, se presentó un gradiente positivo del porcentaje de riesgo de muerte por todas las causas centinela del 52,7% para el 2013, del 102,9% para el 2014 y del 218,5% para el 2015 cuando se compararon estos años con el 2008 (**Anexo 12, numeral 2.1, 2.1.1 y 2.1.2, Tabla 250**). Cuando se consideraron todas las muertes por todos los eventos centinela en todas las edades, 32029, y con contaminante de interés PM_{10} en $\mu g / m^3$, el porcentaje de riesgo estimado, del 0,5%, implicó que en el periodo de 8 años se presentaron en promedio 160.1 muertes, esto es, de 500 muertes diarias por todos los eventos centinela en todas las edades, 23 se relacionaron con exposición a PM_{10} en $\mu g / m^3$, siempre y cuando hubiese ocurrido un aumento diario de 10 microgramos por metro cúbico en el contaminante. (**Tabla 251**)





Número de muertes por enfermedad respiratoria en todas las edades con exposición de interés PM₁₀ en µg /m³

Se encontró un incremento significativo en el porcentaje del riesgo por un aumento de 10 µg /m³ en PM₁₀ que empezó a evidenciarse en el primer día de rezago y en los días tres, seis y siete, donde en estos dos últimos días el riesgo fue de aproximadamente el 6,7%, sin un gradiente en el incremento del porcentaje del riesgo de muerte por enfermedad respiratoria en todas las edades. El coeficiente que estimó el efecto acumulado de acuerdo con la técnica de rezagos acumulados fue de 0,002334848 lo que dio cuenta de un incremento del 2,1% en el número de muertes por enfermedad respiratoria en todas las edades asociadas con un incremento de 10 µg /m³ en PM₁₀ cada siete días a partir del momento de la toma de la medición, ajustado por el día de la semana. Obsérvese a partir del año 2012 se presentó un gradiente positivo en el porcentaje de riesgo de muerte por el evento en cuestión con respecto al año 2008, destacándose el incremento significativo de dicho porcentaje en el año 2015 del 29,3%. (**Anexo 12, numeral 2.2, 2.2.1 y 2.2.2, Tabla 250**). Del total de muertes por todos los eventos centinela por enfermedad respiratoria en todas las edades ocurridos en la ciudad de Medellín en los 8 años bajo consideración, 4120, y del porcentaje de riesgo estimado a los 7 días transcurridos desde la primera medición a PM₁₀ en µg /m³, del 2,1%, por cada 10 µg /m³ de incremento del mismo, se observaron, en promedio 86,5 muertes, las que representaron 3 muertes diarias relacionadas con la exposición de interés por cada 100 muertes por enfermedad respiratoria en todas las edades siempre y cuando hubiera acontecido un incremento diario de 10 microgramos por metro cúbico de PM₁₀ en µg /m³. (**Tabla 251**)

Número de muertes por enfermedad respiratoria en personas de 65 y más años en la ciudad de Medellín, con exposición de interés PM₁₀ en µg /m³

Se encontró un efecto significativo del porcentaje de riesgo de muerte por enfermedades respiratorias en quienes tenían como mínimo 65 y más años en el año 2015 con respecto al año 2008, del 22,1%. También se observó efecto significativo y positivo del riesgo de muerte por enfermedades respiratorias en el grupo referido anteriormente, excepto en los días cuarto y séptimo. Nótese que por cada incremento de 10 µg /m³ en PM₁₀, se encontró un aumento en dicho porcentaje de riesgo del 0,3%, desde el día inicial de la toma de la medición hasta el día siete. (**Anexo 12, numeral 2.3, 2.3.1 y 2.3.2, Tabla 250**). Cuando se consideraron todas las muertes por enfermedad respiratoria en las personas de 65 y más años, 3090 y cuyo contaminante de interés fue PM₁₀ en µg /m³, el porcentaje de riesgo estimado, del 0,3%, implicó que en el periodo de 8 años se presentaran en promedio 9,3 muertes, esto es, de 1000 muertes por enfermedad respiratoria en las personas de 65 y más años, ocurrieron 3 diarias relacionadas con exposición a PM₁₀, siempre y cuando hubiera ocurrido un aumento diario de 10 microgramos por metro cúbico del contaminante (**Tabla 251**)

Número de muertes por todos los eventos centinela en personas de 65 y más años en la ciudad de Medellín, con exposición de interés PM₁₀ en µg /m³

Se destacó un gradiente positivo en el porcentaje del incremento del riesgo, desde el año 2012 hasta el año 2015, cuando se comparó con el año 2008. En el último año del cual se tuvo información, este se incrementó en un 16,3% con respecto al primer año. También el efecto acumulado fue de 0,6% hasta el día siete de la medición del PM₁₀ cuando se controló por el periodo de tiempo considerado, en años (**Anexo 12, numeral 2.4, 2.4.1 y 2.4.2, Tabla 250**). Del total de muertes por todos los eventos centinela en las personas de 65 y más años ocurridos en la ciudad de Medellín en los 8 años bajo consideración,





25.257, del porcentaje de riesgo estimado a los 7 días transcurridos desde la primera medición a PM_{10} en $\mu g / m^3$, del 0,6%, por cada $10 \mu g / m^3$ de incremento del mismo, se presentaron en promedio 151,5 muertes, las que representaron 53 muertes diarias relacionadas con la exposición de interés por cada 1000 muertes por todos los eventos centinela siempre y cuando hubiera ocurrido un incremento diario de 10 microgramos por metro cúbico de PM_{10} en $\mu g / m^3$ (Tabla 251).

Número de muertes por todos los eventos centinela en personas menores de 65 años en la ciudad de Medellín, con exposición de interés PM_{10} en $\mu g / m^3$

Por cada aumento de 10 grados centígrados, se percibió una disminución del porcentaje de riesgo de muertes por todos los eventos centinela en menores de 65 años en la ciudad de Medellín manteniendo constante los valores de PM_{10} en cada uno de los siete días considerados como rezagos. Obsérvese que el porcentaje de riesgo acumulado indicó que por cada $10 \mu g / m^3$ de incremento de PM_{10} , se presentó un aumento en el riesgo de muerte por todos los eventos centinelas en el susodicho grupo de edad de 1.4%. (Anexo 12, numeral 2.5, 2.5.1 y 2.5.2, Tabla 250). Del total de muertes por todos los eventos centinela en las personas menores de 65 años ocurridos en la ciudad de Medellín en los 8 años bajo consideración, 6.730, del porcentaje de riesgo estimado a los 7 días transcurridos desde la primera medición a PM_{10} , del 1,4% por cada $10 \mu g / m^3$ de incremento del mismo, se presentaron en promedio 94,2 muertes, las que representaron 33 muertes diarias relacionadas con la exposición de interés por cada 1000 muertes por todos los eventos centinela.





Tabla 250. Magnitud del número de muertes por eventos centinela por grupos de edad/todas las edades por cada incremento de 10 µg /m³ en cada contaminante. Medellín, 2008 a 2016

Contaminante	Edad	Evento centinela					
		Respiratoria		Circulatoria		Todos los eventos	
		eβ (IC)	%eβ	eβ (IC)	%eβ**	eβ (IC)	%eβ
PM ₁₀	65+	1,00294 0,989 1,017	0,3	1,0085 0,999 1,019	0,8	1,0057 0,996 1,015	0,6
	<65	1,010087 0,998 1,022	1,0	1,0116 0,994 1,029	1,2	1,0026 0,996 1,009	1,4
	Todas	1,021292 1,004 1,039	2,1	---	---	1,0045 0,993 1,016	0,5
PM _{2.5}	65+	---	---	1,0035 0,989 1,018	0,3	1,0040 0,987 1,022	0,4
	Todas	---	---	---	---	1,0021 0,980 1,024	0,2
O ₃	65+	---	---	1,0076 1,003 1,013	0,8	1,0037 0,997 1,010	0,3
	<65	---	---	1,0092 1,004 1,0142	0,9	---	---
	Todas	1,0027 0,995 1,015	0,3	1,0041 0,999 1,009	0,4	1,0026 0,996 1,009	0,3

*Ajustados por los rezagos de cada contaminante, día de la semana, día festivo, día feriado y brote de influenza y suavizados por la temperatura, la humedad relativa y la precipitación. ** Por cada incremento de 10 µg /m





Tabla 251. Número de muertes por eventos centinela en cada grupo de edad y estimación anual/diaria de dicho número por cada incremento de 10 en el contaminante. Medellín, 2008 a 2016.

Evento centinela	Edad	Total muertes en el grupo	%e ^{β*} (Contaminante)	Casos estimados en 8 años	Casos estimados por día
Todos	Todas	32029	0.5 (PM ₁₀)	160.1	0.056
Respiratorias	Todas	4120	2.10.5 (PM ₁₀)	86.5	0.030
Respiratorias	65+	3090	0.30.5 (PM ₁₀)	9.3	0.003
Todos	65+	25257	0.60.5 (PM ₁₀)	151.5	0.053
Todos	<65	6730	1.40.5 (PM ₁₀)	94.2	0.033
Circulatorias	65+	15648	0.80.5 (PM ₁₀)	125.2	0.043
Circulatorias	<65	4649	1.20.5 (PM ₁₀)	55.8	0.019
Respiratorias	<65	1026	10.5 (PM ₁₀)	10.3	0.004
Todos	Todas	32029	0.20.5 (PM _{2.5})	64.1	0.022
Todos	65+	25257	0.4(PM _{2.5})	101.0	0.035
Circulatorias	65+	15648	0.3(PM _{2.5})	46.9	0.016
Todos	Todas	32029	0.3(O ₃)	96.1	0.033
Todos	65+	25257	0.3(O ₃)	75.8	0.026
Respiratorias	Todas	4120	0.3(O ₃)	12.4	0.004
Circulatorias	Todas	20327	0.4(O ₃)	81.3	0.028
Circulatorias	65+	15648	0.8(O ₃)	125.2	0.043
Circulatorias	<65	4649	0.9(O ₃)	41.8	0.015

*Por cada incremento de 10 µg /m³





4. CONCLUSIONES

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo. Es conocido que la contaminación del aire es factor de riesgo para la salud de la población. El aumento de los niveles de contaminación del aire aumenta la carga de la morbilidad derivada de las enfermedades respiratorias y las circulatorias. Desde esta perspectiva, las directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire ofrecen una evaluación de los efectos sanitarios derivados de la contaminación del aire, así como de los niveles de contaminación perjudiciales para la salud. Según estimaciones de 2012, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 3 millones de defunciones prematuras. Se ha consensado que las políticas y las inversiones de apoyo a medios de transporte menos contaminantes, viviendas energéticamente eficientes, generación de electricidad y mejor gestión de residuos industriales y municipales permitirían reducir importantes fuentes de contaminación del aire en las ciudades. La mayoría de las fuentes de contaminación del aire exterior están más allá del control de las personas, y requieren medidas por parte de las ciudades, así como de las instancias normativas nacionales e internacionales en sectores tales como transporte, gestión de residuos energéticos, construcción y agricultura. Desde esta óptica, al Área Metropolitana del Valle de Aburrá ha financiado la realización de un estudio con el fin de estudiar tal probable asociación, la cual efectivamente se ha corroborado cuando se ha considerado desenlaces que refiere la literatura como relevantes especialmente en los menores de 5 años y en los mayores de 65 años. Se destacan los principales hallazgos. Se advierte que en la matriz anexa, para cada contaminante se presenta el grupo de edad y el evento que produjo el mayor indicador para cada municipio, en orden decreciente:





Municipio		Correlación de eventos mórbidos con el contaminante
		Enfermedad respiratoria
Envigado		Incremento de 43.3% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$ en un día.
Girardota		Por cada incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$ en el efecto acumulado en 15 días, hubo de un aumento del 37,2% en los casos de enfermedad respiratoria, en los menores de 5 años .
Caldas	$\text{PM}_{2.5}$	Incremento del 29,6% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$ en cada quince días a partir del momento de la toma de la medición.
Copacabana		Aumento del 33.8% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , cada quince días a partir del momento de la toma de la medición.
Bello	PM_{10}	Aumento del 33,5% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} , cada quince días a partir del momento de la toma de la medición.
La Estrella		Por cada incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} se presentó un aumento del 33.1% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años, cada quince días a partir del momento de la toma de la medición.
Envigado	O_3	Hubo un incremento de 38.8% en los casos de enfermedad respiratoria en los menores de 5 años asociado con un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en O_3 ajustado por el día de la semana.
		Enfermedad circulatoria
Medellín	$\text{PM}_{2.5}$	Tanto en hombres como en mujeres, de 65 y más años, los porcentajes de riesgo de enfermedad circulatoria fueron de 29.7% y 27.7% respectivamente. por cada incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$ hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, ajustando por las demás variables en el modelo.
	O_3	Tanto en hombres como en mujeres, de 65 y más años, los porcentajes de riesgo de enfermedad circulatoria fueron de 8.3% y 9.5% respectivamente. por cada incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en O_3 hasta el día 15 en las mediciones del contaminante en un día, ajustando por las demás variables en el modelo.
		Correlación de eventos mortales con el contaminante
Medellín		Hubo un incremento del 2.1% en el número de muertes por enfermedad respiratoria en todas las edades asociadas con un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} cada siete días a partir del momento de la toma de la medición, ajustado por el día de la semana.
	PM_{10}	El porcentaje de riesgo acumulado indicó que por cada 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de incremento de PM_{10} , se presentó un aumento en el riesgo de muerte por todos los eventos centinelas en las personas menores de 65 años de edad de 1.4%. Por cada 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de incremento de PM_{10} , se presentó un aumento en el número de muertes por enfermedad circulatoria en las personas menores de 65 años del 1.2% .







5. REFERENCIAS

1. Organización Panamericana de la Salud OPS. Contaminación Américas 2005.
2. Forouzanfar MH, Afshin A, Alexander LT, Biryukov S, Brauer M, Cercy K, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016;
3. Santos Calderón JM, Murillo LG, De Ambiente M, Sostenible D, Alberto C, López B, et al. Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2011 – 2015 Producción técnica y editorial.
4. López-Villarrubia E, Ballester F, Iñiguez C, Peral N. Air pollution and mortality in the Canary Islands: A time-series analysis. *Environ Heal A Glob Access Sci Source*. 2010;
5. Oliveira MS de, Leon AP de, Mattos IE, Koifman S. Differential susceptibility according to gender in the association between air pollution and mortality from respiratory diseases. *Cad Saude Publica* [Internet]. 2011;27(9):1827–36. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2011000900016&lng=en&tlng=en
6. Goggins WB, Chan EY, Yang C, Chong M. Associations between mortality and meteorological and pollutant variables during the cool season in two Asian cities with sub-tropical climates: Hong Kong and Taipei. *Environ Heal A Glob Access Sci Source* [Internet]. 2013;12(1):1. Disponible en: Environmental Health
7. Cao J, Xu H, Xu Q, Chen B, Kan H. Fine particulate matter constituents and cardiopulmonary mortality in a heavily polluted Chinese city. *Environ Health Perspect*. 2012;120(3):373–8.
8. Camilo Blanco-Becerra L, Miranda-Soberanis V, Hernandez-Cadena L, Barraza-Villarreal A, Junger W, Hurtado-Diaz M, et al. Effect of particulate matter less than 10 μ m (PM10) on mortality in Bogota, Colombia: a time-series analysis, 1998-2006. *Salud Publica Mex*. 2014;56(4):363–70.
9. Instituto de Hidrología M y EA– I. Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia 2011 – 2015 [Internet]. Bogotá D.C; 2016. Disponible en: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023637/Informe_del_Estado_de_la_Calidad_del_Aire_en_Colombia_2011-2015_vfinal.pdf%0Ahttp://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-imageviewer.pl?biblionumber=38104
10. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas-DANE. Proyecciones de población [Internet]. 2018. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
11. 2013 M. Departamento Administrativo Nacional de Estadística Diseño – (DSO) Dirección de





Censos y Demografía (DCD) Ficha Metodológica Estadísticas Vitales – (EEVV). 2013;

12. Chapman P, Clinton J, Kerber R, Khabaza T, Reinartz T, Shearer C, et al. CRISP-DM -Cross-Industry Standard Process for Data Mining- 1.0 Step-by-step data mining guide. [Internet]. CRISP-DM Consortium. 2000. 76 p. Disponible en: <https://www.the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf>
13. Wood SN. Thin plate regression splines Duchon spline. J R Stat Soc B. 2003;65(1):95–114.
14. Muñoz F, Carvalho MS. Effect of exposure time to PM10 on emergency admissions for acute bronchitis. Cad Saude Publica. 2009;25(3):529–39.





11 Capítulo III

Efectos sobre la salud de episodios de contaminación atmosférica en el Área Metropolitana del Valle de Aburra, 2008- 2016.





12 INTRODUCCIÓN

Actualmente se cuenta con una amplia evidencia sobre los efectos negativos de la contaminación atmosférica en la salud de la población. Académicos independientes y organismos internacionales comprometidos con el análisis y monitoreo de dicha problemática, han proporcionado a este respecto una creciente literatura validada por expertos en epidemiología ambiental (1–5).

En el reciente estudio de la carga global de la enfermedad (6), se identificó al material particulado ($PM_{2.5}$) como el quinto factor de riesgo con mayor impacto en la mortalidad global. Se estimó que la contaminación del aire causó cerca de 4,2 millones de muertes, que representaron el 7,6% del total de muertes mundiales. Los reportes por países permitieron identificar a Colombia en el grupo de naciones en donde las muertes atribuidas a $PM_{2.5}$ representaron cerca del 5% de las muertes por todas las causas.

Se han documentado no sólo los efectos en mortalidad sino también el impacto de la contaminación del aire en movilidad y uso de servicios de urgencias y hospitalizaciones por enfermedades respiratorias, enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares (7,8). En años más recientes se han encontrado efectos de la exposición a material particulado de las maternas sobre partos prematuros y bajo peso al nacer (9–11).

Los estudios pioneros en esta materia se centraron en los episodios graves de contaminación ocurridos en Meuse Valley (Bélgica, 1930), Donora (Pennsylvania, 1948) y Londres (1952). La evidencia proporcionada por dichas investigaciones impulsaron, de manera excepcional, las investigaciones subsiguientes en esta área, sobre todo en las dos últimas décadas en que se han confirmado los efectos adversos no sólo de los niveles excepcionalmente altos sino incluso de niveles bajos de varios contaminantes atmosféricos (12,13).

Con base en los hallazgos de estos estudios, tempranamente se establecieron en Estados Unidos y Europa legislaciones que imponen límites a los niveles de emisiones de contaminantes criterio como PM_{10} , $PM_{2.5}$ y Ozono. La Organización Mundial de la Salud (OMS) también ha establecido niveles guías para dichos contaminantes (14). Pese a la generalizada adopción de legislaciones de este tipo en buena parte del mundo, los mayores logros en materia de contención de las emisiones se han observado casi exclusivamente en los países del norte, manteniéndose vigente dicha problemática en países del tercer mundo.

En años recientes se han evidenciado situaciones excepcionales de contaminación atmosférica en países de Asia, África y América Latina. Aunque con menor frecuencia, también en países de Europa se ha observado recientemente la irrupción de niveles altos de contaminación. Esto explica, en buena parte, que uno de los focos de investigación en esta área siga siendo los efectos agudos en morbilidad y mortalidad debido a exposiciones de corto plazo a contaminantes criterio, estrechamente relacionados con los episodios de contaminación atmosférica, entendidos como los períodos en los cuales la contaminación alcanza niveles extremadamente altos.

Aunque el concepto de episodio de contaminación remite al desbordamiento de valores límites de protección para la salud humana, lo cierto es que entre los analistas no hay un consenso respecto a la forma estándar de medir su intensidad. En su estudio de Santiago de Chile, Alvarado (15) analiza





el episodio en contraste con los niveles estipulados por la autoridad nacional ambiental para el material particulado, asumiendo como tal los días en que las concentraciones alcanzaron las categorías de preemergencia o emergencia correspondientes a los niveles superiores a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} diarios. En relación con la guía de la OMS, dicho valor representaría 4,8 veces el nivel diario permisible ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y 1,6 veces el valor límite del objetivo intermedio 1 ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Para el caso de Corea, Kim et al (16) definen la intensidad del episodio de contaminación atmosférica a partir de concentraciones diarias de $\text{PM}_{2.5}$ superiores a $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir 2,6 veces el nivel permisible de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido por la OMS. Para el contexto de Asia esos niveles de referencia parecen razonables; sin embargo, para China los estudios de Zhou et al (17) y de Zhang et al (18), establecen valores de referencia un tanto más altos. Ambas investigaciones definen la intensidad del episodio con base en concentraciones diarias de $\text{PM}_{2.5}$ que exceden $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cuatro veces el nivel permisible y 1,3 veces el límite del objetivo intermedio 1 ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) de la OMS(14).

En otras investigaciones se han estudiado episodios de contaminación relacionados con niveles excepcionales de contaminantes diferentes al material particulado. Para el caso de Londres, Anderson y colaboradores (19) asumieron el episodio de acuerdo con los días en que las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO_2) excedieron la directriz de OMS de una media horaria de 200 ppb. Para la misma ciudad, Peters et al (20) estudiaron las concentraciones de dióxido de azufre (SO_2) superiores a los niveles de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jonsson et al (21), para el caso de Estocolmo analizaron las concentraciones de Ozono (O_3) que excedían el valor del objetivo 1 de la OMS de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ máxima diaria de 8 horas.

No todos los estudios sobre episodios atmosféricos han tomado como referencia los valores límites establecidos por la OMS dado que algunos han asumido como referencia los niveles establecidos por la legislación de los países respectivos. Es el caso ya citado de Alvarado (15) y el de Elliot et al (22), quienes trabajaron en Inglaterra con niveles superiores a 7 en la escala de 1 a 10 del Índice de Calidad del Aire diario estimado por la autoridad ambiental de dicho país. Song et al (23) en su estudio para el norte de China utilizaron mediciones de PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ y O_3 que exceden los valores de referencia establecidos en la legislación de dicho país.

Pese al carácter disímil de la intensidad adoptada en la definición del episodio de contaminación, Anderson (13) sugiere adaptarse a los niveles de tolerancia definidos por la OMS o por la autoridad ambiental del nivel local. En ese sentido, a partir de su propia revisión de la literatura deja ver que buena parte de este tipo estudios asumen la ocurrencia de episodios a partir de niveles de contaminación que representan más de tres veces los niveles permitidos por la OMS o la legislación en cada país.

La falta de consenso entre los expertos no sólo se refiere a la intensidad sino también a la extensión de los episodios de contaminación. Sólo tres de los estudios citados hacen explícitas las consideraciones al respecto, definiendo como episodio de contaminación el período de tres (3) o más días consecutivos con niveles de concentración del contaminante por encima del valor de referencia adoptado (16,18,20). Los demás estudios asumen esta consideración de manera implícita, pues en ninguno de ellos la extensión de los episodios analizados fue inferior a tres días.

Con base en lo señalado por la literatura internacional, en este estudio se asume como episodio de contaminación atmosférica aquel período de tres o más días consecutivos en los que las





concentraciones diarias de PM₁₀, PM_{2.5} y O₃ exceden el umbral de tres (3) veces los valores límite correspondiente a los recomendados por la guía de la OMS.

La autoridad ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburra asume explícitamente el concepto de episodio crítico, definiéndolo en términos de “concentraciones de contaminantes que por sus valores y tiempos de exposición ameritan la declaratoria de una alerta y que deben entenderse como una afectación a la salud de la población y al ambiente mismo” (24). Se trata de niveles de alerta que por sí mismos no son asimilables a episodios de contaminación pero cuyos valores críticos, así como los de la guía de la OMS y la norma Nacional, pudieran tomarse como referencia para el análisis de episodios de contaminación propiamente dichos.

En Colombia, particularmente en las ciudades de Bogotá y Medellín, se han registrado recientemente niveles de contaminación que pudieran asimilarse a episodios de contaminación atmosférica, los cuales no han sido documentados o analizados en función de sus impactos en la salud de la población. En el caso de algunos municipios del Valle de Aburra, las concentraciones diarias de material particulado en semanas puntuales del primer semestre de los tres últimos años parecieran estar indicando la ocurrencia de episodios intensos de contaminación.

En este informe se busca explorar los efectos adversos en salud que pudieran estar asociados a los episodios de contaminación atmosférica ocurridos en el Área Metropolitana del Valle de Aburra en el período 2008-2016. Inicialmente se estableció la ocurrencia, la extensión, intensidad y características de los episodios, posteriormente se exploró la asociación de los excesos diarios de contaminación con los eventuales excesos en los casos diarios de eventos centinela en defunciones, morbilidad y servicios de urgencias. Todos ellos relacionados con la población vulnerable de 65 y más años y menores de 5 años atendida en la red local prestadora de servicios de salud.





1. OBJETIVOS

1.1 General

Estimar los efectos de la contaminación del aire sobre eventos centinela de morbilidad y mortalidad durante los episodios atmosféricos en el Área Metropolitana de Valle de Aburrá, 2009-2016.

1.2 Específicos

- Identificar la magnitud e intensidad de los episodios de contaminación por PM_{10} y $PM_{2.5}$ en los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2009-2016.
- Establecer la relación entre material particulado y eventos centinela de morbilidad y mortalidad durante los episodios atmosféricos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2009-2016.
- Estimar la asociación entre material particulado y eventos centinela de morbilidad y mortalidad ajustada según variables atmosféricas durante los episodios de contaminación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2009-2016.





2. METODOLOGÍA

Según lo observado en la **Tabla 252**, los límites de permisividad diaria de PM₁₀ y PM_{2.5} adoptados por las autoridades nacionales (25) son el doble de los valores sugeridos en la guía de la OMS. No obstante, dicha Resolución contempla niveles diarios más restrictivos para estos dos contaminantes a partir de julio de 2018, así: 75 µg/m³ para PM₁₀ y 37 µg/m³ para PM_{2.5}. Respecto del nivel de Ozono (O₃), la norma nacional asume límites similares a los de la OMS.

Tabla 252. Niveles permisibles de contaminantes criterio según OMS y Minambiente

Referencias	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2.5} (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)
	24 horas	24 horas	8 horas
Guía OMS de 2006	50	25	100
Resolución 2254/2017	100	50	100

Conforme a los niveles de contingencia atmosférica fijados por la autoridad ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburra-AMVA (**Tabla 253**), los valores de alerta naranja de PM₁₀ estarían por encima de los valores límites estipulados por la OMS y la norma nacional. Algo similar se registra con los valores horarios de O₃ en relación con los establecidos en la norma nacional. Sólo en relación con PM_{2.5}, los valores de alerta naranja establecidos por la autoridad local resultan bastante más restrictivos que la norma nacional, manteniéndose en todo caso por encima de los niveles permisibles de la OMS.

Tabla 253. Niveles de alertas según Acuerdo Metropolitano No 15 de 2016-AMVA

Contaminante (µg/m ³)	Alerta naranja	Alerta roja FI y FII*	Emergencia
PM ₁₀ -24 horas	155 – 254	255 – 354	>= 355
PM _{2.5} -24 horas	35,5 – 55,4	55,5 – 150,4	>= 150,5
O ₃ -1 hora	246 – 323	324 – 401	>= 402

*Los valores incluyen las dos fases de alerta: Fase I y Fase II (FI y F II)

De acuerdo a lo señalado anteriormente, el equipo de investigación en el presente estudio, ha asumido como concepto de episodio de contaminación del aire la métrica de tres veces los valores guía de la OMS; se definen así los siguientes niveles críticos de contaminación: PM₁₀ > 150 µg/m³; PM_{2.5} > 75 µg/m³; O₃ > 300 µg/m³.

Para los casos de PM₁₀ y PM_{2.5}, dichos niveles corresponden con los valores estipulados en los objetivos intermedios 1 de la OMS para cada uno de los mismos; el de ozono estaría por encima de los 240 µg/m³ establecido como niveles altos por este mismo organismo internacional. Para PM₁₀ y O₃, los valores asumidos están en los rangos de alerta naranja definidos por el Acuerdo del AMVA, mientras que el valor de PM_{2.5} se ubica en el rango de alerta roja-Fase I definido en el mismo Acuerdo.

La información de concentraciones diarias de los tres contaminantes, así como la relacionada con la serie de datos diarios de condiciones atmosféricas, se tomó de los reportes proporcionados por la Red de Monitoreo de calidad del aire del Valle de Aburrá. Estas series de datos fueron objeto de imputaciones de valores faltantes y ensamblajes de las mediciones en las diferentes torres medidoras de cada municipio del AMVA, de modo que en cada uno de ellos se obtuvo una única





medición de los contaminantes y las variables atmosféricas³⁴. Con ello se parte del supuesto de que la población de cada municipio está igualmente expuesta a dichos contaminantes.

La información del número de casos diarios de morbilidad y consultas de urgencias en cada uno de los 10 municipios, proviene de los Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud (RIPS) proporcionados por la Secretaría de Salud de Medellín. Los datos de defunciones se tomaron del cubo del SISPRO y fueron objeto de ajustes por sub-registro mediante el método de Cole-Preston. Se contó con datos consolidados para el año 2015. Los reportes de 2016 son aún preliminares y adolecen de la estimación del sub-registro³⁵.

A partir de la disponibilidad de información relevante, la revisión de la literatura y la consulta de expertos en epidemiología ambiental, en el análisis se privilegiaron los siguientes eventos centinela: infección respiratoria aguda, asma, neumonía, EPOC e infarto agudo de miocardio.

2.1 Análisis estadístico

Para los tres contaminantes en mención, en primera instancia se identificó en cada uno de los 10 municipios del AMVA, período 2008-2016, los días en los cuales las concentraciones de dichos contaminantes excedieron los valores predefinidos: 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM_{10} ; 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para $\text{PM}_{2.5}$; 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para O_3 . Con el fin de establecer los correspondientes episodios, se constató que los excesos identificados se presentaron en tres o más días consecutivos. Este nivel de análisis supuso no sólo el conteo sino también la inspección gráfica de las series de tiempo de los datos observados junto con los valores umbrales ya referenciados.

Una vez identificados los episodios y el número de días comprometidos en dichos eventos, se calcularon las estadísticas de resumen pertinentes de las concentraciones diarias de los contaminantes involucrados, correspondientes a tres momentos claramente definidos: el período del episodio, la semana previa y la semana posterior al mismo. Además de las tablas respectivas, se graficaron las series de tiempo de cada contaminante en el periodo completo que agrega los tres momentos antes señalados.

La inspección de los gráficos y las tablas correspondientes permitieron identificar el valor más alto del epicentro del episodio, que se presume como momento de quiebre estructural de la tendencia en la concentración del contaminante respectivo. Se estableció tanto el cambio de nivel como el de tendencia en la concentración del contaminante. Para el análisis de tendencia se asumieron dos tramos en la serie del contaminante del período de tres semanas: el primer tramo correspondiente al día uno de la semana previa hasta el día con concentración más alta del centro del episodio; el segundo tramo arrancó en ese día de concentración máxima hasta el último día de la semana posterior al episodio.

El quiebre de tendencia en el día de máxima concentración del contaminante se inspeccionó con el Test de Chow de cambio estructural (26). Sus resultados se contrastaron con la prueba no paramétrica de Mann-Whitney de diferencias de medianas y el estimador de la pendiente de Sen (27). La prueba no paramétrica dio señales del cambio de nivel del contaminante y el segundo del

³⁴ Para ampliación de estas consideraciones metodológicas, remitirse al informe de análisis de tendencia de la contaminación del Valle de Aburrá.

³⁵ Para ampliación de estas consideraciones metodológicas, remitirse al capítulo I de morbi-mortalidad por eventos centinela relacionada con la contaminación atmosférica en el Valle de Aburrá 2008-2015.





comportamiento creciente o decreciente de las concentraciones diarias de los contaminantes en los tramos de series analizados, con su respectiva significación estadística del 5%.

Para explorar los eventuales efectos adversos en salud de los episodios de contaminación identificados, se planteó en primera instancia un análisis descriptivo de la serie de casos diarios de defunciones, enfermedad y uso de servicios de salud en los eventos de interés, estableciendo para el período de episodio, la semana previa y la semana posterior las medidas de tendencia central y de dispersión.

Posteriormente se aplicó el análisis simple de serie temporal interrumpida, estableciendo el cambio estructural en las tendencias de los dos tramos de la serie de casos de interés: tramo inicial hasta el punto de quiebre del episodio y tramo subsiguiente hasta el final de la semana posterior al episodio. Para esos efectos se aplicaron las pruebas no paramétricas de Mann Kendall para el comportamiento de los eventos de interés, así como la correlación de Spearman entre estos y el contaminante respectivo.

Los análisis previos permitieron establecer la eventual presencia de efectos del respectivo contaminante sobre los casos diarios de uso de servicios, de morbilidad y/o mortalidad. Sin embargo, dicho análisis fue insuficiente para establecer la magnitud del efecto; por lo tanto, en la perspectiva de un estudio ecológico de series de tiempo que asume el día como unidad de análisis (apropiado para la investigación de eventos agudos), para una ventana de observación de tres meses (de febrero a abril) se ajustaron modelos aditivos generalizados (GAM, por sus iniciales en inglés) de Poisson con función de enlace logarítmica, admitiéndose como variable respuesta, el número de casos diarios de defunciones, enfermos y urgencias por algunas causas centinela, para los siguientes grupos más vulnerables a los efectos de la contaminación del aire: niños menores de 5 años y adultos con 65 y más años.

Los GAM admiten una relación no lineal de las covariables con el evento en salud de interés, para lo cual se adoptaron funciones de suavización de tipo splines. En este estudio se aplicó la técnica “Thin plate regression splines”, ampliamente utilizada por los expertos en la investigación ambiental (Wood, 2017; Wood, 2003). Conforme con la información disponible en los municipios donde se identificó la ocurrencia de episodios de contaminación, se ajustaron inicialmente modelos básicos de regresión de Poisson con los factores “Días de la semana” (códigos de 0 a 6 iniciando con el día domingo como referente), “Días de fiesta” (código 1 si el día era festivo y 0 en caso contrario), “Días de brote de influenza” (código 1 si en el día considerado se presentó algún bote de influenza y 0 para el caso contrario), “Días feriados” (código 1 si el día era feriado y 0 en caso contrario) y las covariables “Precipitación”, “Temperatura” y “Humedad relativa”.

Debido a que las observaciones se tomaron en la misma población para un período de tiempo relativamente corto, no se requirió la incorporación de otras variables de confusión del nivel individual. En ese sentido se evitó la influencia distorsionante de la edad, el sexo, la educación, el nivel socioeconómico y los hábitos poco saludables como el consumo de tabaco y de alcohol, entre otros.

Dado que la literatura informa de eventuales períodos de latencia del evento en salud asumido como variable respuesta, se exploraron los efectos del contaminante bajo el modelo de rezago único (0 a 7) y el modelo de rezagos distribuidos (0:3, 0:7 y 0:15) según Peng y Dominici (28). Se ha explorado igualmente el efecto del contaminante transformado en variable categórica: “Día de episodio” (código 1 si se presentó el episodio y 0 en caso contrario) y “Quintiles del contaminante” (Códigos de 0 a 4 iniciando con el quintil más bajo como referente). Dado el interés en la estimación de los parámetros asociados al contaminante, este se ha incorporado a los GAM sin función de suavizado.

El modelo base fue construido incorporando uno a uno los factores y las covariables suavizadas, atendiendo al aporte individual en la capacidad explicatoria del modelo y la significación estadística de cada una de ellas, con valor de referencia no superior al 10%. Posteriormente, bajo la perspectiva de modelo de contaminante único, se incorporaron por separado cada uno de los contaminantes. Pese al carácter explicativo y no predictivo de estos modelos, la bondad de ajuste se inspeccionó a partir del histograma de residuales y el gráfico de dispersión de dichos residuales.





Además de los gráficos anteriores y el correspondiente a la curva de suavizado de las covariables, se reportaron el pseudo coeficiente de determinación de McFadell, la Deviance explicada y la estimación del Riesgo Relativo (RR) con su respectivo intervalo de confianza de 95% (IC95%). Se ha estimado el efecto de interés en términos de las variaciones porcentuales de los casos de urgencias, enfermos y defunciones asociadas a un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el contaminante analizado.

Los códigos en lenguaje R de los modelos de eventos centinela de Urgencias, Morbilidad y Mortalidad se detallan en el **Anexo 7**.





3. RESULTADOS

En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, según los niveles episódicos asumidos para los contaminantes criterio, sólo se registraron episodios de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en los municipios de Medellín y Girardota en el período 2008-2016. En Medellín se identificó un episodio de PM_{10} que se extendió desde el 9 al 14 de Marzo de 2016, en este mismo año la ciudad padeció dos episodios consecutivos de $PM_{2.5}$; el primero de ellos desde el 8 al 17 de Marzo y el segundo desde el 27 al 30 del mismo mes. Para el año 2015, Medellín ya había registrado dos episodios del mismo contaminante $PM_{2.5}$: del 15 al 18 de Marzo y del 25 al 28 del mismo mes. En Girardota sólo se identificó un episodio de $PM_{2.5}$, ocurrido entre el 9 y 16 de Marzo de 2016.

Es importante destacar que en ambos municipios y para los dos indicadores de material particulado, los episodios se presentaron en el mes de marzo. Los episodios consecutivos de $PM_{2.5}$ observados en Medellín en los años 2015 y 2016, se presentaron en ese mismo mes con una diferencia de sólo 6 y 9 días entre uno y otro. Esta circunstancia, sugiere un efecto estacionario que merece un análisis del comportamiento de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en una perspectiva de largo plazo.

Para estos efectos se exploró el comportamiento de los datos de ambos contaminantes en la ciudad de Medellín, dejándose de lado lo sucedido en Girardota debido a que la serie de $PM_{2.5}$ en este municipio sólo estuvo disponible de Septiembre de 2015 a Diciembre de 2016. Asumiendo promedios mensuales para el período 2009-2016, en la ciudad de Medellín las concentraciones de PM_{10} aumentaron mensualmente en 0,65%. Las concentraciones de $PM_{2.5}$, por su parte, variaron a una tasa sensiblemente mayor: 1,14% promedio mensual.

Según se observa en la **Figura 87**, la descomposición de la serie de ambos contaminantes reveló un componente estacional marcado³⁶. Para el caso de $PM_{2.5}$, el índice de variación estacional más alto se presentó en el mes de Marzo de cada año, con un incremento del 21,5% en relación con la tendencia secular de dicho contaminante; entre tanto, el índice estacional más bajo se registró en el mes de Junio con un descenso del 16%. Lo propio se confirmó para PM_{10} , cuyo índice aumentó en 11,9% en el mes de Febrero, seguido del 10,7% en Marzo. El índice más bajo se observó en el mes de junio con descenso del 8,2% respecto de la tendencia a largo plazo.

³⁶ La descomposición de la serie mensual de $PM_{2.5}$ y PM_{10} se hizo mediante medias móviles de orden 12 y asumiendo un esquema de agregación multiplicativo.



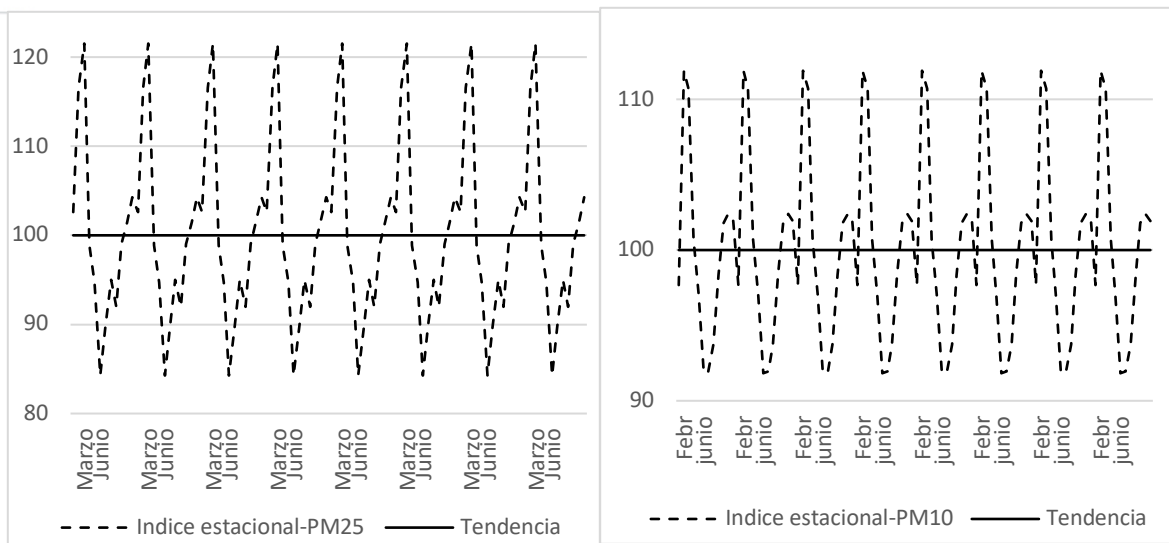


Figura 87. Índice estacional de los promedios mensuales de $PM_{2.5}$ y PM_{10} en Medellín, 2009-2016

3.1 Episodio de contaminación atmosférica en Girardota

Las características del episodio de $PM_{2.5}$ ocurrido en Girardota en el año 2016 se exponen en la **Figura 88 y Tabla 254**. Los niveles de $PM_{2.5}$ alcanzaron un máximo de $99,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que contrasta con lo observado en la semana previa y la semana posterior. El promedio diario de $PM_{2.5}$ durante los 8 días del episodio fue de $88,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sensiblemente superior a los $53,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de los siete días previos, los $40,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de los siete días que siguieron a dicho evento y los $24,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diarios del año Enero-Diciembre de 2016.

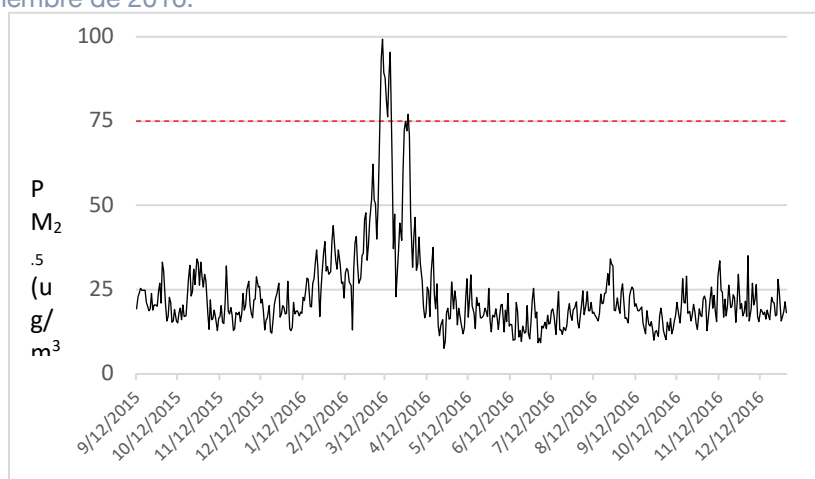


Figura 88. Evolución de los niveles de concentración diaria de $PM_{2.5}$ en Girardota, 2015-2016



Desde la semana previa hasta el nivel máximo observado durante el episodio, las concentraciones de PM_{2.5} registraron en este municipio una tendencia creciente con pendiente de 5,3 que indica el incremento diario de dicho contaminante. En el período subsiguiente la tendencia fue decreciente con pendiente de -5,4 es decir con una reducción diaria de esa magnitud en el comportamiento de PM_{2.5}.

Tabla 254. Concentración, dispersión y comportamiento tendencial de los niveles diarios de PM2.5 en el episodio de contaminación en Girardota, 2016.

Episodio 2016 (Marzo 9 a marzo 16)	Concentración de PM _{2.5} (µg/m ³)		
	Semana previa	Episodio	Semana posterior
Mínimo	40,0	76,3	22,9
Máximo	66,5	99,3	63,2
Mediana	51,6	88,8	37,1
Media	53,2	88,9	40,3
Desviación E	8,7	7,5	13,1
Valor P de Mann-Whitney (*)	0,000		0,000
Pendiente de Sen (**)	5,3		-5,7
IC95%	(5,0; 5,3)		(-5,8; -5,4)

(*) Prueba no paramétrica de diferencias de medianas. (**) Período inicial desde una semana antes hasta el nivel central más alto del episodio; período final desde este valor más alto hasta el final de la semana posterior al episodio.

Los expertos coinciden en que este tipo de episodios de contaminación estaría estrechamente relacionado con las condiciones topográficas que caracterizan al Valle de Aburrá, las cuales en asocio con fenómenos de orden meteorológicos harían más difícil la dispersión del material particulado.

En el municipio de Girardota, los datos del trimestre Febrero-Abril de 2016 mostraron que las mayores concentraciones de PM_{2.5} estuvieron asociadas a menores niveles de precipitación (CC= -0,246) y humedad relativa (CC= -0,364), así como a mayores grados de temperatura (CC= 0,286)³⁷. De hecho, el episodio estuvo precedido de una semana con bajos niveles de precipitación, seguido de siete días en los cuales dicha precipitación alcanzó niveles superiores a dos veces lo observado en los ocho días del episodio.

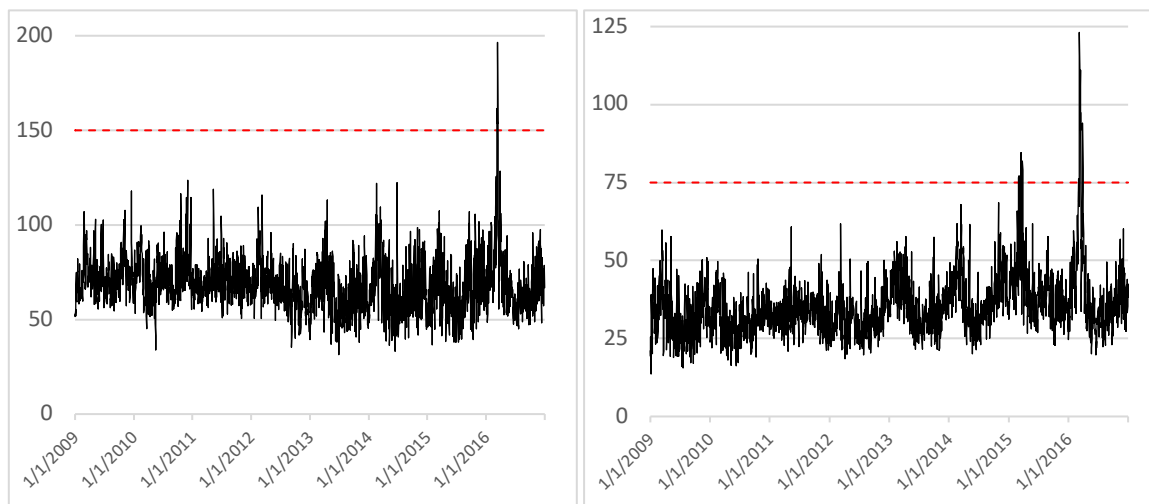
Cabe destacar que las condiciones topográficas y meteorológicas coadyuvan en la emergencia del episodio, pero su núcleo problemático continúa siendo la exacerbación de emisiones de material particulado procedente de fuentes fijas del cinturón industrial del municipio y fuentes móviles de tráfico pesado del complejo vial aledaño al mismo.

³⁷ CC: Coeficiente de Correlación de Spearman con 5% de significación estadística.



3.2 Episodios de contaminación atmosférica en Medellín

En la ciudad de Medellín se presentaron en el mes de Marzo de 2016 dos episodios de $PM_{2.5}$ y uno de PM_{10} . Este último, ocurrido entre los días 9 y 14, se presentó de manera simultánea con el primero de $PM_{2.5}$ de los días 8 a 14 del mismo mes. Del 15 al 18 y del 25 al 28 del mes de Marzo de 2015, en la ciudad ya se habían presentado dos episodios de $PM_{2.5}$ (Figura 89).



(a) Concentraciones diarias de PM_{10}
Concentraciones diarias de $PM_{2.5}$

(b)

Figura 89. Evolución de los niveles de concentración diaria de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en Medellín, 2009-2016

En la **Tabla 255** se presentan las características básicas del episodio de PM_{10} de 2016. Durante dicho episodio, las concentraciones diarias de este material particulado registraron niveles máximo de $196,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y un promedio de $175,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, significativamente por encima de los promedios observados en la semana previa ($108,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), la semana posterior ($99,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y de Enero a Diciembre de 2016 ($71,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Las concentraciones de PM_{10} durante la semana previa hasta el nivel máximo del episodio registraron una tendencia creciente con pendiente de $7,0$ (incremento diario). Después de alcanzar ese nivel máximo, ésta fue marcadamente decreciente, con reducciones diarias de $16,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Tabla 255. Concentración, dispersión y comportamiento tendencial de los niveles diarios de PM₁₀ en el episodio de contaminación de 2016-Medellín.

Episodio de 2016 (Marzo 9 a marzo 14)	Concentración de PM ₁₀ (µg/m ³)		
	Semana previa	Episodio	Semana posterior
Mínimo	78,9	153,4	55,7
Máximo	125,6	196,4	144,6
Mediana	109,0	174,9	94,5
Media	108,3	175,3	99,6
Desviación E	14,4	19,3	32,8
Valor P de Mann-Whitney	0,001		0,001
Pendiente de Sen	7,0		-16,5
IC95%	(6,2; 7,3)		(-16,6, -15,8)



Tabla 256. Concentración, dispersión y comportamiento tendencial de los niveles diarios de PM_{2.5} en los dos episodios de contaminación de 2016, Medellín

Episodio 1 de 2016 (Marzo 8 a marzo 17)	Concentración de PM _{2.5} (µg/m ³)		
	Semana previa	Episodio	Semana posterior
Mínimo	61,1	76,6	33,6
Máximo	76,1	123,1	56,6
Mediana	68,7	102,2	51,4
Media	68,4	101,8	48,7
Desviación E	5,0	12,5	8,4
Valor P de Mann-Whitney (*)	0,000		0,000
Pendiente de Sen (**)	4,3		-6,3
IC95%	(4,0; 4,6)		(-6,7; -5,9)
Episodio 2 de 2016 (Marzo 27 a marzo 30)			
Mínimo	33,7	75,5	49,1
Máximo	71,6	94,0	64,8
Mediana	51,4	86,6	57,6
Media	51,6	85,7	56,2
Desviación E	12,4	9,5	5,6
Valor P de Mann-Whitney	0,006		0,006
Pendiente de Sen	6,7		-5,2
IC95%	(6,2; 7,0)		(-5,3; -5,1)

Como se ha mencionado anteriormente, además del episodio de PM₁₀, en marzo de 2016 la ciudad de Medellín registró dos episodios de PM_{2.5}. Entre estos últimos se establecieron características diferenciales bien marcadas (Tabla 256). Comparado con el segundo episodio de PM_{2.5}, el primero de ellos fue no sólo más extenso sino también más grave en cuanto a las altas concentraciones alcanzadas por este contaminante. Por el efecto que pudiera tener sobre los resultados sanitarios en la población de la ciudad, no sobra resaltar que el primer episodio de 10 días de duración representó más de dos veces la extensión observada por el segundo de ellos.

Adicionalmente, el nivel más alto de concentración de PM_{2.5} en el primer episodio (123,1 µg/m³) superó ampliamente el máximo nivel registrado por este contaminante durante el segundo episodio (94,0 µg/m³), lo cual se refleja igualmente en los niveles diferenciales en los promedios diarios de este contaminante en uno y otro episodio (101,8 µg/m³ vs 85,7 µg/m³), sensiblemente superior al promedio diario del año Enero-Diciembre de 2016 (40,0 µg/m³).

En el periodo completo de la semana previa y el punto más alto de ambos episodios, los niveles de PM_{2.5} registraron una fuerte tendencia al crecimiento, con pendientes de 4,3 para el primero y 6,7 para el segundo. El quiebre estructural de estas tendencias se evidenció en el acentuado descenso de las concentraciones diarias de este contaminante luego de haber alcanzado sus niveles más elevados, con pendientes de -6,3 en el primero y -5,2 en el segundo.

La Tabla 257 registra los datos relevantes de los dos episodios de PM_{2.5} ya referenciados para la ciudad de Medellín en el año 2015. Es necesario retomar los datos expresados en la Tabla 256 y la Figura 89 para reiterar que comparados con los de 2016, los episodios de 2015 fueron mucho menos acentuados en términos de extensión e intensidad de las concentraciones diarias.

En este caso, los niveles máximos del contaminante fueron de 84,6 µg/m³ en el primero y 81,8 µg/m³ en el segundo episodio. En su orden, los promedios diarios alcanzaron 80,4 µg/m³ y 78,2



$\mu\text{g}/\text{m}^3$, por encima no sólo de los promedios correspondientes a la semana previa y la semana posterior sino también del promedio diario de Enero a Diciembre de 2015 ($40,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En uno y otro episodio, el ritmo de crecimiento diario de $\text{PM}_{2,5}$ hasta el nivel más alto fue de $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Para ambos se reduce posteriormente en $-5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $-4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diarios respectivamente. En la ciudad de Medellín, tanto como en Girardota, las características topográficas y las condiciones atmosféricas en los meses de Marzo no permiten la dispersión del material particulado. En los periodos de episodios de contaminación del aire, los dos municipios compartieron en buena medida las condiciones ya señaladas en temperatura, humedad relativa y precipitación.

No obstante, Medellín supera a Girardota en lo que respecta a los registros de la contaminación del aire. Su urbanización acelerada y sobre todo el crecimiento inusitado del parque automotor están en la base de la exacerbación de las concentraciones de material particulado.

Según datos divulgados en prensa local por la autoridad ambiental, en esta ciudad la tasa de motorización se incrementó en los últimos 10 años de 50 a 350 por cada 1.000 habitantes. En ese mismo período el crecimiento del número de automotores ha sido tan acentuado que actualmente se registra cerca de un vehículo por cada tres habitantes. A esto se agrega las emisiones procedentes de fuentes fijas de establecimientos industriales y la dinámica de las obras civiles y la construcción de soluciones habitacionales.



Tabla 257. Concentración, dispersión y comportamiento tendencial de los niveles diarios de PM_{2.5} en los dos episodios de contaminación de 2015, Medellín.

Episodio 1 de 2015 (Marzo 15 a marzo 18)	Concentración de PM _{2.5} (µg/m ³)		
	Semana previa	Episodio	Semana posterior
Mínimo	43,6	75,5	33,0
Máximo	70,3	84,6	55,9
Mediana	48,3	80,9	47,4
Media	53,6	80,4	46,5
Desviación E	11,1	4,3	7,8
Valor P de Mann-Whitney (*)	0,006		0,006
Pendiente de Sen (**)	4,4		-5,2
IC95%	(4,3; 4,5)		(-5,6; -5,1)
Episodio 2 de 2015 (Marzo 25 a marzo 28)			
Mínimo	33,0	76,0	29,4
Máximo	55,9	81,8	58,6
Mediana	47,4	77,6	49,9
Media	46,5	78,2	48,9
Desviación E	7,8	2,8	9,6
Valor P de Mann-Whitney	0,006		0,006
Pendiente de Sen	4,3		-4,8
IC95%	(4,1; 5,0)		(-5,0; -4,5)

3.2.1 Efectos en la salud de los episodios de contaminación en Medellín

El conteo de casos de eventos centinela y su descripción en términos de media, mediana, máximos, mínimos y medidas de dispersión se detallaron en sección anterior de este informe. La exploración de los efectos del episodio de PM_{2.5} de Girardota en 2016, no arrojó resultados relevantes en ninguno de los eventos centinela, lo cual puede estar asociado al reducido tamaño de la población de referencia en este municipio: menores de 5 años y adultos con 65 y más años; también es importante considerar el efecto del mencionado sub-registro de los datos de morbilidad durante el año 2016. Ambas circunstancias pudieron haber forzado hacia abajo los registros o frecuencias de los eventos centinela.



En relación con lo anterior, conviene precisar que los resultados de 2015 reportados en este estudio se soportan en datos oficiales en salud ya consolidados, los cuales fueron objeto de revisiones de calidad por el grupo de investigación. Los resultados de 2016, en cambio, son reportes de datos preliminares con sensibles sub-registros de los eventos centinela. Debido a lo anterior sólo se detallan los hallazgos de 2015. Los correspondientes a 2016 se pueden observar en el **Anexo 8**.

Respecto a los episodios registrados en la ciudad de Medellín, sólo se reportan los hallazgos más relevantes de los efectos adversos en salud asociados con la exposición a PM_{10} y $PM_{2.5}$. En 2015 la exposición a $PM_{2.5}$ parece estar asociada a mayores riesgos de mortalidad por enfermedad respiratoria en todas las edades y en adultos con 65 y más años, enfermedad respiratoria, neumonía y asma en menores de 5 años, así como los infartos de miocardio en adultos con 65 y más años; también con los requerimientos de servicios de urgencias por infección respiratoria aguda y neumonía en menores de 5 años (**Anexo 8**).

Para el año 2016, la exposición a $PM_{2.5}$ mostró señales de impacto en Medellín dado los requerimientos de servicios de urgencias por infección respiratoria aguda en menores de 5 años, así como los diagnósticos de infección respiratoria y asma en menores de 5 años. En este mismo año 2016, la exposición al material particulado PM_{10} pareció estar asociada no sólo a los diagnósticos por asma e infección respiratoria en menores de 5 años, sino también a los servicios de urgencias derivados de esta última enfermedad en el mismo grupo poblacional (**Anexo 8**).

A manera de ilustración, dejando a un lado los eventos de interés, **Figura 90** sugiere para la ciudad de Medellín la relación de los diagnósticos de neumonía y los casos de urgencias por infección respiratoria en menores de cinco años con la ocurrencia de los episodios de $PM_{2.5}$ en 2015 (barras más oscuras). Al parecer, el efecto adverso en salud no se agotó de manera contemporánea en los días de ocurrencias de tales episodios, sino que se extendió a los días posteriores, lo cual sugiere un efecto de rezago de por lo menos 7 días (barras más claras). Dicho patrón de comportamiento hace relación con la historia natural de las enfermedades respiratorias, abordada en detalle en sección anterior de este documento.

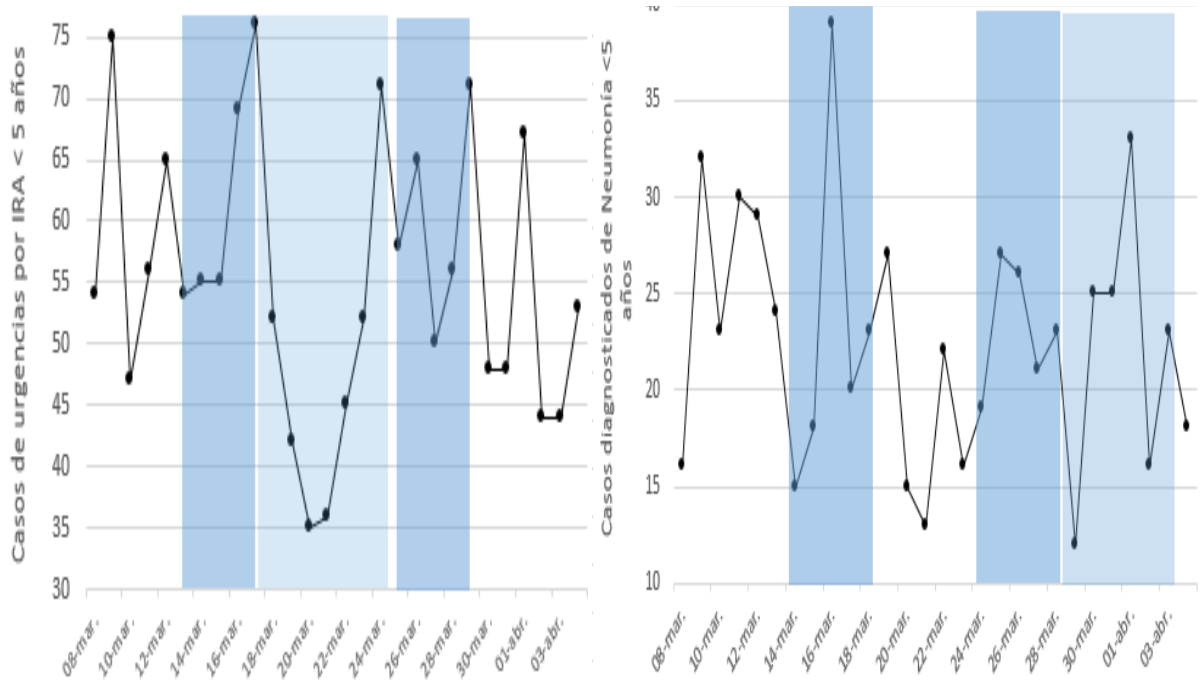


Figura 90. Evidencia del comportamiento de los diagnósticos de neumonía y casos de urgencias por IRA durante y después de los episodios de $PM_{2.5}$ en Medellín, 2015

Se

signos de los coeficientes de correlación, no son despreciables los valores relativamente altos de dicho indicador. En la perspectiva de la serie de tiempo interrumpida, cobra relevancia el quiebre observado en el comportamiento de los casos de urgencias en el contraste del antes-después de la ocurrencia del segundo episodio. Esto último se verifica con los signos del estadístico de Mann-Kendall en el primer episodio, dado en que el sentido de la no observancia del quiebre estructural de la tendencia obedece al efecto de rezago ya referenciado.

Los datos de la **Tabla 259**, correspondientes a los diagnósticos diarios de neumonía, ilustran de manera más fehaciente la asociación entre el episodio de contaminación del aire y el evento adverso en salud. Comparado con la semana previa y la semana posterior, en la cima del primer episodio se registran justamente los mayores casos de neumonía, con máximo de 39 y media de 25 casos. Los resultados de la prueba de Mann-Kendall, en la perspectiva de serie de tiempo interrumpida, confirma el quiebre de la tendencia de los casos de neumonía ante la ocurrencia de ese primer episodio de $PM_{2.5}$.





Tabla 258. Evolución de los casos de urgencias por infección respiratoria en menores de 5 años durante los episodios de PM_{2.5} en Medellín, 2015.

Episodio 1 de 2015 (Marzo 15 a marzo 18)	Casos de IRA en menores de 5 años		
	Semana previa	Episodio	Semana posterior
Mínimo	47	52	35
Máximo	75	76	71
Mediana	55	63	43,5
Media	58	62	46,8
Desviación E	9,2	11,4	13,4
Tau Mann-Kendall (*)	0,310		0,390
Valor P	0,176	-0,275	0,224
Correlación de Spearman			
Episodio 2 de 2015 (Marzo 25 a marzo 28)			
Mínimo	35	50	44
Máximo	71	65	71
Mediana	43,5	57	48
Media	46,8	57,3	53,6
Desviación E	13,4	6,2	11,0
Tau Mann-Kendall (*)	0,714		-0,286
Valor P	0,013		0,292
Correlación de Spearman		0,265	

El comportamiento de los casos de neumonía a lo largo del segundo episodio, pareciera contrario a lo señalado en el párrafo anterior, sobre todo si se atiende a lo sucedido en la semana posterior al mismo, en donde claramente se registró un pico que arrastró hacia arriba al promedio de casos de neumonía. En este sentido, son razonables los resultados de la prueba de Mann-Kendall que efectivamente no confirmaron el quiebre de tendencia esperado en los casos de dicha enfermedad. Pese a ello, es importante no perder de vista que justamente en el segundo episodio se registró el mayor coeficiente de correlación entre el contaminante y el evento adverso en salud. Por lo demás, en la parte derecha de la figura 4 se ha establecido la presencia de efectos de rezago del contaminante, que se expresó en un comportamiento creciente de los casos de neumonía en días posteriores a la ocurrencia del episodio.





Este primer acercamiento al análisis de los efectos de los episodios de $PM_{2.5}$ sobre eventos centinela en salud, deja de lado la concurrencia de otros factores o covariables moderadoras de los efectos de dicho contaminante. Por lo tanto, se reportan los resultados del análisis multivariado de series de tiempo en el trimestre de ocurrencia de los episodios. Los factores y covariables de ajuste del efecto de los contaminantes en cada GAM se registran al pie de cada tabla del **Anexo 8**.

Tabla 259. Evolución de los diagnósticos de neumonía en menores de 5 años durante los episodios de $PM_{2.5}$ en Medellín, 2015

Episodio 1 de 2015 (Marzo 15 a marzo 18)	Casos de neumonía en menores de 5 años		
	Semana previa	Episodio	Semana posterior
Mínimo	16	18	13
Máximo	32	39	27
Mediana	24	21,5	17,5
Media	24,1	25	18,7
Desviación E	6,7	9,6	5,2
Tau Mann-Kendall (*)	0,182		-0,389
Valor P	0,533	7,2	0,144
Correlación de Spearman			
Episodio 2 de 2015 (Marzo 25 a marzo 28)			
Mínimo	13	21	12
Máximo	27	27	33
Mediana	17,5	24,5	23
Media	18,7	24,3	21,7
Desviación E	5,2	2,8	7,0
Tau Mann-Kendall (*)	0,225		0,000
Valor P	0,369		1,000
Correlación de Spearman		30,7	

a. Casos de urgencias

A partir de los resultados del GAM reportados en la **Tabla 260**, para la ventana de observación Febrero-Abril de 2015 se establece la asociación positiva entre el material particulado $PM_{2.5}$ y las consultas de urgencia por infección respiratoria y neumonía en menores de 5 años. Según el modelo de rezago único, la mayor influencia del $PM_{2.5}$ sobre el primer motivo de urgencia se





registró durante el primer día, con RR de 1,004 (IC95% 1,002; 1,007), mostrando posteriormente un gradiente decreciente hasta el tercer día de rezago con RR de 1,001 (1,000-1,004). Para el modelo de rezago distribuido, el mayor efecto se acumula en el tramo de 0 a 7 días con RR de 1,006 (0,998-1,024).





Tabla 260. Incremento del riesgo de Urgencias por IRA y Neumonía en < 5 años por aumento diario de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$ durante los Episodios de 2015, Medellín

Rezagos	Urgencias por IRA < 5 años			Urgencias por Neumonía < 5 años		
	RR	IC95%	%R	RR	IC95%	%R
Lag 0	1,004	1,002-1,007	4,6	1,006	1,000-1,013	6,1
Lag 1	1,004	1,001-1,007	4,1	1,004	0,998-1,011	4,6
Lag 2	1,003	1,001-1,005	3,1	1,001	0,994-1,009	1,3
Lag 3	1,001	1,000-1,004	1,3	1,001	0,994-1,009	1,5
Lag 0:3	1,003	0,987-1,021	3,5	1,004	0,972-1,037	4,0
Lag 0:7	1,006	0,998-1,024	6,2	1,004	0,68-1,023	4,6
Lag 0:15	1,003	0,978-1,029	3,3	1,012	0,951-1,076	12,4

En lo que respecta a urgencias por neumonía en menores de 5 años, se evidenció un gradiente similar al anterior con RR de 1,006 (1,000-1,013) en el primer día de exposición hasta 1,001 (0,994-1,009) en el tercer día de rezago. El mayor efecto acumulado se presenta en el rezago distribuido de 0 a 15 días con RR de 1,012 (0,91-1,076). Mientras que para infección respiratoria un incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2.5}$ el primer día de exposición aumenta el riesgo en 4,6%, para el caso de neumonía dicho aumento es de 6,1%.

b. Casos de morbilidad

Según lo reportado, los resultados del GAM establecen una asociación entre la exposición a $\text{PM}_{2.5}$ y los diagnósticos de infección respiratoria aguda en menores de 5 años, con RR no superior a 1,003 (1,002-1,004) en modelo de rezago único y máximo RR de 1,007 (1,004-1,009) en rezago distribuido de 0 a 7 días. Esto supone que por un aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2.5}$, el riesgo se incrementa en 3,3% desde el primer día de exposición, mostrando posteriormente un gradiente decreciente. Los datos informan de un aumento en el riesgo de 6,7% luego de una exposición acumulada de 7 días.





Tabla 261. Incremento del riesgo de IRA y Neumonía diagnosticadas en < 5 años por aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$ durante los Episodios de 2015, Medellín

Rezagos	Diagnósticos de IRA < 5 años			Diagnósticos Neumonía < 5 años		
	RR	IC95%	%R	RR	IC95%	%R
Lag 0	1,003	1,002-1,004	3,3	1,005	1,002-1,009	5,5
Lag 1	1,003	1,002-1,004	3,4	1,005	1,001-1,009	5,3
Lag 2	1,003	1,002-1,004	2,8	1,005	1,001-1,009	5,2
Lag 3	1,002	1,001-1,003	2,3	1,003	0,999-1,007	3,5
Lag 0:3	1,003	1,002-1,004	3,5	1,006	1,003-1,009	6,3
Lag 0:7	1,007	1,004-1,009	6,7	1,006	1,003-1,010	6,7
Lag 0:15	1,006	1,004-1,007	5,7	1,009	1,006-1,012	9,7

En cuanto a los diagnósticos de neumonía en menores de 5 años, los resultados mostraron un RR relativamente estable de 1,005 (1,002-1,009) desde el primer día de rezago único. No obstante, para la exposición acumulada de 15 días en $\text{PM}_{2.5}$, el RR para esta enfermedad ascendió a 1,009 (1,006-1,012), lo cual supone un aumento en el riesgo de 9,7% por un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en dicho contaminante.

En el grupo de enfermedades respiratorias en menores de 5 años, el asma reportó los niveles más bajos de asociación con la exposición a $\text{PM}_{2.5}$, con RR no estadísticamente significativos cercanos a 1,001. Sin embargo, es de resaltar que para una exposición acumulada de 7 días, el RR de dicha enfermedad alcanzó de manera significativa el 1,004 (1,002-1,007), lo cual representa un aumento de 4,4% en el riesgo por un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$.

En la **Tabla 262** se presentan los resultados para los diagnósticos de infarto agudo de miocardio en mayores de 65 años. En este caso la asociación con $\text{PM}_{2.5}$ inició en niveles relativamente bajos y estadísticamente no significativos pero con una tendencia creciente en los días posteriores de rezago único. De manera significativa, la exposición acumulada de 7 días mostró un RR de 1,006 (1,003-1,009), es decir un aumento del 6,6% en el riesgo de esta enfermedad por un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$.





Tabla 262. Incremento del riesgo de Asma en < 5 años e infarto de Miocardio (IM) en > =65 años, por aumento diario de 10µg/m³ en PM_{2.5} durante los episodios de 2015, Medellín.

Rezagos	Diagnósticos de Asma < 5 años			Diagnósticos de IM > =65 años		
	RR	IC95%	%RR	RR	IC95%	%RR
Lag 0	1,001	0,999-1,004	1,3	1,001	0,996-1,007	1,4
Lag 1	1,001	0,999-1,004	1,4	1,001	0,996-1,007	1,1
Lag 2	1,001	0,999-1,003	0,8	1,000	0,995-1,006	1,0
Lag 3	1,001	0,999-1,003	0,7	1,003	0,997-1,008	2,9
Lag 0:3	1,002	0,994-1,009	1,7	1,003	0,994-1,011	2,6
Lag 0:7	1,004	1,002-1,007	4,4	1,006	1,003-1,009	6,6
Lag 0:15	1,002	1,002-1,004	1,9	1,001	0,969-1,035	1,2

a. Casos de defunciones

La **Tabla 263** describe los resultados más relevantes del GAM para mortalidad asociada a PM_{2.5}. Para enfermedad respiratoria en todas las edades y en adultos con 65 y más años, se destacó en primera instancia la ausencia de efectos más allá del primer día de rezago único y de 7 días de rezago distribuido (**Anexo 8**). Adicionalmente sobresale el hecho de que los efectos encontrados no son en ningún caso estadísticamente significativos.



Tabla 263. Incremento del riesgo de mortalidad por Enfermedades Respiratorias asociada a un aumento diario de 10µg/m³ en PM_{2.5} durante los Episodios de 2015, Medellín.

Rezagos	Enfermedad respiratoria-todas las edades			Enfermedad respiratoria en >= 65 años		
	RR	IC95%	%R	RR	IC95%	%R
Lag 0	1,006	0,994 - 1,017	5,7	1,002	0,989 - 1,016	2,4
Lag 0:3	1,006	0,954 - 1,060	6,1	1,004	0,974 - 1,035	4,1
Lag 0:7	1,007	0,964 - 1,052	6,9	1,006	0,971 - 1,042	6,1

En una perspectiva exploratoria, es de resaltar el fuerte incremento en el riesgo de mortalidad para ambos grupos desde el primer día de exposición a PM_{2.5}, sobre todo para el caso de todas las edades con RR de 1,006 y un incremento en el riesgo de 5,7% por aumento en 10 µg/m³ en dicho contaminante.

El comportamiento subsiguiente en los dos grupos es contrastante. Pese a que en ambos se registran un gradiente de riesgo creciente de mortalidad, lo cierto es que en el grupo de todas las edades dicho comportamiento es más estable, en tanto que en el de adultos con 65 y más años el riesgo de mortalidad se acentúa a medida que aumentan los rezagos.

Una de las preguntas más relevantes en el contexto de la ocurrencia de episodios atmosféricos hace relación con los excesos de efectos adversos en salud durante los días en que se ha presentado dicho evento. Para su estimación se procedió a ajustar los GAM asumiendo el material particulado PM_{2.5} como variable categórica, así: 1) quintiles de PM_{2.5} tomando como categoría de referencia el 20% de más baja concentración; 2) presencia de episodios tomando como referencia los días de ausencia de dicho evento.

Según los reportes de la **Tabla 264**, la exposición al 20% más alto de concentración de PM_{2.5}, comprado con el 20% más bajo, produce los mayores excesos de urgencias por infección respiratoria en menores de 5 años (40,2%) y por neumonía en el mismo grupo de edad (33,9%). Los resultados en morbilidad registran los excesos más altos para neumonía con 25,5% e infección respiratoria con 15,2%.

Los resultados presentados en la **Tabla 265** asumen como referencia los días en que no se registró el episodio de contaminación atmosférica. Con excepción del infarto agudo de miocardio en mayores de 65 años, en todos los eventos de interés se obtuvieron resultados estadísticamente significativos. Resaltan en primera instancia las urgencias por neumonía en menores de 5 años, con un exceso del 39,4% comparado con los días en los que no hubo episodio de contaminación. Le siguen las urgencias por infección respiratoria en menores de 5 años con excesos de 22,7%.



Tabla 264. Excesos de Urgencias y Morbilidad según causas específicas por exposición a 20% más alto de concentración de PM_{2.5} durante los Episodios de 2015, Medellín

Evento	RR	IC95%	Excesos %
Urgencias			
IRA en < 5 años	1,402	0,928 – 2,119	40,2
Neumonía en < 5 años	1,339	0,959 - 1,869	33,9
Morbilidad			
IRA en < 5 años	1,152	1,100 - 1,207	15,2
Neumonía en < 5 años	1,255	1,059 - 1,488	25,5
Asma en < 5 años	1,002	0,905 - 1,108	2,0
Infarto Agudo Miocardio >= 65 años	1,109	0,865 - 1,423	10,9

Nota: Los excesos en el quintil más alto toman como categoría de referencia el quintil más bajo de PM_{2.5} en los días de los Episodios de PM_{2.5} de 2015

En lo que tiene que ver propiamente con morbilidad, también resalta la neumonía en menores de 5 años con excesos del 20,9%, así como la infección respiratoria en igual grupo de edad con excesos de 16,15%. En los menores de 5 años también se presentaron excesos de asma con un 13,2%.





Tabla 265. Excesos de Urgencias y Morbilidad según causas específicas durante los días de episodios de PM_{2,5} en 2015, Medellín

Evento	RR	IC95%	Excesos
			%
Urgencias			
IRA en < 5 años	1,227	1,116 - 1,348	22,7
Neumonía en < 5 años	1,394	1,007 - 1,815	39,4
Morbilidad			
IRA en < 5 años	1,161	1,114 - 1,211	16,1
Neumonía en < 5 años	1,209	1,035 - 1,413	20,9
Asma en < 5 años	1,132	1,029 - 1,246	13,2
Infarto Agudo Miocardio >= 65 años	1,060	0,843 - 1,332	6,0





4. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En la ciudad de Medellín se identificaron en los meses de Marzo incrementos regulares de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$. Respecto de la tendencia a largo plazo, en este mes se registraron cada año aumentos de 10,7% y 21,5% en ambos contaminantes. Pese a que dichas variaciones son importantes, por sí mismo no derivan en la manifestación de episodios atmosféricos.

Tales episodios, según la orientación de la literatura internacional, hacen relación a la presencia durante tres o más días consecutivos de niveles de concentración de contaminantes por encima de tres veces los valores críticos planteados por la OMS. En este sentido, para el período 2008-2016, en el Área Metropolitana del Valle de Aburra se identificaron episodios de contaminación sólo en Girardota y Medellín.

Se observaron en Medellín dos episodios de $PM_{2.5}$ durante Marzo 15 a 18 y 25 a 28 de 2015. En esta misma ciudad se repitieron con mayor magnitud y extensión los episodios de $PM_{2.5}$ durante Marzo 8 a 17 y 27 a 30 de 2016. De manera simultánea se registró un episodio de PM_{10} durante de 14 de Marzo de 2016, en este último año, desde el 9 al 16 de marzo, también se presentó un episodio de $PM_{2.5}$ en Girardota.

En cumplimiento de uno de los objetivos específicos del estudio, se analizaron para ambos municipios los efectos del material particulado sobre eventos centinela previamente seleccionados. Para Girardota no se detectó ningún efecto adverso en salud asociado al episodio de $PM_{2.5}$ de 2016, lo cual no descarta en absoluto que tal efecto no se hubiera dado, debido a que la ausencia del mismo probablemente esté asociada a las bajas frecuencias y/o subregistros de los eventos diarios en salud analizados en dicho municipio, cuya población total no supera los 57.000 habitantes.

Pese a que los datos de morbilidad y servicios de salud de 2016 tienen para Medellín un carácter preliminar, los GAM arrojaron resultados relevantes para ambos contaminantes. La exposición a PM_{10} parece estar asociada no sólo a los diagnósticos por asma e infección respiratoria en menores de 5 años, sino también a los servicios de urgencias derivados de esta última enfermedad en el mismo grupo poblacional.

En ese mismo año la exposición a altas concentraciones de $PM_{2.5}$ mostraron señales de impacto en la población menor de 5 años en lo que respecta al aumento de diagnósticos de asma e infección respiratoria, así como mayores requerimientos de servicios de urgencias por esta última enfermedad. Para el grupo de 65 y más años no se reportaron hallazgos relevantes. Para ninguno de los dos grupos poblacionales se logró documentar efectos adversos de los episodios de 2016 sobre urgencias y morbilidad asociadas a neumonía, EPOC, bronquitis e infarto agudo de miocardio.

Para el año 2015, con información consolidada por instituciones oficiales del sector salud, 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 registran los mayores efectos desde el primer día de exposición, con incrementos en esas urgencias de 4,6% y 6,1% por aumentos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $PM_{2.5}$. La exposición acumulada de siete días reporta variaciones de 6,2% y 4,6% respectivamente.





Para igual aumento de $PM_{2.5}$, los diagnósticos por esas dos enfermedades en menores de 5 años también reportan los mayores incrementos desde el primer día de exposición: 3,3% para infección respiratoria y 5,5% para neumonía. Para el rezago distribuido de 0-7 días las variaciones en ambas enfermedades alcanzaron el 6,7%. En ninguno de los grupos de edad se logró documentar efectos significativos en lo relativo a morbilidad y urgencias por EPOC y bronquitis.

En el contexto del análisis de episodios, los estudios internacionales no suelen valorar los efectos de $PM_{2.5}$ sobre urgencias y morbilidad, pues son los impactos en las defunciones su foco de atención. En el reporte ya citado de Anderson et al (13), para los episodios históricos de contaminación atmosférica de Europa y Estados Unidos, se estimaron variaciones por encima del 50% en urgencias y enfermedades respiratorias. Aunque no se reportan mediciones específicas relacionadas con $PM_{2.5}$, efectos similares se sugieren en el estudio de Elliot et al (22) sobre el episodio de smog de Londres en los años noventa.

Para comportamientos más moderados de $PM_{2.5}$ se han documentado impactos en morbilidad y servicios de urgencias (8). En el estudio de Taiwán realizado por Cheng et al (29) se estimaron aumentos en admisiones hospitalarias por neumonía y asma de 3% a 4% por un incremento de $10 \mu g/m^3$ en $PM_{2.5-10}$ con rezago de 0 a 5 días. Para un incremento similar de $PM_{2.5}$, Hui V et al (30) establecieron para Japón un aumento de 2,8% en urgencias por enfermedades respiratorias para rezagos distribuidos de 0-3 días.

En el estudio de la ciudad de Cali realizado por Jiménez (31), se establece que por un incremento de $10 \mu g/m^3$ en PM_{10} se aumentan en 3,8% las urgencias por enfermedad respiratoria en menores de 15 años con rezago simple de 5 días y en 6,6% con rezago distribuido de 5 días.

Los episodios de $PM_{2.5}$ ocurridos en 2015 en la ciudad de Medellín incrementaron, desde el primer día de exposición, las defunciones por causas respiratorias en la población general y en los adultos con 65 y más años. En la ventana de observación del trimestre Febrero-Abril, el incremento de $10 \mu g/m^3$ en $PM_{2.5}$ se asocia con un aumento de 5,7% y 2,4% en las defunciones en el primero y segundo grupo durante el primer día de exposición. Luego de una exposición acumulada de 7 días, los aumentos de las defunciones por las causas ya señaladas alcanzaron 6,9% en la población general y 6,1% en adultos con 65 y más años.

Este último resultado es en particular muy relevante en cuanto informa la alta susceptibilidad de una población de tercera edad que eventualmente arrastra enfermedades respiratorias de base como la EPOC, la bronquitis y la neumonía. En dicha población parecen más frecuentes las afecciones respiratorias de vías bajas.

En el caso de la población general, se observó un sensible efecto en defunciones durante el primer día de exposición que se mantiene relativamente estable luego de los rezagos considerados. Dicho comportamiento parece estar en línea con la hipótesis sobre desplazamiento de la mortalidad (efecto cosecha) documentado por Schwartz (32). Según análisis de Peng y Dominici(28), parece ser que los aumentos de corto plazo en la contaminación del aire (caso de los episodios) sólo afectan a un grupo frágil de individuos que son particularmente susceptibles, los cuales salen tempranamente de la población en riesgo. Por ello en los días subsiguientes se podrían observar niveles de defunciones más bajos de lo esperado.





No obstante, en el caso de la población de 65 y más años, se observó un gradiente creciente del riesgo luego de la exposición del primer día. Se trata de resultados que en principio parecieran controvertir la hipótesis de efecto cosecha en mortalidad. Lo cierto es que el debate sobre esta hipótesis ha sido documentado ampliamente por Brunekreef (33), Zeger et al (34), Smith (35) y Rabl (36), resaltando en mayor o menor medida que el efecto cosecha no niega los efectos de mediano y largo plazo sobre defunciones provenientes de exposiciones crónicas a la contaminación del aire. Por lo demás, tales efectos han sido respaldados por estudios de cohorte y cuasi-experimentales(8).

Los hallazgos en defunciones de este estudio contrastan con lo reportado por Zhang et al (18) en su investigación de los episodios de Jinan en China, en la que documentó para rezagos de dos días un aumento de 1,02% en las defunciones por causas respiratorias asociadas a un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2.5}$. Los resultados de Zhou et al (17) para los episodios del este de China son incluso más restrictivos, reportando incrementos cercanos a 0,9% en mortalidad general por un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$.

Los hallazgos de Kim et al (16) para episodios de Seúl en Corea, estarían más en línea con los niveles reportados para Medellín. En ese estudio se informa de un incremento del 3% en la mortalidad por todas las causas se asocia a aumentos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$.

Sin embargo, más allá de los episodios, se ha documentado ampliamente el efecto de la exposición a $\text{PM}_{2.5}$ sobre la mortalidad general y la mortalidad por causas circulatorias y respiratorias. Dichos resultados son significativos aún para niveles relativamente bajos de exposición de corto plazo a material particulado(8).

Los resultados de Medellín se suman al creciente cuerpo de evidencia que relaciona $\text{PM}_{2.5}$ con la mortalidad diaria. En este sentido cabe citar los estudios pioneros de Dockery et al (37) y Ostro et al (38) Más recientemente, mediante meta-análisis, Souza et al (39) reportan una variación consolidada de 1,1% en las defunciones por causa respiratoria asociada a un incremento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en $\text{PM}_{2.5}$. En el estudio ya citado de Jiménez(31) se reportan aumentos en mortalidad general de 1,8% en el quinto día de rezago simple y de 4,5% en rezago distribuido de 5 días, asociados a incrementos de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{10} .

De conjunto, en los días de episodios de $\text{PM}_{2.5}$ durante 2015, comparado con los días del trimestre Febrero-Abril en los que no se presentó dicho evento, los resultados de este estudio informan excesos de morbilidad y uso de servicios de urgencias en menores de 5 años de la ciudad de Medellín. Mientras que las urgencias por neumonía se incrementaron en 39,4%, las correspondientes a infección respiratoria aumentaron en 22,7%. Los casos de neumonía e infección respiratoria se incrementaron en su orden en 20,9% y 16,15%. En ese mismo grupo de edad también se presentó un exceso de 13,2% en los diagnósticos de asma.





5. REFERENCIAS

1. Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, et al. Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *Bmj* [Internet]. 1997;314(7095):1658–1658. Disponible en: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.314.7095.1658>
2. Kan H, Wong CM, Vichit-Vadakan N, Qian Z, Vichit-Vadakan N, Vajanapoom N, et al. Short-term association between sulfur dioxide and daily mortality: The Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) study. *Environ Res*. 2010;110(3):258–64.
3. Wong C-M, Vichit-Vadakan N, Kan H, Qian Z. Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA): A Multicity Study of Short-Term Effects of Air Pollution on Mortality. *Environ Health Perspect* [Internet]. 2008;116(9):1195–202. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2535622/>
4. Romieu I, Gouveia N, Cifuentes LA, de Leon AP, Junger W, Vera J, et al. Multicity study of air pollution and mortality in Latin America (the ESCALA study). *Res Rep Health Eff Inst* [Internet]. 2012;(171):5–86. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23311234>
5. OMS. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project. 2013.
6. Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad J, Estep K, et al. 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. *Lancet* (London, England). mayo de 2017;389(10082):1907–18.
7. Gouveia N, Mildred M. Evaluación de los Efectos de la Contaminación del Aire en la Salud de América Latina y el Caribe. [Internet]. Organización Panamericana de la Salud. 2005. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsea/fulltext/contaminacion/contaminacion.pdf>
8. Piñeros JG, Hoyos López A, Nieto López E, Grisales Romero H, Mosquera Rivas T, Rodríguez Ríos MA, et al. Revisión de la literatura: relación epidemiológica entre contaminación del aire y eventos de salud 2008-2016. Medellín: Contrato No CCT 1088 de 2016. AMVA y FNSP U de A.; 2017.
9. Zhao Q, Liang Z, Tao S, Zhu J, Du Y. Effects of air pollution on neonatal prematurity in guangzhou of china: A time-series study. *Environ Heal A Glob Access Sci Source*. 2011;10(1):1–11.
10. Zhu X, Liu Y, Chen Y, Yao C, Che Z, Cao J. Maternal exposure to fine particulate matter (PM_{2.5}) and pregnancy outcomes: a meta-analysis. *Environ Sci Pollut Res*. 2015;22(5):3383–96.
11. Malley CS, Kuylenstierna JCI, Vallack HW, Henze DK, Blencowe H, Ashmore MR. Preterm birth associated with maternal fine particulate matter exposure: A global, regional and national





- assessment. *Environ Int* [Internet]. 2017;101:173–82. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2017.01.023>
12. Pope CAIII. Air Pollution and Health - Good News and Bad. *N Engl J Med* [Internet]. 2004;351(11):1132–4. Disponible en: <http://easyaccess.lib.cuhk.edu.hk/login?url=http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=yrovftg&AN=00006024-200409090-00014%5Cnhttp://findit.lib.cuhk.edu.hk/852cuhk/?sid=OVID:ovftdb&id=pmid:&id=doi:10.1056%2FNEJMe048182&issn=0028->
 13. Anderson HR. Health Effects of Air Pollution Episodes. En: *Air Pollution and Health* [Internet]. Elsevier; 1999 [citado el 16 de mayo de 2018]. p. 461–82. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B978012352335850096X>
 14. OMS. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. 2006;
 15. Alvarado SA, Silva CS, Cáceres DD. Modelación de episodios críticos de contaminación por material particulado (PM10) en Santiago de Chile. Comparación de la eficiencia predictiva de los modelos paramétricos y no paramétricos. *Gac Sanit*. 2010;24(6):466–72.
 16. Kim HS, Kim DS, Kim H, Yi SM. Relationship between mortality and fine particles during Asian dust, smog-Asian dust, and smog days in Korea. *Int J Environ Health Res*. 2012;22(6):518–30.
 17. Zhou M, He G, Fan M, Wang Z, Liu Y, Ma J, et al. Smog episodes, fine particulate pollution and mortality in China. *Environ Res* [Internet]. 2015;136:396–404. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2014.09.038>
 18. Zhang J, Liu Y, Cui LL, Liu SQ, Yin XX, Li HC. Ambient air pollution, smog episodes and mortality in Jinan, China. *Sci Rep* [Internet]. 2017;7(1):1–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-11338-2>
 19. Anderson H R, Limb E S, Bland J M, Ponce de L A, Strachan D P BJS. Health effects of an air pollution episode in London. 1995;(December 1991):1188–93.
 20. Peters A, Döring A, Wichmann HE, Koenig W. Increased plasma viscosity during an air pollution episode: A link to mortality? *Lancet*. 1997;349(9065):1582–7.
 21. Jönsson O, Andersson C, Forsberg B, Johansson C. Air pollution episodes in Stockholm regional background air due to sources in Europe and their effects on human population. *Boreal Environ Res*. 2013;18(3–4):280–302.
 22. Elliot AJ, Smith S, Dobney A, Thornes J, Smith GE, Vardoulakis S. Monitoring the effect of air pollution episodes on health care consultations and ambulance call-outs in England during March/April 2014: A retrospective observational analysis. *Environ Pollut* [Internet]. 2016;214:903–11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.04.026>
 23. Song Y, Wan X, Bai S, Guo D, Ren C, Zeng Y, et al. The characteristics of air pollutants during two distinct episodes of fireworks burning in a Valley City of North China. *PLoS One*. 2017;12(1):1–13.





24. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Acuerdo Metropolitano N15 "Por el cual se adopta el protocolo del plan operacional para enfrentar Episodios Críticos de contaminación atmosférica en la Jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá" [Internet]. Colombia; 2016. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co:9000/Documents/AcuerdoN15.PDF>
25. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 2254 de 2017 "Por la cual se adopta la Norma de Calidad del Aire Ambiente" [Internet]. Colombia; 2017. Disponible en: <http://www.ambientalia.com.co/resolucion-2254-2017-la-se-adopta-la-norma-calidad-del-aire-ambiente/>
26. Gujarati, DM. *Econometría*. Tercera ed. Bogotá D.C: Mc Graw Hill; 1998.
27. Gilbert R. *Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring*. Nueva York: Van Nostrand Reinhold Company; 1987.
28. Peng R, Dominici F. *Statistical Methods for environmental epidemiology with R. A Case Study in Air Pollution and Health*. Baltimore; 2008.
29. Cheng MH, Chiu HF, Yang CY. Coarse particulate air pollution associated with increased risk of hospital admissions for respiratory diseases in a Tropical city, Kaohsiung, Taiwan. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12(10):13053–68.
30. Phung V, Ueda K, Kasaoka S, Seposo X, Tasmin S, Yonemochi S, et al. Acute Effects of Ambient PM2.5 on All-Cause and Cause-Specific Emergency Ambulance Dispatches in Japan. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2018;15(2):307. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1660-4601/15/2/307>
31. Jimenez L. *Efectos de la contaminación atmosférica por PM10 sobre las consultas a urgencias en menores 15 años y mayores de 60 años y mortalidad general en Cali, 2010-2011*. Universidad del Valle; 2011.
32. Schwartz J. Harvesting and Long Term Exposure Effects in the Relation between Air Pollution and Mortality. 2000;151(5):440–8.
33. Brunekreef B. Air pollution and life expectancy: Is there a relation? *Occup Environ Med*. 1997;54(11):781–4.
34. Zeger SL, Dominici F, Samet J, Epidemiology S, Mar N. Harvesting-Resistant Estimates of Air Pollution Effects on Mortality Linked references are available on JSTOR for this article: 2015;10(2):171–5.
35. Smith RL. Invited Commentary: Timescale-dependent Mortality Effects of Air Pollution. *Am J Epidemiol* [Internet]. 2003;157(12):1066–70. Disponible en: <https://academic.oup.com/aje/article/157/12/1066/126942>
36. Rabl A. Air pollution mortality: Harvesting and loss of life expectancy. *J Toxicol Environ Heal - Part A*. 2005;68(13–14):1175–80.
37. Dockery DW, Pope CA, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, et al. An Association between Air





Pollution and Mortality in Six U.S. Cities. *N Engl J Med.* 1993;329(24):1753–9.

38. Ostro B, Broadwin R, Green S, Feng WY, Lipsett M. Fine particulate air pollution and mortality in nine California counties: Results from CALFINE. *Environ Health Perspect.* 2006;114(1):29–33.
39. Achilleos S, Kioumourtzoglou MA, Wu C Da, Schwartz JD, Koutrakis P, Papatheodorou SI. Acute effects of fine particulate matter constituents on mortality: A systematic review and meta-regression analysis. *Environ Int [Internet].* 2017;109(September):89–100. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2017.09.010>
40. Wood SN. *Generalized Additive Models. An introduction with R.* Segunda ed. CRC Press; 2017.
41. Bernal R, Peña. X. *Guía práctica para la evaluación de impacto.* Bogotá D.C: Universidad de los Andes; 2011.





13 ANEXOS Anexo 1.

Operacionalización de variables de RIPS de archivos seleccionados para análisis

Código	Variable	Descripción	Naturaleza	Nivel de medición	Valores	Fuente de información
RIPS_V1	Código IPS	Código del prestador de servicios de salud	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla IPS	RIPS - Archivo CT
RIPS_V2	Código EPS	Código entidad administradora (EPS)	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla EPS	RIPS - Archivo AF
RIPS_V3	Tipo identificación	Tipo de documento de identificación del usuario	Cualitativa	Nominal	CC = Cédula ciudadanía CE = Cédula de extranjería PA = Pasaporte RC = Registro civil TI = Tarjeta de identidad AS = Adulto sin identificación MS = Menor sin identificación NU = Número único de identificación	RIPS - Archivo US
RIPS_V4	Número identificación	Corresponde al número del documento de identificación del usuario	Cualitativa	Nominal	-	RIPS - Archivo US
RIPS_V5	Tipo de usuario	Identificador para determinar la condición del usuario en	Cualitativa	Nominal	1 = Contributivo 2 = Subsidiado 3 = Vinculado 4 = Particular	RIPS - Archivo US





		relación con el SGSSS			5 = Otro	
RIPS_V6	Número de identificación	Corresponde al número del documento de identificación del usuario o el que le asigne la entidad administradora del plan de beneficios en salud.	Cualitativa	Nominal	-	RIPS - Archivo US
RIPS_V7	Tipo de usuario	Identificador para determinar la condición del usuario en relación con el SGSSS	Cualitativa	Nominal	1 = Contributivo 2 = Subsidiado 3 = Vinculado 4 = Particular 5 = Otro	RIPS - Archivo US
RIPS_V8	Primer apellido	Primer apellido del usuario	Cualitativa	Nominal	-	RIPS - Archivo US
RIPS_V9	Segundo apellido	Segundo apellido del usuario	Cualitativa	Nominal	-	RIPS - Archivo US
RIPS_V10	Primer nombre	Primer nombre del usuario	Cualitativa	Nominal	-	RIPS - Archivo US
RIPS_V11	Segundo nombre	Segundo nombre del usuario	Cualitativa	Nominal	-	RIPS - Archivo US
RIPS_V12	Edad	Edad del usuario al momento de la prestación del servicio.	Cuantitativa	Razón	-	RIPS - Archivo US
RIPS_V13	Unidad de medida_edad	Identificador para determinar la medida de la edad	Cualitativa	Nominal	1 = Años 2 = Meses 3 = Días	RIPS - Archivo US
RIPS_V14	Sexo	Identificador para determinar el sexo del usuario del servicio de salud.	Cualitativa	Nominal	M = Masculino F = Femenino	RIPS - Archivo US
RIPS_V15	Código del departamento de residencia habitual	Según la clasificación sociopolítica del DANE.	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla Departamentos	RIPS - Archivo US
RIPS_V16	Código de municipios de residencia habitual	Según la clasificación sociopolítica del DANE.	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla Municipios	RIPS - Archivo US
RIPS_V17	Zona de	Identificador	Cualitativa	Nominal	U = Urbana	RIPS -





	residencia habitual	para determinar la zona de residencia del usuario.			R = Rural	Archivo US
RIPS_V18	Fecha consulta	Fecha de la consulta	Cualitativa	Nominal	-	RIPS - Archivo AC
RIPS_V19	Código del diagnóstico principal	Código del diagnóstico confirmado ó presuntivo. según la Clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AC
RIPS_V20	Código del diagnóstico relacionado_1	Código del diagnóstico confirmado ó presuntivo. según la clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AC
RIPS_V21	Código del diagnóstico relacionado_2	Código del diagnóstico confirmado ó presuntivo. según la clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AC
RIPS_V22	Código del diagnóstico relacionado_3	Código del diagnóstico confirmado ó presuntivo. según la clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AC
RIPS_V23	Tipo de diagnóstico principal	Identificador para determinar si el diagnóstico es confirmado ó presuntivo	Cualitativa	Nominal	1 = Impresión diagnóstica 2 = Confirmado nuevo 3 = Confirmado repetido	RIPS - Archivo AC
RIPS_V24	Diagnóstico a la salida	Código del diagnóstico a la salida del usuario. según la	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AU





		Clasificación Internacional de Enfermedades vigente				
RIPS_V25	Diagnóstico relacionado No. 1. a la salida	Código del diagnóstico a la salida del usuario. según la Clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AU
RIPS_V26	Diagnóstico relacionado Nro. 2. a la salida	Código del diagnóstico a la salida del usuario. según la Clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AU
RIPS_V27	Diagnóstico relacionado Nro. 3. a la salida	Código del diagnóstico a la salida del usuario. según la Clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AU
RIPS_V28	Destino de salida de observación	Destino del usuario a la salida de observación	Cualitativa	Nominal	1 = Alta de urgencias 2 = Remisión a otro nivel de complejidad 3 = Hospitalización	RIPS - Archivo AU
RIPS_V29	Diagnóstico principal de ingreso Hospitalización	Código del diagnóstico al ingreso del usuario. según la Clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AH
RIPS_V30	Diagnóstico principal de egreso Hospitalización	Código del diagnóstico de egreso del usuario. según la Clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AH
RIPS_V31	Diagnóstico	Código del	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla	RIPS -





	relacionado No. 1. de egreso Hospitalización	diagnóstico. según la Clasificación Internacional de Enfermedades vigente			CIE10	Archivo AH
RIPS_V32	Diagnóstico relacionado No. 2. de egreso Hospitalización	Código del diagnóstico. según la Clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AH
RIPS_V33	Diagnóstico relacionado No. 3. de egreso Hospitalización	Código del diagnóstico. según la Clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AH
RIPS_V34	Diagnóstico de la complicación Hospitalización	Código del diagnóstico de la complicación si la hubo. según la Clasificación Internacional de Enfermedades vigente	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AH
RIPS_V35	Estado a la salida Hospitalización	Identificador para determinar la condición de salida del usuario	Cualitativa	Nominal	1 = Vivo (a) 2 = Muerto (a)	RIPS - Archivo AH
RIPS_V36	Diagnóstico de la causa básica de muerte Hospitalización	Código de la causa básica de muerte si la hubo. según la Clasificación Internacional de Enfermedades vigente.	Cualitativa	Nominal	Consulta a tabla CIE10	RIPS - Archivo AH





14 Anexo 2. Operacionalización de variables de mortalidad seleccionadas para análisis

Variable	Descripción	Naturaleza	Nivel de medición	Valores
fecha	Fecha de muerte	Cualitativa	Nominal	De 01/01/2008 a 31/12/2015
municipio	Municipio	Cualitativa	Nominal	1; Medellín 79; Barbosa 88; Bello 129; Caldas 212; Copacabana 266; Envigado 308; Girardota 360; Itagüí 380; La Estrella 631; Sabaneta
evento	Causa básica de muerte	Cualitativa	Nominal	Código diagnóstico CIE10
periodo	Año de ocurrencia	Cualitativa	Nominal	1; 2008 2; 2009 3; 2010 4; 2011 5; 2012 6; 2013 7; 2014 8; 2015
sexo	Sexo	Cualitativa	Nominal	0; Mujer 1; Hombre
edad	Edad en años cumplidos	Cuantitativa	Razón	-



15 Anexo 3. Operacionalización de otras co-variables definidas para análisis epidemiológicos

Variable	Descripción	Naturaleza	Nivel de medición	Valores
Día semana	Día de la semana	Cualitativa	Nominal	0; Domingo 1; Lunes 2; Martes 3; Miércoles 4; Jueves 5; Viernes 6; Sábado
festivo	Día festivo	Cualitativa	Nominal	0; No 1; Si
feriado	Día de feria municipal tradicional	Cualitativa	Nominal	0; No 1; Si
brote	Día con ocurrencia de brote de influenza	Cualitativa	Nominal	0; No 1; Si

16 Anexo 4. Corredor endémico de Influenza para identificación de días con presencia de brote

Se realizó la construcción del corredor endémico para el virus de Influenza con el propósito de identificar los días con presencia de brote de influenza durante el periodo 2008-16 en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). La variable categórica *Día con presencia de brote de influenza* sirvió para ajustar la posible confusión que pudo generarse en la construcción de los Modelos aditivos generalizados (GAM) donde el desenlace de interés estaba asociado con eventos centinela respiratorios. La inclusión de dicha variable en la estimación de la medida de la magnitud probable de riesgo (asociada a GAM cuya exposición principal es PM10, PM2.5 u O3) se fundamentó principalmente en la necesidad prever situaciones donde el incremento en el número de casos de un evento respiratorio había estado influenciado por la existencia de un brote (1).



Se utilizaron los registros de los casos de influenza notificados al Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) durante el periodo 2008-16 en el AMVA. Se incluyeron todos los casos notificados cuyo diagnóstico (codificado según CIE10) estuvo relacionado con:

- Influenza debida a ciertos virus de la influenza identificados (J09X),
- Influenza con neumonía, debida a otro virus de la influenza identificado (J100),
- Influenza con otras manifestaciones respiratorias, debida a otro virus de la influenza identificado (J101),
- Influenza, con otras manifestaciones, debida a otro virus de la influenza identificado (J108),
- Influenza con neumonía, virus no identificado (J110),
- Influenza con otras manifestaciones respiratorias, virus no identificado (J111),
- Influenza con otras manifestaciones, virus no identificado (J118).

El evento en análisis mostró baja incidencia e inestabilidad en la notificación de sus casos a lo largo del periodo en el AMVA. Al observar su frecuencia por municipio y considerando que a mayor nivel de desagregación la precisión de las predicciones es menor (2), se realizó la construcción de un corredor endémico acumulativo para todo el AMVA.

Se construyó el corredor endémico para cada año del periodo 2012-16 utilizando los datos de los casos registrados y confirmados agrupados por semana epidemiológica. Para la estimación de cada corredor endémico se consideraron los cuatro años previos. Se utilizó el método de mediana y cuartiles, mediante el cual se definen cuatro zonas: una bajo el cuartil inferior o zona de éxito, una entre el cuartil inferior y la mediana o zona de seguridad, una entre la mediana y el cuartil superior o zona de alerta, y una sobre el cuartil superior o zona epidémica (2) (Tabla A).

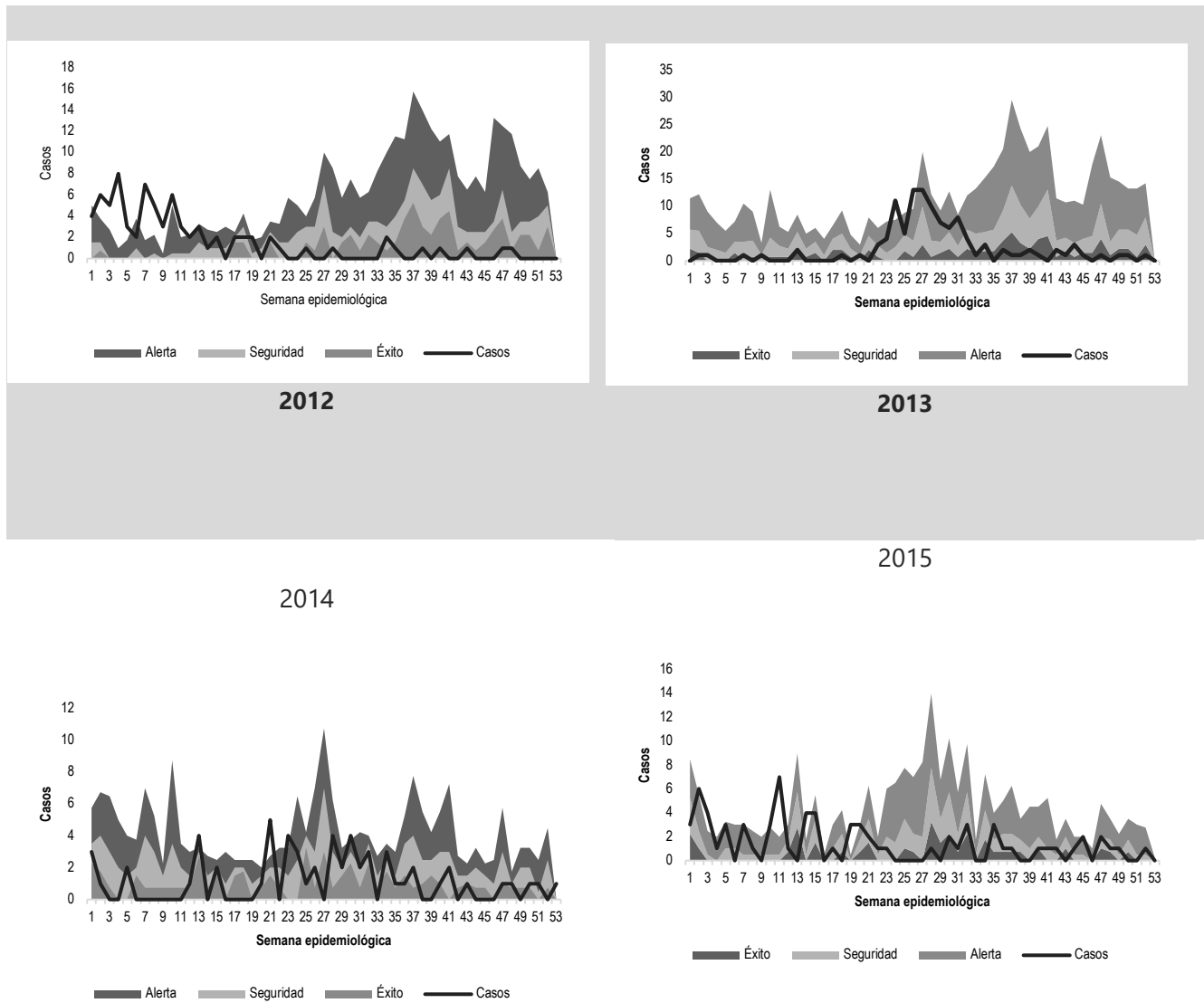
Así, se señalaron inicialmente las semanas epidemiológicas con presencia de brote, es decir, aquellas que presentaron un número de casos que sobrepasó la zona de alerta definida para cada año. Posteriormente, se realizó la operacionalización de la variable dicotómica *Día con presencia de brote de influenza*, asignando a cada día constitutivo de cada semana, el valor semanal correspondiente a la existencia o no de un brote. De este modo, se le asignó 1(unos) a los días con presencia del brote y 0(cero), en casos de ausencia.

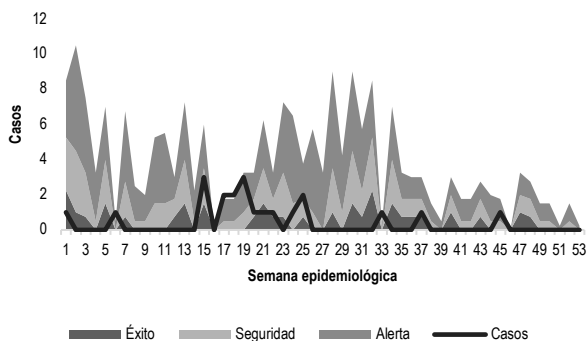
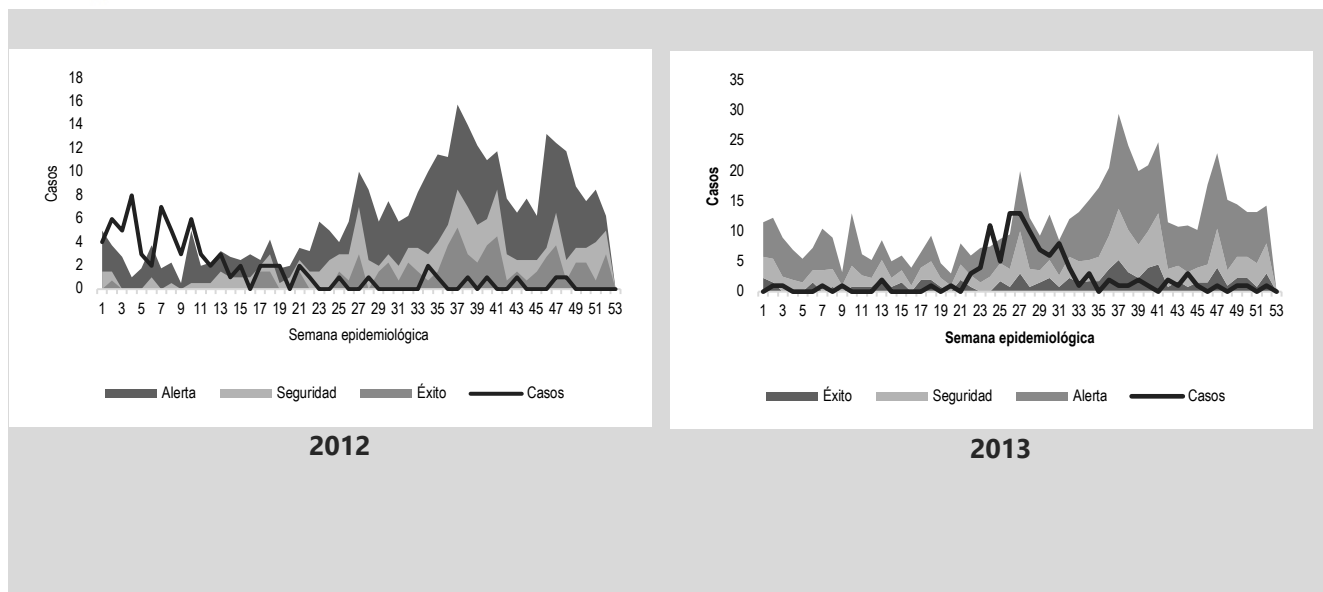
De las 53 semanas epidemiológicas que constituyen cada año, cerca de 22% en 2015 fueron identificadas con presencia de brote de influenza. Del todo el periodo considerado en los análisis, 2014 fue el año que menor proporción de semanas con brote evidenció (9.4%).





Tabla A. Corredor endémico de Influenza en el Vallé de Aburrá, años 2012 a 2016





. 2016

Fuente: Casos de influenza notificados SIVIGILA durante el periodo 2008-16 en AMVA

Tabla B. Semanas con presencia de brote de influenza en AMVA, años 2012 a 2016

Año	n	%
2012	8	15.1
2013	7	13.2
2014	5	9.4
2015	12	22.6
2016	6	11.3





Referencias

1. Xu Q, Li X, Wang S, Wang C, Huang F, Gao Q, et al. Fine particulate air pollution and hospital emergency room visits for respiratory disease in urban areas in Beijing, China, in 2013. *PLoS One* [Internet]. 2016;11(4):1–17. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4824441>
2. Bortman M. Elaboración de corredores o canales endémicos mediante planillas de cálculo. *Rev Panam Salud Pública* [Internet]. 1999;5(1):1–8. Available from: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49891999000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es





17 Anexo 5. Modelos Entidad-Relación de base de datos del proyecto

Se realizó la integración de los datos relacionados con medición de concentraciones de todos los contaminantes: dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, material particulado menor a 10 micrómetros, material particulado menor a 2.5 micrómetros, monóxido de carbono, monóxido de nitrógeno, ozono, partículas suspendidas totales y óxidos de nitrógeno. Se incluyeron además los datos de variables meteorológicas de las Estaciones que contaron con dicha información.

Con la ayuda del software PostgreSQL, dicho ejercicio supuso la generación de líneas de código mediante las cuales, en primera instancia, se creó una tabla por contaminante en el caso de las mediciones de concentraciones, y por Estación, en el caso de las variables meteorológicas; luego se importaron los datos de mediciones de concentración de cada contaminante y de variables meteorológicas por Estación, a cada tabla en el gestor de bases de datos; posteriormente, se realizó la relación de las tablas resultantes por cada contaminante/estación; finalmente, se implementó la consulta definitiva.

Finalmente, se efectuó la integración de datos relacionados con los RIPS de los diez municipios del Área metropolitana del periodo 2008-2015. Se incluyeron datos que provenían de los archivos de Consulta, Transacciones, Hospitalización, Medicamentos, Recién nacido, Procedimientos, Urgencias y Usuarios de los servicios de salud. Además, se integraron junto a los registros de morbilidad, los datos provenientes de las bases de datos de mortalidad y la información ambiental (Figura 1).



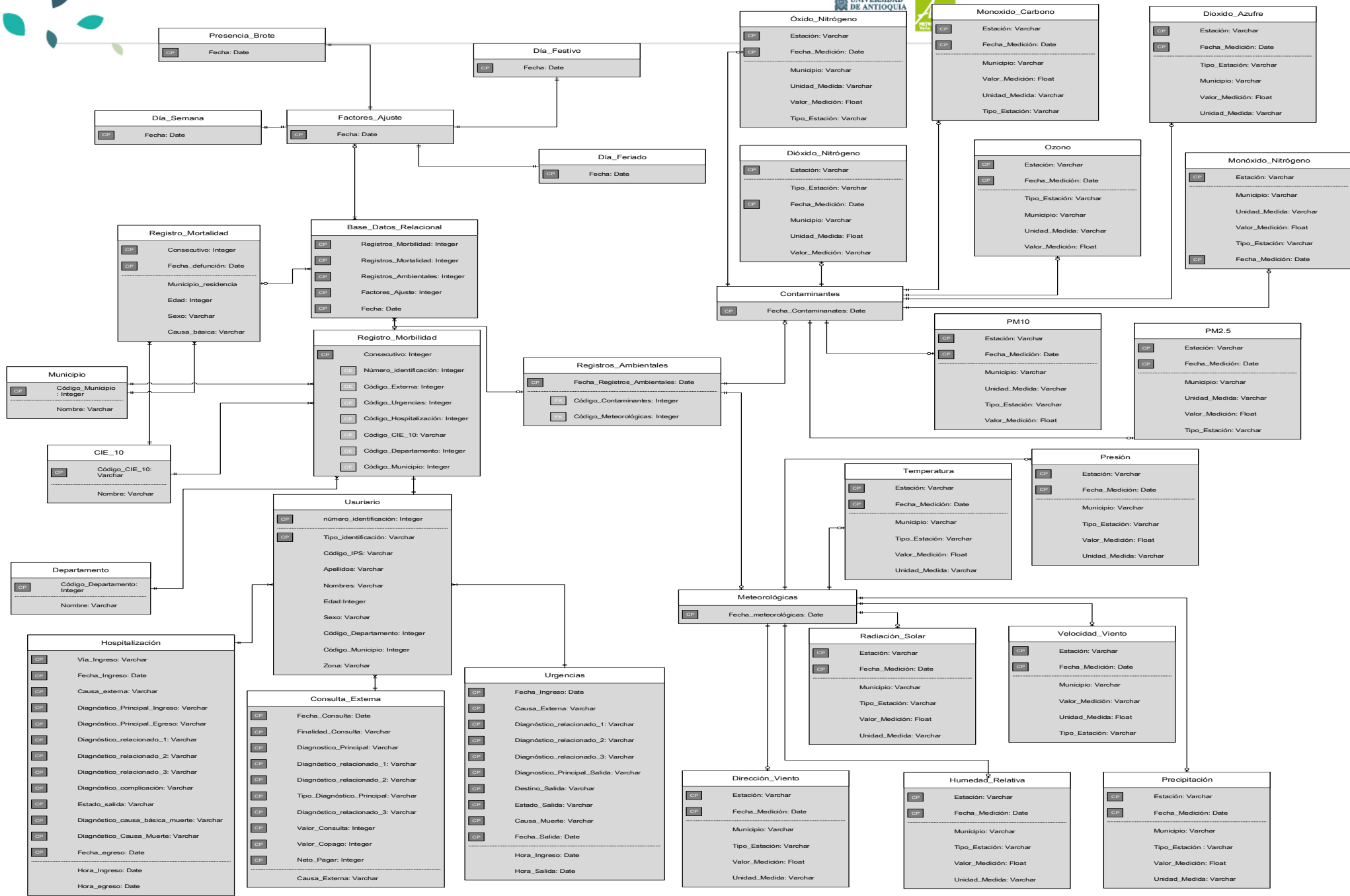


Figura 1. Modelo de Hechos y dimensiones de la Base de datos relacional del proyecto, municipios del área metropolitana, Valle de Aburrá



18 Anexo 6. Resultados de los modelos aditivos generalizados en tablas- (Anexo externo)

19 Anexo 7. Códigos en R de los GAM para urgencias, morbilidad y mortalidad en Medellín 2015 y 2016

Códigos para Urgencias y Morbilidad

```
library(foreach)
```

```
library(gam)
```

```
library(splines)
```

```
library(nlme)
```

```
library(mgcv)
```

```
library(tsModel)
```

```
Meu=read.csv2("G:/EpisodiosBD2017d/BDMMfa2015q.csv", header=T, na.strings=c("", "", "NA"))
```

```
Meuira5=subset(Meu, edad==1&evento==1&sexo==2&!is.na(pm10))
```

```
str(Meuira5)
```

```
Meuira5$dia_semana=factor(Meuira5$dia_semana)
```

```
Meuira5$festivo=factor(Meuira5$festivo)
```

```
Meuira5$brote=factor(Meuira5$brote)
```

```
Meuira5$feriado=factor(Meuira5$feriado)
```





```
Meuira5$pm10epi=factor(Meuira5$pm10epi)
```

```
Meuira5$pm10q=factor(Meuira5$pm10q)
```

```
summary(Meuira5)
```

```
sum(Meuira5$casos)
```

```
View(Meuira5)
```

```
Meuira5g=gam(Meuira5$casos~s(Meuira5$temperatura)+s(Meuira5$humedadrelativa)+s(Meuira5$precipitacion)+Meuira5$día_semana+Meuira5$festivo+Meuira5$feriado+Meuira5$brote+Lag(Meuira5$pm10,0:15), family=poisson, data= Meuira5)
```

```
summary(Meuira5g)
```

```
gam.check(Meuira5g)
```

```
plot(Meuira5g)
```

```
sum(Meuira5g$coefficients[10:25])
```

```
#Cálculo de los IC95% de los rezagos distribuidos
```

```
T=sum(Meuira5g$coefficients[10:25])
```

```
#Estimación de la desviación estándar de los Betas de rezagos: con n=4 t=3,182; con n=8 t=2,365; con n=16 t=2,131
```

```
sd=sd(Meuira5g$coefficients[10:25])
```

```
#Estimación Er de los Betas de rezagos
```

```
Er=(sd)*(sqrt(16))
```

```
#Estimación del límite inferior y superior del Beta agregado
```

```
Li=T-Er*2.131
```

```
Ls=T+Er*2.131
```

```
sum(Li)
```

```
sum(Ls)
```

```
#Estimación del RR de la variación unitaria del contaminante
```





```
RR=exp(T)
```

```
sum(RR)
```

```
#Estimación del límite Inferior y Superior del RR
```

```
LI=exp(Li)
```

```
LS=exp(Ls)
```

```
sum(LI)
```

```
sum(LS)
```

```
#Estimación de la variación % del R por variación en 10 unidades del contaminante
```

```
RR10=exp(T*10)
```

```
RR10inc=(RR10-1)*100
```

```
sum(RR10inc)
```

Códigos para Mortalidad

```
if (!require(dplyr))
```

```
  install.packages("dplyr")
```

```
#PERMITE usar el operador %>%
```

```
if (!require(magrittr))
```

```
  install.packages("magrittr")
```

```
library(magrittr)
```

```
library(gam)
```

```
library(splines)
```

```
library(foreach)
```

```
library(tsModel)
```

```
library(mgcv)
```

```
library(nlme)
```





```
library(readr)
library(dplyr)
library(haven)

Mor=read.csv2("G:/Mortalidad_2015/BDMRMfa2015.csv", header=T, na.strings=c("", "", "NA"))

Med=subset(Mor, evento==2& edad==16&sexo==2&!is.na(pm25))

View(Med)

str(Med)

Med$dia_semana=factor(Med$dia_semana)

Med$festivo=factor(Med$festivo)

Med$brote=factor(Med$brote)

Med$feriado=factor(Med$feriado)

Med$pm25epi=factor(Med$pm25epi)

summary(Med)

sum(Med$muertes2)

MedTodas=gam(Med$muertes2~s(Med$temperatura)+s(Med$humedadrelativa)+s(Med$precipitacion)+
Med$dia_semana+Med$festivo+Med$feriado+Med$brote+Lag(Med$pm25, 0:15), family=poisson,
data=Med)

summary(MedTodas)

sum(MedTodas$coefficients[10:25])

#Cálculo de los IC95% de los rezagos distribuidos

T=sum(MedTodas$coefficients[10:25])

#Estimación de la desviación estándar de los Betas de rezagos: con n=4 t=3,182; con n=8 t=2,365; con
n=16 t=2,131

sd=sd(MedTodas$coefficients[10:25])

#Estimación Er de los Betas de rezagos
```





$$Er=(sd)*(\text{sqrt}(16))$$

#Estimación del límite inferior y superior del Beta agregado

$$Li=T-Er*2.131$$

$$Ls=T+Er*2.131$$

sum(Li)

sum(Ls)

#Estimación del RR de la variación unitaria del contaminante

$$RR=\text{exp}(T)$$

sum(RR)

#Estimación del límite Inferior y Superior del RR

$$LI=\text{exp}(Li)$$

$$LS=\text{exp}(Ls)$$

sum(LI)

sum(LS)

#Estimación de la variación % del R por variación en 10 unidades del contaminante

$$RR10=\text{exp}(T*10)$$

$$RR10inc=(RR10-1)*100$$

sum(RR10inc)





20 Anexo 8: Salidas de los GAM en R para urgencias, morbilidad y mortalidad durante los episodios de PM10 y PM2.5 en Medellín, 2015 y 2016.

URGENCIAS-2016

Efectos de Episodios de PM₁₀ sobre Urgencias por IRA en menores de 5 años Medellín 2016

Rezagos	R ²	Deviance explained		% R	
	ajustado	(%)	RR	IC95% RR	Δ10 ug/m3
Lag 0	0,299	40,3	1,002	1,001 – 1,004	2,4 (1)
Lag 1	0,315	42,2	1,003	1,001 – 1,004	2,6 (1)
Lag 2	0,343	44,8	1,003	1,001 – 1,005	2,7 (1)
Lag 3	0,335	43,8	1,002	1,000 – 1,004	2,4 (1)
Lag 4	0,357	45,1	1,003	1,001 – 1,005	2,8 (1)
Lag 5	0,309	41,5	1,002	1,000 – 1,004	1,9 (1)
Lag 6	0,326	42,9	1,002	1,000 – 1,004	2,1 (1)
Lag 7	0,354	44,7	1,002	1,001 – 1,004	2,4 (1)
Lag 0:3	0,290	42,1	1,004	0,994 – 1,013	3,7 (2)
Lag 0:7	0,396	51,1	1,005	0,969 – 1,042	5,1 (2)
Lag 0:15	0,363	52,6	1,001	0,971 – 1,033	1,3 (3)
Episodio	0,288	39,5	1,276	1,042 – 1,562	na (1)
Quintil 5	0,314	43,2	1,152	0,957 – 1,388	na (1)

Ajustes: (1) Día de semana, brote, temperatura; (2) Día de semana, temperatura; (3) Sólo día de semana

Efectos de Episodios de PM₁₀ sobre Urgencias por Neumonía en menores de 5 años Medellín 2016

Rezagos	R ²	Deviance explained		% R	
	ajustado	(%)	RR	IC95% RR	Δ10 ug/m3
Lag 0	na	na	na	na	na
Lag 1	na	na	na	na	na
Lag 2	na	na	na	na	na
Lag 3	na	na	na	na	na





Lag 4	na	na	na	na	na
Lag 5	na	na	na	na	na
Lag 6	na	na	na	na	na
Lag 7	0,019	3,60	1,003	1,000 – 1,008	2,9
Lag 0:3	0,045	11,20	1,000	0,986 – 1,015	0,4
Lag 0:7	0,038	15,90	1,003	0,998 – 1,007	2,6
Lag 0:15	0,149	39,70	1,001	0,997 – 1,005	0,9
Episodio	na	na	na	na	na
Quintil 5	0,076	13,90	1,154	0,677 – 1,968	na

Ajustes: En todos los modelos se excluyeron los factores y las covariables. Los "na" se refieren a no aplica cuando no corre el modelo por número de casos insuficientes o sus resultados ofrecen coeficientes con signo negativo.

Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre Urgencias por IRA en menores de 5 años Medellín 2016

Rezagos	R ²	Deviance explained		% R	
	ajustado	(%)	RR	IC95% RR	Δ10 ug/m3
Lag 0	0,274	37,0	1,004	1,002 – 1,007	4,2
Lag 1	0,281	38,8	1,004	1,002 – 1,007	4,4
Lag 2	0,317	41,5	1,005	1,002 – 1,007	4,8
Lag 3	0,273	37,7	1,004	1,001 – 1,006	4,0
Lag 4	0,297	38,1	1,004	1,002 – 1,007	4,4
Lag 5	0,249	35,0	1,003	1,001 – 1,006	3,5
Lag 6	0,265	36,4	1,004	1,001 – 1,006	3,7
Lag 7	0,262	36,5	1,004	1,001 – 1,006	3,7
Lag 0:3	0,296	41,8	1,005	0,982 – 1,028	4,8
Lag 0:7	0,310	44,4	1,006	0,975 – 1,037	5,8
Lag 0:15	0,281	49,3	1,002	0,967 – 1,038	1,5
Episodio	0,303	40,00	1,191	1,029 – 1,378	(1)
Quintil 5	0,360	47,50	1,300	1,062 – 1,592	(1)

Ajustes: (1) Día de semana, brote, temperatura; los otros modelos admitieron ajustes por día de semana y temperatura

Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre Urgencias por Asma en menores de 5 años Medellín 2016

Rezagos	R ²	Deviance explained		% R	
	ajustado	(%)	RR	IC95% RR	Δ10 ug/m3
Lag 0	0,010	2,60	1,004	0,997 – 1,011	4,1
Lag 1	0,006	2,21	1,004	0,997 – 1,010	3,8
Lag 2	0,015	3,01	1,004	0,998 – 1,011	4,4
Lag 3	na	na	na	na	na



<i>Lag 4</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 5</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 6</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 7</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 0:3</i>	0,058	9,08	1,002	0,985 – 1,020	2,4
<i>Lag 0:7</i>	0,017	11,70	1,002	0,996 – 1,008	2,4
<i>Lag 0:15</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Episodio</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	
<i>Quintil 5</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	

Ajustes: En todos los modelos se excluyeron los factores y las covariables. Los “na” se refieren a no aplica cuando no corre el modelo por número de casos insuficientes o sus resultados ofrecen coeficientes con signo negativo.

Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre Urgencias por EPOC en adultos con 65 y más años Medellín 2016

<i>Rezagos</i>	<i>R²</i>	<i>Deviance explained</i>	<i>RR</i>	<i>IC95% RR</i>	<i>% R</i> $\Delta 10$ ug/m ³
	<i>ajustado</i>	<i>(%)</i>			
<i>Lag 0</i>	0,009	0,62	1,002	0,995 – 1,009	2,1
<i>Lag 1</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 2</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 3</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 4</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 5</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 6</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 7</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 0:3</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 0:7</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Lag 0:15</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Episodio</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>
<i>Quintil 5</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>	<i>na</i>

Ajustes: En todos los modelos se excluyeron los factores y las covariables. Los “na” se refieren a no aplica cuando no corre el modelo por número de casos insuficientes o sus resultados ofrecen coeficientes con signo negativo.





Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre Urgencias por Neumonía en menores de 5 años Medellín 2016

Rezagos	R ²		Deviance explained		% R
	ajustado	(%)	RR	IC95% RR	Δ10 ug/m ³
Lag 0	na	na	na	na	na
Lag 1	na	na	na	na	na
Lag 2	na	na	na	na	na
Lag 3	-0,016	0,08	1,001	0,993 – 1,009	0,6
Lag 4	-0,013	0,41	1,001	0,994 – 1,009	1,4
Lag 5	-0,006	1,16	1,002	0,995 – 1,010	2,4
Lag 6	0,018	3,70	1,004	0,997 – 1,012	4,3
Lag 7	0,041	5,44	1,005 -	0,997 – 1,013	5,2
Lag 0:3	na	na	na	na	na
Lag 0:7	na	na	na	na	na
Lag 0:15	na	na	na	na	na
Episodio	na	na	na	na	na
Quintil 5	0,015	8,32	1,077	0,588 – 1,972	na

Ajustes: En todos los modelos se excluyeron los factores y las covariables. Los "na" se refieren a no aplica cuando no corre el modelo por número de casos insuficientes o sus resultados ofrecen coeficientes con signo negativo.

URGENCIAS-2015

Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre Urgencias por IRA en menores de 5 años Medellín 2015

Rezagos	R ²		Deviance explained		% R
	ajustado	(%)	RR	IC95% RR	Δ10 ug/m ³
Lag 0	0,346	48,0	1,004	1,002 – 1,007	4,6 (1)
Lag 1	0,349	50,1	1,004	1,001 – 1,007	4,1 (1)
Lag 2	0,324	48,7	1,003	1,001 – 1,005	3,1 (1)
Lag 3	0,292	43,8	1,001	1,000 – 1,004	1,3 (1)
Lag 4	0,288	43,2	1,001	1,000 – 1,003	1,1 (1)
Lag 5	0,316	48,2	1,000	0,998 – 1,002	0,1 (2)
Lag 6	0,276	41,3	1,001	1,000 – 1,004	1,1 (2)
Lag 7	0,326	43,2	1,004	1,002 – 1,006	4,2 (2)
Lag 0:3	0,351	53,1	1,003	0,987 – 1,021	3,5 (1)
Lag 0:7	0,333	49,6	1,006	0,998 – 1,024	6,2 (2)
Lag 0:15	0,361	58,4	1,003	0,978 – 1,029	3,3 (1)
Episodio	0,373	51,3	1,227	1,116 – 1,348	(1)
Quintil 5	0,265	41,7	1,402	0,928 – 2,119	(1)





Ajustes: (1) Día de semana, brote, temperatura, precipitación; (2) Día de semana, temperatura, precipitación

Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre Urgencias por Neumonía en menores de 5 años Medellín 2015

<i>Rezagos</i>	<i>R²</i>	<i>Deviance explained</i>	<i>RR</i>	<i>IC95% RR</i>	<i>% R</i>
	<i>ajustado</i>				(%)
<i>Lag 0</i>	0,211	35,2	1,006	1,000 – 1,013	6,1 (1)
<i>Lag 1</i>	0,196	34,3	1,004	0,998 – 1,011	4,6 (1)
<i>Lag 2</i>	0,181	32,7	1,001	0,994 – 1,009	1,3 (1)
<i>Lag 3</i>	0,180	32,8	1,001	0,994 – 1,009	1,5 (1)
<i>Lag 4</i>	0,161	30,9	1,001	0,994 – 1,008	1,3 (2)
<i>Lag 5</i>	0,160	31,0	1,003	0,996 – 1,010	3,0 (2)
<i>Lag 6</i>	0,243	41,1	1,004	0,996 – 1,012	4,0 (3)
<i>Lag 7</i>	0,167	26,1	1,004	1,001 – 1,014	7,6 (3)
<i>Lag 0:3</i>	0,210	39,5	1,004	0,972 – 1,037	4,0 (3)
<i>Lag 0:7</i>	0,166	41,9	1,004	0,968 – 1,023	4,6 (3)
<i>Lag 0:15</i>	0,146	43,4	1,012	0,951 – 1,076	12,0 (3)
<i>Episodio</i>	0,274	41,9	1,394	1,007 – 1,815	(3)
<i>Quintil 5</i>	0,323	46,4	1,339	0,959 – 1,869	(3)

Ajustes: (1) Día de semana, día festivo, temperatura y humedad; (2) Día de semana, día festivo y humedad; (3): Día de semana, festivo y temperatura





MORBILIDAD-2016

Efectos de Episodios de PM₁₀ sobre casos diagnosticados de IRA en menores de 5 años Medellín 2016

Rezagos	R ²	Deviance explained (%)	Deviance explained		% R
	ajustado		RR	IC95% RR	Δ10 ug/m3
Lag 0	0,334	44,7	1,002	1,000 – 1,003	1,7
Lag 1	0,359	47,1	1,002	1,001 – 1,004	2,3
Lag 2	0,375	48,7	1,002	1,001 – 1,004	2,4
Lag 3	0,384	49,8	1,002	1,000 – 1,004	2,0
Lag 4	0,411	51,7	1,002	1,001 – 1,004	2,3
Lag 5	0,403	51,2	1,002	1,001 – 1,004	2,1
Lag 6	0,407	51,6	1,002	1,001 – 1,004	2,4
Lag 7	0,392	50,1	1,002	1,001 – 1,004	2,2
Lag 0:3	0,379	51,6	1,002	0,999 – 1,006	2,3
Lag 0:7	0,376	53,8	1,004	1,001 – 1,006	3,7
Lag 0:15	0,394	59,1	1,002	1,000 – 1,003	1,8
Episodio	0,334	44,9	1,219	1,028 – 1,445	
Quintil 5	0,383	45,9	1,052	0,909 – 1,218	

Todos los modelos se ajustaron por día de semana, brote y temperatura

Efectos de Episodios de PM₁₀ sobre casos diagnosticados de Asma en menores de 5 años Medellín 2016

Rezagos	R ²	Deviance explained (%)	Deviance explained		% R
	ajustado		RR	IC95% RR	Δ10 ug/m3
Lag 0	0,130	22,7	1,003	0,999 – 1,007	3,0
Lag 1	0,117	21,1	1,002	0,998 – 1,006	2,2
Lag 2	0,117	21,6	1,003	0,999 – 1,007	2,3
Lag 3	0,159	25,2	1,003	0,999 – 1,007	3,0
Lag 4	0,164	25,4	1,003	0,999 – 1,007	3,1
Lag 5	0,174	25,8	1,003	0,999 – 1,007	3,3
Lag 6	0,199	29,0	1,003	0,999 – 1,007	3,1
Lag 7	0,195	28,9	1,003	0,999 – 1,007	3,1
Lag 0:3	0,143	27,4	1,004	0,996 – 1,011	3,8
Lag 0:7	0,139	32,7	1,005	1,003 – 1,008	5,4
Lag 0:15	0,127	38,3	1,005	1,002 – 1,008	5,1
Episodio	0,110	29,9	1,032	0,656 – 1,625	
Quintil 5	0,196	29,7	1,711	1,105 – 2,649	

Todos los modelos se ajustaron por día de semana y brote





Efectos de Episodios de PM₁₀ sobre casos diagnosticados de Neumonía en menores de 5 años Medellín 2016

Rezagos	R^2		Deviance explained		% R
	ajustado	(%)	RR	IC95% RR	$\Delta 10$ ug/m ³
Lag 0	na	na	na	na	na
Lag 1	na	na	na	na	na
Lag 2	na	na	na	na	na
Lag 3	na	na	na	na	na
Lag 4	na	na	na	na	na
Lag 5	0,012	2,7	1,003	0,998 – 1,007	2,5
Lag 6	0,025	3,8	1,003	0,999 – 1,007	2,9
Lag 7	0,037	4,5	1,003	0,999 – 1,007	3,2
Lag 0:3	0,036	8,7	1,000	0,998 – 1,013	0,4
Lag 0:7	0,057	16,1	1,003	0,999 – 1,007	3,3
Lag 0:15	0,060	29,3	1,002	0,999 – 1,004	1,5
Episodio	na	na	na	na	
Quintil 5	0,072	13,1	1,007	0,663 – 1,530	

En todos los modelos se excluyeron los factores y las covariables. Los “na” se refieren a no aplica cuando no corre el modelo por número de casos insuficientes o sus resultados ofrecen coeficientes con signo negativo.

Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre casos diagnosticados de IRA en menores de 5 años Medellín 2016

Rezagos	R^2		Deviance explained		% R
	ajustado	(%)	RR	IC95% RR	$\Delta 10$ ug/m ³
Lag 0	0,334	44,6	1,002	1,000 – 1,004	2,3
Lag 1	0,343	46,0	1,003	1,000 – 1,005	2,8
Lag 2	0,364	47,7	1,003	1,001 – 1,005	3,0
Lag 3	0,365	48,3	1,003	1,000 – 1,005	2,6
Lag 4	0,387	49,8	1,003	1,000 – 1,005	2,8
Lag 5	0,395	50,3	1,003	1,000 – 1,005	2,7
Lag 6	0,395	50,4	1,003	1,001 – 1,005	2,8
Lag 7	0,368	48,6	1,002	1,000 – 1,004	2,2
Lag 0:3	0,351	49,3	1,003	1,002 – 1,004	2,9
Lag 0:7	0,337	51,3	1,003	1,002 – 1,005	3,5
Lag 0:15	0,335	55,9	1,002	1,000 – 1,003	1,8
Episodio	0,357	46,2	1,180	1,046 – 1,331	
Quintil 5	0,374	48,5	1,053	0,895 – 1,239	

Todos los modelos se ajustaron por día de semana, brote y temperatura



Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre casos diagnosticados de Asma en menores de 5 años Medellín 2016

<i>Rezagos</i>	<i>R</i> ²	<i>Deviance explained</i> (%)	<i>RR</i>	<i>IC95% RR</i>	% <i>R</i> $\Delta 10$ ug/m ³
	<i>ajustado</i>				
<i>Lag 0</i>	0,137	23,4	1,005	0,999 – 1,010	4,8
<i>Lag 1</i>	0,120	21,2	1,003	0,997 – 1,009	3,3
<i>Lag 2</i>	0,128	22,6	1,005	0,999 – 1,010	4,6
<i>Lag 3</i>	0,166	25,9	1,005	0,999 – 1,011	5,2
<i>Lag 4</i>	0,157	24,8	1,004	0,998 – 1,010	4,1
<i>Lag 5</i>	0,156	24,2	1,003	0,998 – 1,009	3,5
<i>Lag 6</i>	0,177	27,1	1,003	0,997 – 1,008	2,5
<i>Lag 7</i>	0,193	28,8	1,004	0,998 – 1,010	4,2
<i>Lag 0:3</i>	0,152	29,0	1,005	0,992 – 1,019	5,6
<i>Lag 0:7</i>	0,155	34,4	1,006	1,001 – 1,012	6,6
<i>Lag 0:15</i>	0,206	46,5	1,005	1,000 – 1,009	5,0
<i>Episodio</i>	0,112	20,1	1,069	0,782 – 1,459	
<i>Quintil 5</i>	0,157	28,2	1,582	1,002 – 2,499	

Ajustes: (1) Día de semana, brote; (2) Día de semana



MORBILIDAD-2015

Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre casos diagnosticados de IRA en menores de 5 años Medellín 2015

Rezagos	R ²		Deviance explained		% R
	Ajustado	(%)	RR	IC95% RR	Δ10 ug/m3
Lag 0	0,807	87,7	1,003	1,002 - 1,004	3,3
Lag 1	0,807	87,8	1,003	1,002 - 1,004	3,4
Lag 2	0,797	87,7	1,003	1,002 - 1,004	2,8
Lag 3	0,797	87,8	1,002	1,001 - 1,003	2,3
Lag 4	0,805	88,2	1,002	1,001 - 1,003	1,9
Lag 5	0,821	89,9	1,002	1,001 - 1,003	1,6
Lag 6	0,814	89,6	1,002	1,000 - 1,003	1,6
Lag 7	0,849	91,2	1,005	1,003 - 1,006	4,8
Lag 0:3	0,806	88,7	1,003	1,002 - 1,004	3,5
Lag 0:7	0,864	92,7	1,007	1,004 - 1,009	6,7
Lag 0:15	0,901	94,8	1,006	1,004 - 1,007	5,7
Episodio	0,817	88,3	1,161	1,114 - 1,211	
Quintil 5	0,818	89,3	1,152	1,100 - 1,207	

Todos los modelos se ajustaron por día de semana, festivo, brote, temperatura, humedad y precipitación

Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre casos diagnosticados de Asma en menores de 5 años Medellín 2015

Rezagos	R ²		Deviance explained		% R
	Ajustado	(%)	RR	IC95% RR	Δ10 ug/m3
Lag 0	0,721	78,6	1,001	0,999 - 1,004	1,3
Lag 1	0,711	77,9	1,001	0,999 - 1,004	1,4
Lag 2	0,709	77,8	1,000	0,997 - 1,002	0,0
Lag 3	0,710	77,9	1,001	0,998 - 1,003	0,7
Lag 4	0,713	78,1	1,001	0,999 - 1,004	1,5
Lag 5	0,707	77,8	1,001	0,998 - 1,003	0,9
Lag 6	0,726	78,9	1,003	1,001 - 1,006	3,1
Lag 7	0,719	78,5	1,003	1,000 - 1,005	2,8
Lag 0:3	0,738	80,8	1,002	0,994 - 1,009	1,7
Lag 0:7	0,727	80,6	1,004	1,002 - 1,007	4,4
Lag 0:15	0,662	80,4	1,002	1,001 - 1,004	1,9
Episodio	0,744	80,5	1,132	1,029 - 1,246	
Quintil 5	0,713	79,2	1,002	0,905 - 1,108	

Todos los modelos se ajustaron por día de semana, festivo, brote, humedad y precipitación





Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre casos diagnosticados de Asma en adultos con 65 y más años Medellín 2015

Rezagos	R ²	Deviance explained		% R	
	Ajustado	(%)	RR	IC95% RR	Δ10 ug/m ³
Lag 0	na	na	na	na	na
Lag 1	na	na	na	na	na
Lag 2	na	na	na	na	na
Lag 3	0,522	58,3	1,002	0,997 – 1,007	2,0
Lag 4	0,530	59,0	1,003	0,998 – 1,009	3,3
Lag 5	0,542	59,6	1,001	0,995 -1,007	1,0
Lag 6	0,546	59,7	1,002	0,996 – 1,008	1,9
Lag 7	0,544	59,8	1,001	0,994 – 1,007	0,6
Lag 0:3	0,521	59,4	1,000	0,994 – 1,007	0,2
Lag 0:7	0,540	63,2	1,002	0,998 – 1,006	1,7
Lag 0:15	0,535	66,7	1,001	0,998 – 1,003	0,7
Episodio	0,522	58,3	1,002	0,797 – 1,259	
Quintil 5	na	na	na	na	

Todos los modelos se ajustaron por día de semana y festivos. Los "na" se refieren a no aplica cuando no corre el modelo por número de casos insuficientes o sus resultados ofrecen coeficientes con signo negativo.

Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre casos diagnosticados de EPOC en adultos con 65 y más años Medellín 2015

Rezagos	R ²	Deviance explained		% R	
	ajustado	(%)	RR	IC95% RR	Δ10 ug/m ³
Lag 0	0,895	91,5	1,000	0,999 – 1,002	0,3
Lag 1	0,891	91,2	1,000	0,999 – 1,002	0,4
Lag 2	0,891	91,2	1,000	0,999 – 1,002	0,2
Lag 3	0,892	91,3	1,001	0,999 – 1,002	0,6
Lag 4	0,891	91,2	1,000	0,999 – 1,002	0,4
Lag 5	0,890	91,1	1,000	0,999 – 1,002	0,2
Lag 6	0,891	91,2	1,001	0,999 – 1,002	0,9
Lag 7	0,891	91,2	1,001	1,000 – 1,003	1,2
Lag 0:3	0,888	91,3	1,001	0,999 – 1,002	0,7
Lag 0:7	0,883	91,4	1,002	1,001 – 1,003	1,7
Lag 0:15	0,866	91,7	1,002	1,001 – 1,003	1,8
Episodio	0,896	91,5	1,015	0,963 – 1,069	
Quintil 5	Na	na	na	na	

Todos los modelos se ajustaron por día de semana y festivos. Los "na" se refieren a no aplica cuando no corre el modelo por número de casos insuficientes o sus resultados ofrecen coeficientes con signo negativo.





Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre casos diagnosticados de Neumonía en menores de 5 años Medellín 2015

<i>Rezagos</i>	<i>R</i> ²	<i>Deviance explained</i> (%)	<i>RR</i>	<i>IC95% RR</i>	% <i>R</i> $\Delta 10$ ug/m ³
	<i>ajustado</i>				
<i>Lag 0</i>	0,588	71,1	1,005	1,002 – 1,009	5,5
<i>Lag 1</i>	0,574	70,1	1,005	1,001 – 1,009	5,3
<i>Lag 2</i>	0,565	70,0	1,005	1,001 – 1,009	5,2
<i>Lag 3</i>	0,539	68,5	1,003	0,999 – 1,007	3,5
<i>Lag 4</i>	0,551	69,9	1,004	1,000 – 1,007	3,7
<i>Lag 5</i>	0,550	69,9	1,004	1,000 – 1,008	3,8
<i>Lag 6</i>	0,527	68,8	1,002	0,998 – 1,006	1,9
<i>Lag 7</i>	0,466	59,3	1,005	1,001 – 1,009	5,5
<i>Lag 0:3</i>	0,556	70,9	1,006	1,003 – 1,009	6,3
<i>Lag 0:7</i>	0,528	71,2	1,006	1,003 – 1,010	6,7
<i>Lag 0:15</i>	0,365	60,0	1,009	1,006 – 1,012	9,7
<i>Episodio</i>	0,574	70,2	1,209	1,035 – 1,413	
<i>Quintil 5</i>	0,584	71,8	1,255	1,059 – 1,488	

Todos los modelos se ajustaron por día de semana, temperatura, humedad y precipitación





Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre casos diagnosticados de Infarto Agudo de Miocardio en adultos con 65 y más años
Medellín 2015

Rezagos	R ² ajustado	Deviance explained (%)	RR	IC95% RR	Δ% R 10 ug/m3
Lag 0	0,088	15,3	1,001	0,996 – 1,007	1,4
Lag 1	0,069	13,8	1,001	0,996 – 1,007	1,1
Lag 2	0,076	14,4	1,000	0,995 – 1,006	0,4
Lag 3	0,095	16,2	1,003	0,997 – 1,008	2,9
Lag 4	0,119	19,1	1,005	1,000 – 1,011	5,4
Lag 5	0,116	18,8	1,005	1,000 – 1,011	5,3
Lag 6	0,129	19,7	1,006	1,000 – 1,011	6,0
Lag 7	0,102	17,8	1,005	0,999 – 1,011	5,0
Lag 0:3	0,079	17,8	1,003	0,999 – 1,011	2,6
Lag 0:7	0,050	21,8	1,006	1,003 – 1,009	6,6
Lag 0:15	-0,0289	28,8	1,001	0,969 – 1,035	1,2
Episodio	0,087	15,3	1,060	0,843 – 1,332	
Quintil 5	0,097	18,4	1,109	0,865 – 1,423	

Todos los modelos se ajustaron por día de semana

MORTALIDAD-2015

Efectos de Episodios de PM_{2.5} sobre mortalidad por causas respiratorias en todas las edades Medellín 2015

Rezagos	R ² ajustado	Deviance explained (%)	RR	IC95% RR	Δ% R 10 ug/m3
Lag 0	0,007	2,2	1,006	0,994 – 1,017	5,7
Lag 0:3	-0,006	5,7	1,006	0,954 – 1,060	6,1
Lag 0:7	-0,045	8,2	1,007	0,964 – 1,052	6,9
Lag 0:15	-0,100	20,4	0,996	0,935 – 1,061	-3,7
Episodio	-0,014	1,5	1,023	0,580 – 1,805	
Quintil 2	0,035	8,6	1,072	0,642 – 1,789	
Quintil 3	0,035	8,6	0,933	0,562 – 1,550	
Quintil 4	0,035	8,6	0,969	0,591 – 1,588	
Quintil 5	0,035	8,6	1,423	0,887 – 2,284	

Ninguno de los factores o covariables entraron en el modelo



Efectos de Episodios de $PM_{2.5}$ sobre mortalidad por causas respiratorias en adultos con 65 y más años
Medellín 2015

Rezagos	R^2 ajustado	Deviance explained (%)	RR	IC95% RR	$\Delta\% R$ 10 ug/m ³
Lag 0	-0,010	0,5	1,002	0,989 – 1,016	2,4
Lag 0:3	0,043	2,3	1,004	0,974 – 1,035	4,1
Lag 0:7	-0,100	5,3	1,006	0,971 – 1,042	6,1
Lag 0:15	-0,041	28,2	0,997	0,917 – 1,083	-3,3
Episodio	-0,013	0,2	1,079	0,500 – 2,009	
Quintil 2	0,001	6,5	0,880	0,489 – 1,582	
Quintil 3	0,001	6,5	0,913	0,523 – 1,592	
Quintil 4	0,001	6,5	0,815	0,464 – 1,431	
Quintil 5	0,001	6,5	1,154	0,677 – 1,967	

Ninguno de los factores o covariables entraron en el modelo





- 21 Anexo 9. Resultados GAM de morbilidad- Enfermedad respiratoria (Anexo exterior-Microsoft excel)
- 22 Anexo 10. Resultados GAM de morbilidad- Enfermedad circulatoria (Anexo exterior-Microsoft excel)
- 23 Anexo 11. Resultados GAM de Mortalidad (Anexo exterior-Microsoft excel)
- 24 Anexo 12. Resultados GAM Muertes (Anexo externo)

