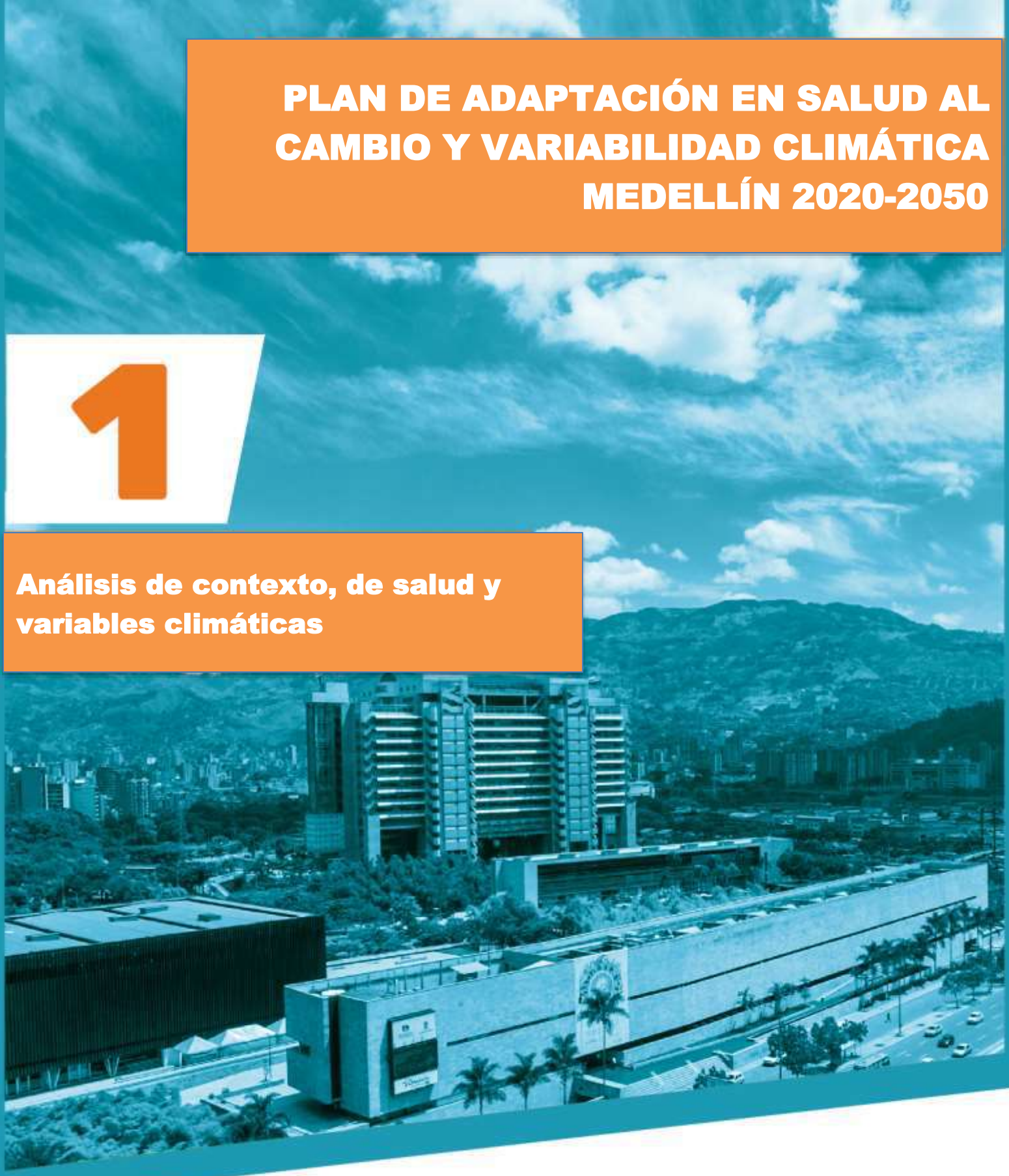
PLAN DE ADAPTACIÓN EN SALUD AL CAMBIO Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA MEDELLÍN 2020-2050



1

Análisis de contexto, de salud y variables climáticas

Alcaldía de Medellín

Alcaldía de Medellín

PLAN DE ADAPTACIÓN EN SALUD AL CAMBIO Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA MEDELLÍN 2020-2050

Tomo I

Análisis de contexto, de salud y variables climáticas

Secretaría de Salud de Medellín

Unidad de Salud Ambiental

Alcaldía de Medellín

Alcalde

Daniel Quintero Calle

Equipo Directivo Secretaría de Salud

Jennifer Andree Uribe Montoya
Secretaria de Salud de Medellín

Rosa Milena Lopera
Subsecretaria de Salud Pública

Ruth Helena Mena Pino
Subsecretaria de Gestión de Servicios de salud

Narda Constanza Moreno
Subsecretaria Administrativa y Financiera

Mónica Lucía Sánchez
Dirección Técnica de Planeación en Salud

Alcaldía de Medellín

Equipo Técnico de la Secretaría de Salud

Enrique Antonio Henao. Ingeniero Sanitario
Carolina Agudelo Rodríguez. Ingeniera Ambiental
Verónica María Lopera. Epidemióloga
Lizeth Tatiana Muñoz Jiménez. Administradora en Salud: Gestión Ambiental
Cindy Castañeda. Ingeniera Ambiental
Noelba María Flórez. Ingeniera Sanitaria
Raúl Rojo. Ingeniero Sanitario
Santiago Sepúlveda. Ingeniero Sanitario
Diana María Acevedo. Administradora en Salud: Gestión Ambiental
Camilo Restrepo Villada. Ingeniero Ambiental
Diana Milena Preciado. Administradora en Salud: Gestión Ambiental
Claudia Franco. Ingeniera Ambiental
Fernando Castrillón. Ingeniero Sanitario
Carlos Julio Montes. Epidemiólogo
Manuela Gutiérrez. Estudiante de Ingeniería Ambiental, practicante de excelencia
Mariana Jiménez García. Estudiante Ingeniería Ambiental, practicante de excelencia

Con la participación de:

Secretaría de Medio Ambiente

Gobernación de Antioquia

Corporación C40

Universidad de Medellín

Universidad de Antioquia

Alcaldía de Medellín

Plan de adaptación en salud al cambio y variabilidad climática para Medellín, junio 2021

Secretaría de Salud. Municipio de Medellín
Teléfono: 3855555
Calle 44 #52-165, Edificio Plaza de la Libertad. Medellín, Colombia, Sudamérica.
Correo electrónico: secre.salud@medellin.gov.co

La información de esta obra se puede descargar, copiar, compartir y utilizar parcial o totalmente, reconociendo la autoría en todos los casos. Está prohibido cambiar el contenido de la obra y hacer uso comercial de la misma.

Alcaldía de Medellín

Contenido

1. Introducción ... 17
2. Marco normativo ... 21
2.1 Marco normativo internacional adoptado por Colombia ... 21
2.2 Marco normativo en Colombia ... 23
2.3 Marco normativo en Medellín y Antioquia ... 28
2.4 Agenda estratégica mundial del sector salud frente al cambio climático ... 30
2.5 Cambio climático, salud y Objetivos de Desarrollo Sostenible ... 33
3. Revisión de los instrumentos territoriales para los lineamientos de adaptación al cambio climático desde la dimensión de salud ambiental ... 36
3.1 Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021 ... 39
3.2 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014-2018 “Todos por un Nuevo País” ... 43
3.3 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2012 ... 45
3.4 Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín 2014 ... 49
3.5 Plan de desarrollo territorial del municipio de Medellín 2020-2023 ... 56
3.6 Plan Territorial de Salud 2020-2023 de la Alcaldía de Medellín ... 59
3.7 Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) 2015-2030 de Medellín ... 61
4. Situación actual del cambio climático ... 66
5. Contexto del territorio ... 71
5.1 Contexto territorial y demográfico ... 71
5.1.1 Ubicación territorial y descripción geomorfológica ... 71
5.1.2 Geomorfología del territorio ... 75
5.1.3 Relieve y altitud ... 77
5.1.4 Hidrografía ... 79
5.1.5 Clima ... 80
5.2 Patrones uso del suelo ... 82
5.3 Estructura ecológica ... 86
5.4 Contexto poblacional y socioeconómico ... 98
5.4.1 Composición demográfica y poblacional ... 98

5.4.2 Grado de urbanización 100
5.4.3 Número de viviendas 101
5.4.4 Número de hogares 102
5.4.5 Estructura demográfica 102
5.4.6 Esperanza de vida 106
5.5 Situación socioeconómica y calidad de vida 107
5.5.1 Empleo y seguridad laboral 107
5.5.2 Indicadores de pobreza 109
5.5.3 Cobertura bruta en educación 110
5.5.4 Calidad de vida y desigualdad social 110
6. Contexto hidrometeorológico: definición de las amenazas 116
6.1 Contexto hidrometeorológico histórico y actual 117
6.1.1 Ciclo anual de vientos y temperatura en el Valle de Aburrá 118
6.1.2 Clasificación del clima en el Valle de Aburrá según su temperatura y humedad relativa 119
6.1.3 Precipitación 122
6.1.4 Proyecciones de cambio climático 124
6.1.5 Proyecciones y cambios de las variables climáticas según los cambios en los usos del suelo 128
7. Condiciones de riesgos frente al cambio y variabilidad climática 129
7.1 Riesgo en el cambio de patrones de vectores y animales transmisores de zoonosis 129
7.2 Riesgo de desastres en Medellín 132
7.3 Descripción de los fenómenos amenazantes por zonas 139
7.3.1 Zona 1 139
7.3.2 Zona 2 141
7.3.3 Zona 3 142
7.3.4 Zona 4 143
7.3.5 Zona 5 144
7.3.6 Zona 6 145

7.3.7 Zona Río 146
7.4 Presencia de islas de calor: influencia del tipo de geometría urbana y coberturas vegetales en la temperatura superficial del Valle de Aburrá..... 148
7.4.1 Temperatura superficial del Valle de Aburrá..... 149
7.4.2 Identificación de posibles zonas a intervenir por sus condiciones térmicas 151
7.5 Exposición a la radiación. Modelación de la radiación en el Valle de Aburrá..... 153
7.6 Disponibilidad y acceso a agua potable..... 158
7.7 Afectación seguridad nutricional..... 178
7.8 Presencia de contaminación atmosférica 189
8. Eventos en salud asociados al cambio climático y priorizados para la vigilancia e intervención 194
8.1 Eventos en salud asociadas a disponibilidad y acceso a agua potable 196
8.2 Eventos en salud asociadas a los cambios en los patrones de vectores y zoonosis ……199
8.3 Lesiones de causa externa relacionados con aumento de las precipitaciones, temperatura o remociones en masa..... 203
8.4 Eventos en salud relacionados con la afectación a la seguridad nutricional 207
8.5 Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) 213
8.6 Eventos de salud que afectan la piel, relacionados con el aumento de las radiaciones UV ……225
8.7 Eventos respiratorios agudas de las vías inferiores y superiores, asociadas a la contaminación atmosférica 234
8.8 Eventos en salud asociadas a los cambios de la temperatura con la producción de islas de calor, especialmente en áreas urbanas..... 236
9. Adaptación en salud al cambio climático 243
9.1 Metodología 243
9.2 Resultados 250
9.2.1 Caracterización de actores..... 250
9.3 Mapeo de actores 261
9.4 Descripción de la incidencia y vinculación de los actores..... 265
Referencias 278

Alcaldía de Medellín

Lista de figuras

Figura 1..... 48
Sistema Nacional de Cambio Climático 48
Figura 2...... 72
División política administrativa y límites. Medellín, 2018 72
Figura 3...... 76
Depósitos de vertiente en la zona noreste de Medellín 76
Figura 4...... 77
Mapa geológico del Valle de Aburrá y sus depósitos de vertiente..... 77
Figura 5...... 79
Relieve e hidrografía. Medellín, 2018..... 79
Figura 6A......83
……
Clasificación del suelo del municipio 83
Figura 6B. 99
Densidad poblacional por kilómetro cuadrado. Medellín, 2018 99
Figura 7..... 104
Pirámide poblacional de Medellín. 2005, 2018, 2020. 104
Figura 8..... 120
Promedio multianual de la temperatura en el Valle de Aburrá a partir de los registros de las estaciones del SIATA 120
Figura 9...... 121
Clasificación climática según Caldas, en el Valle de Aburrá 121
Figura 10..... 123
Variabilidad en la frecuencia, tiempo de las precipitaciones 123
Figura 11...... 126
Serie de temperatura superficial para las décadas 2000, 2040 y 2090 en Medellín 126
Figura 12..... 127
Serie de precipitación para las décadas 2000, 2040 y 2090 en Medellín 127

Figura 13. 127
Serie de humedad específica para las décadas 2000, 2040 y 2090 en Medellín 127
Figura 14 130
Relación entre anomalía El Niño 3,4 y número de casos de dengue registrados en Medellín 130
Figura 15. 131
Análisis con rezagos de la relación entre la precipitación y el número de casos de dengue registrados en Medellín ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 16. 132
Modelado de la incidencia de dengue en Medellín 132
Figura 17. 136
Distribución de la precipitación y la ocurrencia mensual de movimientos en masa para los departamentos de Antioquia, Caldas, Valle del Cauca, Cundinamarca, Cauca y Santander. 136
Figura 18. 139
Fenómenos amenazantes priorizados 139
Figura 19. 150
Ubicación de los barrios más cálidos y frescos en el Valle de Aburrá, según temperaturas superficiales 150
Figura 20 151
Temperatura superficial de barrios de Medellín 151
Figura 21. 153
Porcentaje de área de cada barrio para ser intervenidos según la radiación y la conformación de las islas de calor 153
Figura 22. 156
Código de colores para el índice ultravioleta IUV 156
Figura 23 158
Variabilidad espacial de la radiación alcanzada en el modelo desde el amanecer hasta el atardecer del 23 de enero de 2017 y 9 de julio de 2016 (izquierda), y el número de horas con radiación solar directa (derecha) 158
Figura 24 161

Provisión de agua para el Valle de Aburrá 161
Figura 25..... 162
Ubicación planta de tratamiento acueductos veredales. Corregimientos de Medellín 162
Figura 26...... 163
Áreas prioritarias para el aprovisionamiento de agua superficial dentro y fuera de Medellín 163
Figura 27..... 165
Concentraciones de DBO en las estaciones a lo largo del río Aburrá, años 2012 y 2015 165
Figura 28...... 166
Concentraciones de OD en las estaciones a lo largo del río Aburrá, años 2012 y 2015. 166
Figura 29...... 168
Índice de calidad ICA del río Aburrá..... 168
Figura 30...... 169
IACAL río Aburrá en año seco 169
Figura 31..... 171
Índice de escasez para el Valle de Aburrá 2019 y 2025..... 171
Figura 32...... 172
Índice de Regulación Hídrica para la cuenca del río Aburrá..... 172
Figura 33...... 174
Amenaza por movimientos en masa en la cuenca del río Aburrá..... 174
Figura 34...... 175
Amenaza por inundaciones en la cuenca del río Aburrá 175
Figura 35...... 176
Amenazas por avenidas torrenciales en los cuerpos de agua de la cuenca del río Aburrá 176
Figura 36..... 177
Amenaza de incendios de coberturas vegetales en la cuenca del río Aburrá..... 177
Figura 37..... 188

Impactos y consecuencias del impacto climático sobre la seguridad alimentaria y nutricional 188
Figura 38. 192
Concentraciones promedio mensuales de PM 2,5 en estaciones de monitoreo de Red Aire. 2016. 192
Figura 39 193
Ciclo anual del PM2.5 para las diferentes estaciones durante el 2017 y comparación con años anteriores. Estaciones monitoreo en Medellín 193
Figura 40. 198
Tendencia semanal para el evento EDA años 2012-2017 198
Figura 41. 199
Distribución espacial de los casos de EDA en la ciudad de Medellín en el año 2017 199
Figura 42. 200
Tasa de incidencia y número de casos de dengue en Medellín años 2000-2018 200
Figura 43. 201
Georreferenciación de casos de dengue Medellín año 2018 201
Figura 44. 202
Chikunguña según número de casos por semana epidemiológica Medellín, 2014-2018 202
Figura 45. 203
Zika según número de casos por semana epidemiológica Medellín, 2015-2018 203
Figura 46. 216
Comportamiento de los casos de enfermedades transmitidas por alimentos o agua, por semana epidemiológica. Medellín 2018 216
Figura 47. 216
Alimentos implicados en los casos de ETA, acumulado Medellín 2018 216
Figura 48 217
Casos de enfermedades transmitidas por alimentos o agua, según sexo, Medellín 2018 217
Figura 49 218

Casos de enfermedades transmitidas por alimentos o agua, según grupo de edad, Medellín 2018 218
Figura 50. 219
Adherencia al protocolo: estudio agente microbiológico. Medellín 2018 219
Figura 51. 220
Adherencia al protocolo: agentes identificados en brotes, Medellín 2018 220
Figura 52. 221
Adherencia al protocolo. Medellín 2018 221
Figura 53. 222
Número de casos de enfermedades transmitidas por alimentos según lugar de consumo u ocurrencia. Medellín 2018 222
Figura 54. 224
Proporción de enfermedades transmitidas por alimentos o agua según comuna. Medellín 2018 224
Figura 55. 225
Densidad de casos de enfermedades transmitidas por alimentos o agua según comuna. Medellín 2016 225
Figura 56 234
Distribución espacial de los casos de melanoma en la ciudad de Medellín en el año 2017 234
Figura 57. 235
Canal endémico para el evento de IRA 235
Figura 58. 236
Tendencia mensual en cada año de los eventos 236
Figura 59. 238
Identificación de islas de calor en Medellín 238
Figura 60. 239
Distribución espacial de los casos de golpe de calor en la ciudad de Medellín en el año 2017 239
Figura 61. 240

Tendencia mensual en cada año de los eventos de golpe de calor consultados..... 240
Figura 62...... 241
Canal endémico para el evento de angina de pecho..... 241
Figura 63...... 242
Distribución espacial de los casos de angina de pecho en la ciudad de Medellín en el año 2017 242
Figura 64..... 246
Matriz de análisis estructural de la MICMAC..... 246
Figura 65..... 249
Clasificación de actores y su ubicación de acuerdo con la influencia y dependencia..... 249
Figura 66...... 263
Influencia por dependencia de actores 263

Alcaldía de Medellín

Lista de tablas

Tabla 1. 73
Distribución de los territorios por extensión territorial y área de residencia. Medellín, 2016 73
Tabla 2. 89
Cuencas y microcuencas abastecedoras en suelo rural 89
Tabla 3. 100
Población proyectada por área de residencia. Medellín, 2018 100
Tabla 4. 105
Otros indicadores de estructura demográfica en Medellín. 2005, 2018, 2020 105
Tabla 5. 105
Indicadores de la dinámica poblacional en Medellín 105
Tabla 6. 105
Otros indicadores de la dinámica de la población del municipio de Medellín, 2005-2015105
Tabla 7. 110
Otros indicadores de ingreso, municipio de Medellín 2010-2017 110
Tabla 8. 112
Índice multidimensional de calidad de vida y sus componentes según comunas. Medellín 2012-2015 112
Tabla 9. 114
Razón índice de desigualdad social. Componentes del índice multidimensional de calidad de vida. Medellín 2012 -2015 114
Tabla 10. 115
Índice relativo de desigualdad social. Medellín 2012-2015 115
Tabla 11. 138
Tipo de amenaza por comuna para Medellín 138
Tabla 12. 194
Eventos en salud asociados a amenazas 194

Tabla 13. 204

Eventos reportados en DAGRD relacionados con movimientos en masa, discriminado por comunas y corregimientos. Medellín 2005-2018 204

Tabla 14. 204

Eventos reportados en DAGRD, relacionados con inundaciones y avenidas torrenciales, discriminado por comunas y corregimientos. Medellín 2005-2018. 204

Tabla 15. 205

Eventos reportados en DAGRD relacionados con incendios de cobertura vegetal, discriminado por comunas y corregimientos. Medellín 2016-2018 205

Tabla 16. 207

Comportamiento de la mortalidad por accidentes probablemente relacionados con aumento de las precipitaciones, temperatura o remociones en masa. Medellín 2005-2016 207

Tabla 17. 208

Prevalencia indicador global (peso/edad), por grupo de edad y sexo 208

Tabla 18. 210

Prevalencia indicador crónico (talla/edad), por grupo de edad y sexo..... 210

Tabla 19. 211

Prevalencia indicador agudo (peso/talla), por grupo de edad y sexo, en niños y niñas menores de 5 años 211

Tabla 20. 262

Matriz de impactos cruzados 262

1. Introducción

El cambio climático, definido como el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables, es un tema de gran relevancia mundial debido a sus efectos nocivos sobre la salud y el bienestar de la población, tal como lo señala la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (ONU, 1992).

Los efectos del cambio climático son una realidad global y las consecuencias que desencadena son cada vez más evidentes: el ascenso del nivel de mar, la reducción del rendimiento de cultivos, la proliferación de nuevos vectores de enfermedades y acentuación en la incidencia de otros ya existentes, la falta de la disponibilidad de alimentos, la escasez de agua, la consolidación de las islas de calor y otros asuntos que afectan en gran medida el medio ambiente y la conservación de los recursos naturales; todo ello genera efectos sobre la salud de la población, como el aumento de enfermedades crónicas no transmisibles, la alteración de la salud mental y la desnutrición, entre otras afecciones. Lo anterior afecta principalmente a los sectores y a las poblaciones más vulnerables.

Ante el escenario actual, uno de los grandes retos es apostarle a enfrentar el cambio climático con estrategias que permitan educar y concientizar a la población sobre la importancia de la adaptación frente a este fenómeno, que es definido por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC por sus siglas en inglés) como “los ajustes a los sistemas naturales o humanos como

respuesta a los estímulos climáticos reales o previstos o a sus efectos, que mitigan daños o se aprovechan de oportunidades beneficiosas" (IPCC, 2007).

En Colombia, como respuesta a la adaptación frente al fenómeno del cambio climático, el sector salud asumió el compromiso mediante el Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021 (PDSP), en el cual se establece que la salud ambiental es una dimensión prioritaria y que se define como el:

> Conjunto de políticas, planificadas y desarrolladas de manera transectorial, con la participación de los diferentes actores sociales, que buscan favorecer y promover la calidad de vida y salud de la población, de las presentes y futuras generaciones y materializar el derecho a un ambiente sano, a través de la transformación positiva de los determinantes sociales, sanitarios y ambientales (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Esta incluye acciones de promoción, prevención, inspección, vigilancia y control en salud ambiental, como la dinamización de la participación activa a nivel intersectorial e interinstitucional para buscar la solución integral de los problemas de saneamiento básico, la universalización de los servicios públicos y el manejo integral de las cuencas y microcuencas del territorio.

Adicional a esto, el PDSP es la herramienta para garantizar el abordaje de lineamientos para la formulación del plan territorial de adaptación al cambio climático desde el componente de salud ambiental en el cual se incluirán las diferentes acciones, los responsables, los recursos y los mecanismos de seguimiento y evaluación. Debido a su carácter transectorial y a su importancia para

la salud pública, se deberá tener presente que las distintas autoridades del nivel territorial, debidamente coordinadas por la Comisión Intersectorial de Salud Pública, creada mediante del Decreto 859 de 2014, se articularán para la implementación de planes, políticas, programas y proyectos que permitan el satisfactorio cumplimiento de las metas relacionadas con la adaptación al cambio climático.

El Ministerio de Salud y Protección Social expidió el Lineamiento para la Formulación del Plan Territorial de Adaptación al Cambio Climático desde el Componente de Salud Ambiental en el marco de la Circular 039 de 2014 que integra las metas del PDSP dirigidas a la generación de mecanismos para hacer frente a los impactos directos, indirectos y de perturbación socioeconómica del cambio climático a partir de los instrumentos y herramientas que poseen los territorios que permitan definir la estrategia de adaptación desde el componente de salud ambiental, con el fin de anticiparse a los efectos en salud que están relacionados con el cambio climático, articulándose con el proceso de planeación integral para la salud, acorde con la Resolución 1536 de 2015.

En este sentido, la Secretaría de Salud de Medellín, en articulación con diferentes actores gubernamentales, académicos y de la sociedad civil, construye el plan de adaptación en salud al cambio y variabilidad climática, partiendo de una revisión inicial de los instrumentos normativos disponibles que refuerzan la construcción e implementación de este plan, seguido de un recuento de los antecedentes de la situación de cambio y variabilidad climática en Colombia, Antioquia y el Valle de Aburrá partiendo de varios estudios y análisis que se han realizado en el país. Como tercer elemento, se presenta la selección de los eventos en salud que, según la

literatura, se han visto afectados por la influencia del cambio y variabilidad climática, construyendo así un análisis diagnóstico del comportamiento de estos en los últimos años en la ciudad de Medellín. Los anteriores elementos dan bases para el desarrollo del análisis de vulnerabilidad de la población ante el cambio y variabilidad climática en la ciudad de Medellín (presentado en el Tomo II), para con ello determinar de forma participativa las acciones y estrategias de adaptación en salud (presentadas en el Tomo III).

2. Marco normativo

En este capítulo se presenta una breve descripción de las normativas internacionales y nacionales que desde la década de 1990 se han establecido frente al cambio climático. Así mismo, se describirá la agenda estratégica de la Organización Mundial de la Salud (OMS) diseñada para la adaptación del sector salud al cambio climático.

2.1 Marco normativo internacional adoptado por Colombia

La primera conferencia mundial sobre el clima fue realizada en 1979 en Ginebra, convocada por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), en ella, el cambio climático fue reconocido como un problema grave para el planeta. Posteriormente, en 1988 se creó el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Luego en Ginebra, en 1990, se realizó la segunda conferencia mundial sobre el cambio climático, en la cual, a partir de las sesiones ministeriales y acogiendo las recomendaciones del IPCC, se solicitó firmar un convenio marco efectivo sobre el cambio climático que contara con el apoyo del mayor número posible de países y permitiera, a la vez, adoptar medidas efectivas.

En la Cumbre de Rio de Janeiro de 1992 se creó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en la que se establecieron las primeras convenciones sobre las cuales los Estados asumieron compromisos frente al cambio climático. Fue firmada por 155 Estados y entró en vigor el 21 de

marzo de 1994 y fue suscrita por Colombia e incorporada al orden jurídico interno mediante la Ley 164 del 27 de octubre de 1994.

Con la aprobación de este acuerdo internacional, nuestro país, junto con los demás Estados firmantes, reconoció la existencia del cambio climático y la necesidad de preocuparse por sus efectos adversos en la humanidad, tanto para las generaciones presentes como para las futuras. Tal como lo establece la Convención:

> Las respuestas al cambio climático deberían coordinarse de manera integrada con el desarrollo social y económico, con miras a evitar efectos adversos sobre este último, teniendo plenamente en cuenta las necesidades prioritarias legítimas de los países en desarrollo para el logro de un crecimiento económico sostenido y la erradicación de la pobreza (ONU, 1992).

El 11 de diciembre de 1997 se adoptó el *Protocolo de Kioto de la CMNUCC*, aprobado en Colombia, mediante la Ley 629 del 27 diciembre de 2000, protocolo que entró en vigor en 2005. Con este acuerdo internacional, las partes se comprometieron a reducir las emisiones de algunos de los gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global con el fin de promover el desarrollo sostenible y luchar contra el cambio climático.

Luego, el 12 de diciembre de 2015 se celebró la veintiunava conferencia de las partes en Francia, en la cual se adoptó el Acuerdo de París como resultado de las negociaciones entre los miembros de la CMNUCC. Su firma y entrada en vigor se dio durante 2016 y fue ratificada por Colombia mediante la Ley 1844 de 2017. Los

Estados parte buscan aunar esfuerzos para que el incremento de la temperatura media global del planeta no supere los 2 °C respecto a los niveles preindustriales y, además, promover esfuerzos adicionales que hagan posible que el calentamiento global no supere los 1,5 °C.

2.2 Marco normativo en Colombia

Además de los acuerdos internacionales adoptados por Colombia, en el año 2012, por medio de la Ley 1523, se adoptó la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se estableció el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en donde se concibe la adaptación al cambio climático como parte del proceso de reducción del riesgo de desastres. Luego se expidió la Ley 1715 del 2014, que promueve el desarrollo y utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético.

Con la Ley 715 de 2001 se definieron las competencias de los entes territoriales y se establecieron las directrices para el adecuado funcionamiento del Sistema General de Seguridad Social de Salud (SGSSS). Además, en el artículo 44 se estipula que corresponde a los municipios dirigir y coordinar el sector salud y el SGSSS. En este sentido, se estableció que, en lo concerniente a la salud pública, los municipios tienen como una de sus responsabilidades “cumplir y hacer cumplir en su jurisdicción las normas de orden sanitario previstas en la Ley 9 de 1979 y su reglamentación o las que la modifiquen, adicionen o sustituyan”, la cual en su

artículo 1, establece para la protección del medio ambiente “las normas generales que servirán de base en las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar o mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona la salud humana”.

Colombia, a partir del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2006-2010, estableció el compromiso de formular una Política Nacional de Salud Ambiental, y con la promulgación del CONPES 3550 de 2008, se reiteró la necesidad de definir orientaciones de política específicas para la salud ambiental como mecanismo de gestión y articulación intersectorial para promover la equidad y la protección de grupos vulnerables con énfasis en los problemas ambientales de mayores costos para la sociedad colombiana.

En el PND 2010–2014 se planeó implementar:

> Una política que promueva un cambio de cultura encaminado a la gestión preventiva y a tomar medidas que permitan anticipar y enfrentar los efectos adversos de los fenómenos de variabilidad y cambio climático; identificando las amenazas, vulnerabilidades y medidas de adaptación que deban ser implementadas, con información regionalizada y para subsectores productivos priorizados.

También se contempla el mercado de seguros agropecuarios, esto es, el uso de seguros climáticos y catastróficos, según mapa de riesgos agropecuarios con el propósito de identificar la probabilidad de ocurrencia de fenómenos climáticos en

las distintas regiones. En el componente de salud se encamina la estrategia de vida saludable, teniendo en cuenta las afectaciones por el cambio climático.

A través del Decreto 859 de 2014 se creó la Comisión Intersectorial de Salud Pública que tiene entre sus funciones es el seguimiento y gestión para articular la implementación de planes, políticas, programas y proyectos que permitan el satisfactorio cumplimiento de las metas relacionadas con la adaptación al cambio climático.

El PND 2014-2018 en materia de movilidad social plantea un objetivo dirigido a establecer un apoyo oportuno frente a los riesgos que afectan el bienestar de la población y los mecanismos para la protección de las condiciones de vida de las personas, dentro del cual, el diseño e implementación del plan de adaptación al cambio climático del sector salud es una prioridad para atender en ese periodo de gobierno.

En materia de adaptación en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), y partiendo de los avances, se priorizaron como acciones al 2030, entre otras: i) 100 % del territorio nacional con planes de cambio climático formulados y en implementación, ii) un sistema nacional de indicadores de adaptación al cambio climático que permita monitorear y evaluar la implementación de medidas de adaptación, iii) instrumentos de manejo del recurso hídrico con consideraciones de variabilidad climática y cambio climático en las cuencas prioritarias del país, y iv) inclusión de consideraciones de cambio climático en los instrumentos de planificación y acciones de adaptación innovadoras en seis

sectores prioritarios de la economía. Esta contribución fue incorporada en el acuerdo de París a finales del año 2015 y el mismo entró en vigor en noviembre del 2016.

El artículo 217 de La Ley 1450 de 2011 estipula la formulación del plan nacional de adaptación al cambio climático, el cual tiene como objetivo reducir el riesgo y los impactos socioeconómicos asociados a la variabilidad y al cambio climático en Colombia.

El Plan Decenal de Salud Pública (PDSP) 2012-2021, acogido por la Resolución 1841 de 2013**,** contiene en la dimensión de salud ambiental dos componentes. El primero es *hábitat saludable*, que tiene como objetivo intervenir con enfoque diferencial los determinantes sanitarios y ambientales de la salud relacionados con la calidad del aire, el ruido y las radiaciones electromagnéticas, los impactos del urbanismo, las condiciones de la ruralidad, las características de la movilidad, las condiciones de la vivienda y espacios públicos. El componente *situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales* es el segundo, y se define como las acciones sectoriales e intersectoriales del orden nacional y territorial que permitan incidir en aquellas situaciones de interés en salud pública, mediante la intervención positiva de los factores, riesgos y daños de orden social, sanitario y ambiental, que permitan modificar la carga ambiental de la enfermedad.

La meta 24 del PDSP está encaminada a formular e implementar el componente de salud ambiental del PNACC en las entidades territoriales de salud del país, con el fin de aportar en la reducción de los impactos en salud por el cambio climático.

En 2008 se emitió el CONPES 3550, con el cual se presentan los lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química. Por su parte, el CONPES 3242 de 2003 establece la estrategia institucional para la venta de servicios ambientales de mitigación del cambio climático.

El CONPES 3700 de 2011 pretende facilitar y fomentar la formulación e implementación de las políticas, planes, programas, incentivos, proyectos y metodologías en materia de cambio climático a través de la inclusión de las variables climáticas como determinantes para el diseño y planificación de los proyectos de desarrollo y mediante la configuración de un esquema de articulación intersectorial. Finalmente, el CONPES 3943 2018 define la política para la calidad del aire en Colombia, estableciendo la necesidad de los territorios de conocer los efectos en la salud por la contaminación del aire en Colombia.

En el Decreto 298 de 2016 se estableció el funcionamiento de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, así como la conformación de los nodos regionales de cambio climático como instancias regionales para promover, acompañar y apoyar la implementación de las políticas, estrategias, planes, programas, proyectos y acciones en materia de cambio climático en las regiones.

En 2008, el CONPES 113 define a la seguridad alimentaria y nutricional como:

> La disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por

parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa.

El Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2012-2019 (PNSAN), incorpora aspectos como la gestión social del riesgo (riesgo, vulnerabilidad, gestión del riesgo) ante posibles situaciones que puedan generar una crisis alimentaria, y contempla acciones fundamentales enmarcadas en medidas de prevención y promoción (reducción de la amenaza), mitigación (intervención para disminuir la vulnerabilidad) y superación del riesgo (evitar que permanezca la situación de hambre o malnutrición) durante las diferentes etapas del sistema agroalimentario.

2.3 Marco normativo en Medellín y Antioquia

Entre las normas relacionadas con el cambio climático, se encuentran las siguientes:

- El Plan de Ordenamiento Territorial (POT)
- El Acuerdo 46 de 2015, por medio del cual se adopta la estrategia integral para la gestión del cambio climático y la variabilidad climática en el Municipio de Medellín
- El Plan de Desarrollo Municipal (PDM) 2020-2023. En el marco del cumplimiento del POT y el Acuerdo 46 de 2015, se busca la elaboración de una herramienta de gestión en la cual se ordenen las acciones asociadas a cambio climático en la ciudad de Medellín. Se busca plantear los lineamientos para prevenir, evitar y mitigar los efectos del cambio climático en el municipio de Medellín, involucrando entes públicos y privados, así como a la población en general para

generar un cambio comportamental en la ciudadanía que contribuya a aumentar la capacidad de adaptación a los cambios en el clima y aportar en la reducción de la generación de gases de efecto invernadero.

- El Plan de Desarrollo de Antioquia (PDA) 2020-2023 incluye la línea ambiental y la gestión integral de cambio climático, no solo desde lo ambiental, sino también desde el componente de salud.
- Plan Territorial de Salud de Medellín 2020 - 2023 plantea en sus metas y estrategias la implementación del plan de adaptación en salud al cambio climático.
- El Plan Metrópoli 2008-2020 es la carta de navegación del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y tiene entre sus objetivos estratégicos mejorar la calidad de vida y forjar un ambiente sano.
- Plan de Gestión 2020-2023 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, que tiene como base fundamental el desarrollo humano integral, y como objetivo superior el desarrollo territorial con equidad, dando prioridad e importancia a las intervenciones relacionadas con la contaminación y las afectaciones por el cambio climático.
- Durante el 2018 se formuló el plan de acción ante el cambio y la variabilidad climática del área Metropolitana del Valle de Aburrá, el cual contempla los lineamientos para los municipios frente a las medidas de adaptación en salud.
- En el Acuerdo 046 de 2015 se adopta la estrategia integral para la gestión del cambio climático y la variabilidad climática en el municipio de Medellín, la cual se pretende desarrollar a través de dos ejes, a saber: primero, adaptación para disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia a los cambios en el clima, segundo, una estrategia municipal de desarrollo bajo en carbono.

2.4 Agenda estratégica mundial del sector salud frente al cambio climático

Además del marco normativo anteriormente descrito, en el año 2018 se promulgó la estrategia mundial de la OMS sobre salud, medio ambiente y cambio climático: transformación necesaria para mejorar de forma sostenible las condiciones de vida y el bienestar mediante la creación de ambientes saludables, de acuerdo con la cual, es necesario y urgente modificar la forma como los territorios abordan las problemáticas en salud, para lo que se deberá centrar la acción en los determinantes de la salud, el ambiente y el cambio climático, en el contexto de un enfoque coherente e integrado en todos los sectores, propiciado y apoyado por mecanismos de gobernanza adecuados y por la voluntad política de alto nivel. El sector sanitario debe desempeñar un nuevo papel para impulsar esta transformación mediante la adopción de un enfoque sostenible y equitativo.

La OMS entonces adoptó los siguientes objetivos estratégicos:

- **Objetivo estratégico 1. Prevención primaria. Intensificar las medidas relativas a los determinantes de la salud a fin de proteger y mejorar la salud en el marco de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible**. En la Agenda se aboga por prevenir los riesgos ambientales en su origen, o sea, mediante un cambio hacia medidas de prevención primaria y promoción de opciones saludables. A fin de reducir los 13 millones de defunciones que se producen cada año por riesgos ambientales será preciso intensificar de

manera eficiente las medidas de prevención primaria con la participación de todas las partes interesadas de todos los sectores.

- **Objetivo estratégico 2. Medidas intersectoriales. Actuar sobre los determinantes de la salud en todas las políticas y todos los sectores**. La responsabilidad respecto de muchos determinantes ambientales de la salud, así como de los instrumentos para hacerles frente, escapa al control directo de personas o del sector sanitario. Se están realizando importantes transiciones en los ámbitos de la energía, el transporte y otros sistemas principales que deberían tener efectos profundos en la salud de la población. Por consiguiente, se requiere un enfoque de salud pública más amplio, intersectorial, holístico y basado en la población. Este enfoque de la salud en todas las políticas incluye la participación comunitaria, la incorporación de la cobertura de salud en reglamentos y salvaguardias concernientes al ambiente y el trabajo, y las evaluaciones de los efectos sanitarios derivados de proyectos y políticas de desarrollo que abordan algunas cuestiones de salud ambiental en un único entorno, comunidad o sistema.

- **Objetivo estratégico 3. Sector sanitario reforzado. Fortalecer las funciones de liderazgo, gobernanza y coordinación del sector sanitario**. El sector sanitario desempeñará papeles de liderazgo y coordinación en colaboración con otros sectores relacionados con la salud, el ambiente y el cambio climático, a fin de mejorar las condiciones de vida. Es necesario desarrollar aptitudes para participar en el diálogo intersectorial y en el

seguimiento de las inversiones y sus consecuencias en otras áreas de la economía, según proceda. Una mayor capacidad permite promover medidas de beneficio mutuo que protejan al mismo tiempo la salud y el ambiente

- **Objetivo estratégico 4. Generación de apoyos. Establecer mecanismos de gobernanza y apoyo político y social.** Los mecanismos de gobernanza y el respaldo político de alto nivel permitirán trabajar en todos los sectores y mantener los bienes públicos para la salud. Las demandas ciudadanas en favor de entornos más sanos modelarán las opciones políticas. Los acuerdos multilaterales y otros acuerdos de alto nivel harán frente a las principales fuerzas impulsoras de los riesgos para la salud y las amenazas mundiales para la salud.

- **Objetivo estratégico 5. Fortalecimiento de las pruebas científicas y la comunicación**. Generar datos empíricos sobre riesgos y soluciones, y comunicar eficientemente dicha información a fin de orientar las opciones y las inversiones. Las medidas intersectoriales reforzadas, el apoyo de alto nivel y la prevención primaria intensificada exigirán una base empírica sólida y ampliada en lo que respecta a los efectos sanitarios, los costos, la eficacia y los beneficios sociales en general derivados de las soluciones, y deberán retroalimentarse a través de un seguimiento periódico.

- **Objetivo estratégico 6. Seguimiento**. Orientar las medidas mediante el seguimiento de los progresos hacia la consecución de los objetivos de

desarrollo sostenible. El seguimiento permitirá vigilar estrechamente los cambios en los determinantes de la salud y sus efectos, así como su distribución en los grupos de población y entre ellos. De esa forma, proporcionará información sobre el grado de avance con el fin de adaptar las políticas, entre ellas las tendentes a asegurar la justicia ambiental.

2.5 Cambio climático, salud y Objetivos de Desarrollo Sostenible

A continuación, se describen los principales Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y sus indicadores relacionados con la salud, el ambiente, el cambio y la variabilidad climática.

- **Objetivo 3**. Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades.
  3.9.1. Tasa de mortalidad atribuida a la contaminación de los hogares y del aire ambiente.
  3.9.2. Tasa de mortalidad atribuida al agua insalubre, el saneamiento deficiente y la falta de higiene (exposición a servicios insalubres de agua, saneamiento e higiene para todos).
  3.9.3. Tasa de mortalidad atribuida a intoxicaciones involuntarias.

- **Objetivo 6**. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

6.1.1. Proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable gestionados sin riesgos.

6.2.1. Proporción de la población que utiliza a) servicios de saneamiento gestionados sin riesgos y b) instalaciones para el lavado de manos con agua y jabón.

6.3.1. Proporción de aguas residuales tratadas de manera adecuada.

6.a.1. Volumen de la asistencia oficial para el desarrollo destinada al agua y el saneamiento que forma parte de un plan de gastos coordinados por el gobierno.

6.b.1. Proporción de dependencias administrativas locales que han establecido políticas y procedimientos operacionales para la participación de las comunidades locales en la gestión del agua y el saneamiento.

- **Objetivo 7.** Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.

  7.1.2. Proporción de la población cuya fuente primaria de energía son los combustibles y tecnologías limpios.

- **Objetivo 8.** Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

  8.8.1. Tasas de frecuencia de las lesiones ocupacionales mortales y no mortales, desglosadas por sexo y estatus migratorio.

- **Objetivo 9.** Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

- **Objetivo 11**. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
  11.6.2. Niveles medios anuales de partículas finas en suspensión (por ejemplo, PM2.5 y PM10) en las ciudades (ponderados según la población).

- **Objetivo 12**. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

- **Objetivo 13**. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

- **Objetivo 17**. Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

  17.14.1 Número de países que cuentan con mecanismos para mejorar la coherencia de las políticas de desarrollo sostenible.

3. Revisión de los instrumentos territoriales para los lineamientos de adaptación al cambio climático desde la dimensión de salud ambiental

Para combatir las consecuencias del cambio climático, el IPCC propone dos tipos de acciones: primero, la mitigación o aplicación de políticas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para potenciar su dispersión de la atmósfera y, segundo, la adaptación o iniciativas como medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales de los humanos ante los efectos reales o esperados del cambio climático. En consecuencia, la capacidad de mitigación se asienta en la vía del desarrollo sostenible emprendida por un país, mientras que la capacidad adaptativa es el conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas preventivas eficaces. El IPCC deja claro que ni la mitigación ni la adaptación pueden evitar, por sí solas, todas las consecuencias del cambio climático. En cambio, pueden complementarse y reducir de forma importante los riesgos derivados del calentamiento global.

Desde el punto de vista de la protección de la salud, no cabe duda de que las medidas más importantes a adoptar son las de adaptación. Aunque el cambio climático es un problema global, no todas las poblaciones ni países sufren por igual sus efectos: los países más pobres presentan mayor debilidad en sus sistemas sociales y sanitarios, por ello son más sensibles a los efectos del cambio. Del mismo modo, los grupos más vulnerables dentro de cada comunidad (personas mayores, niños, determinados enfermos y trabajadores, etc.) deben ser considerados de

forma especial en las acciones de adaptación, tales como la vigilancia, información, alerta e intervención.

Colombia, desde la entrada en vigor de la Constitución de 1991, ha buscado brindar a su población un ambiente sano, la Carta Magna lo estipula como uno de los derechos fundamentales de las personas y una de las bases para brindar calidad de vida a las actuales y futuras generaciones. Desde el ámbito de la Salud, resulta ser uno de los factores de mayor relevancia ya que la salud de las comunidades se ve altamente influenciadas por la calidad del medio en el que habitan a lo largo de sus vidas. Es desde aquí, también, que se dan políticas y lineamientos para facilitar a los territorios adoptar estrategias de desarrollo que protejan a la salud de las personas y les permita prevenir enfermedades causadas por el medio en el que habitan, al igual que controlar los factores que actualmente repercuten en la salud.

Es por esta razón que Colombia, mediante sus diferentes herramientas de direccionamiento territorial, incluye el cambio climático previéndolo como un factor con alto grado de influencia en los otros componentes que afectan la salud pública, que requiere medidas de intervención desde los diferentes entes territoriales.

El municipio de Medellín, se acogió a estas directrices y procedió a incluirlas dentro de sus instrumentos de planeación territorial como programas, proyectos y líneas que tiene en cuenta el estado actual de la ciudad, las características de crecimiento poblacional, el desarrollo económico, social, al igual que el estado actual del ambiente. Estos instrumentos definen la responsabilidad del ser humano en la construcción de una sociedad saludable, la importancia de una transformación de

hábitos y la promoción de la participación de los diferentes actores que intervienen en el tema de adaptación al cambio climático.

El Ministerio de Salud y Protección Social, expidió el *Lineamiento para la Formulación de Planes Territoriales de Adaptación al Cambio Climático desde el Componente de Salud Ambiental* en el marco de la Circular 039 de 2014 (donde se identifican metas del PDSP que apuntan a la generación de mecanismos para hacer frente a los impactos directos, indirectos y de perturbación socioeconómica del cambio climático), a partir de los instrumentos y herramientas que poseen los territorios que permitan definir la estrategia de adaptación desde el componente de salud ambiental, con el fin de anticiparse a los efectos en salud que están relacionados con el cambio climático y articulándose con el proceso de Planeación Integral para la Salud acorde con la Resolución 1536 de 2015.

Este lineamiento es complementario y está transversalizado por la Política Integral de Salud Ambiental (PISA) en sus líneas de intervención: calidad del aire, agua, zoonosis y enfermedades vectoriales, para definir, priorizar y agrupar estrategias de adaptación al cambio climático en determinado territorio, permitiendo articular el flujo de los sistemas de información de vigilancia epidemiológica del Instituto Nacional de Salud con variables meteorológicas y proyecciones climáticas, sin pretender modificar documentos técnicos y lineamientos previos en esta materia.

3.1 Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021

El Plan Decenal de Salud Pública es un pacto social y un mandato ciudadano en donde se define la actuación articulada de los sectores y actores involucrados, creadores de las condiciones de vida que modifican la situación de la salud del país. Este plan contiene los principios rectores políticos, al igual que las acciones fundamentales de intervención del entorno que son adoptados y adaptados a las problemáticas locales, de forma que facilitan la gestión y ejecución de las acciones correctivas y preventivas en el tema de salud pública. El plan no solo tiene como base la normatividad en temas de salud y sanidad, sino también en temas de equidad e inclusión social que son vinculantes con el tema de la salud.

Dentro del Plan Decenal de Salud Pública se establecen unas dimensiones prioritarias, las cuales actúan como elementos ordenadores y de abordaje de los aspectos que impactan en la vida de las personas, a través de las cuales se vincula la acción sectorial mencionada anteriormente. Desde aquí, se realiza el análisis de los determinantes sociales en la salud que, junto con un cruce de información, da la oportunidad al municipio de conocer información estadística y epidemiológica que permite a los grupos de actores involucrados una plataforma informativa sobre la cual diseñar un modelo de acción para abordar las dimensiones, las cuales son:

- Salud ambiental
- Vida saludable y condiciones no transmisibles
- Convivencia social y salud mental
- Seguridad alimentaria y nutricional
- Sexualidad, derechos sexuales y reproductivos

- Vida saludable y enfermedades no trasmisibles
- Salud Pública en emergencias y desastres
- Salud y ámbito laboral.

Estas ocho dimensiones representan los aspectos fundamentales para el bienestar y la calidad de vida de las personas y sus comunidades, según el orden de importancia se diseñan unas estrategias de desarrollo local que apunten a la idónea intervención de cada una de las dimensiones. En el caso del municipio de Medellín, se establecen líneas de trabajo específicas en cada uno de sus instrumentos de ordenamiento, desarrollo territorial y administrativo para abordar la salud pública.

La dimensión de salud ambiental contempla el conjunto de políticas, planificadas y desarrolladas de forma trasversal con actores que buscan mejorar la salud de las personas. Esta dimensión se encuentra conformada por dos componentes, el primero se denomina *hábitat saludable*; estructurado por nueve objetivos y veintidós estrategias que apuntan a mejorar la calidad de vida de la población, desde la intervención de los determinantes ambientales y sanitarios de los entornos en que habitan las comunidades. El segundo componente, son las *situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales*, aquí se presentan cuatro objetivos y ocho estrategias, que identifican y abordan los eventos relacionados con factores ambientales, en este componente se determina la incidencia de las enfermedades prioritarias sobre las cuales son formuladas las estrategias operativas.

Esta dimensión tiene presente el cambio climático como factor de alta influencia en los componentes ambientales que tienen efectos en la salud pública, priorizándolo en la meta 24 que propone que “a 2015 se habrá formulado el componente de Salud Ambiental del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático PNACC, e implementado en el 100 % de las Direcciones Territoriales de Salud DTS (departamentales, distritales y de categoría especial)” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013), para lo que se plantean dos indicadores de gestión. El primero es un 27 % de direcciones territoriales con formulación del componente de salud ambiental del PNACC, y el segundo es el 28 % de direcciones territoriales con implementación del componente de salud ambiental del PNACC, ambos indicadores tienen una periodicidad de medición anual.

Por su parte, la dimensión de salud pública en emergencias y desastres, es la acción transectorial que propende por la protección de individuos y colectivos ante los riesgos y emergencias o desastres. Está conformada por dos componentes, la gestión integral de riesgos en emergencias y desastres y la respuesta en salud ante situaciones de emergencias y desastres. En estos componentes se aborda el cambio climático desde los objetivos que proponen “reducir el riesgo de desastres actual y futuro para enfrentar las consecuencias asociadas a los impactos del cambio climático” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Al PDSP se vincula la política integral de salud ambiental municipal que genera la plataforma para la formulación de los *Lineamientos de adaptación al cambio climático desde la dimensión de salud ambiental*, aquí se tiene una ruta de trabajo y la definición de los responsables frente al proceso, los componentes a tener en

cuenta, responsables involucrados y la estrategia institucional para la articulación de acciones en materia de cambio climático y su relación con la salud. Para este último, el PDSP tiene como referente el Protocolo de Kioto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, protocolo que fue aprobado en Colombia por la Ley 629 de 2000, con lo cual promueve la generación de espacios de desarrollo y hábitats saludables donde "se oriente el cuidado del medio ambiente hacia la adaptación al cambio climático y a la equidad social" (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013), empleando "sistemas de alerta de emergencias que permitan predecir y pronosticar potenciales situaciones de riesgo sanitarias y ambientales, con respuesta integrada a los efectos adversos del cambio climático y la prevención y control de las emergencias sanitarias y ambientales" (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Desde el PDSP se hace énfasis en el alto grado de influencia que tiene el cambio climático en la salud y en la prioridad a la hora de formular acciones debido al alto índice de impacto que representa en el entorno, por lo que se necesitan lineamientos claros e incluyentes los cuales, al integrarse con la política integral en salud ambiental (PISA), generan la ruta de trabajo y las bases para procesos de intervención sanitarios con los que se prevenga, controle y mitiguen los factores ambientales que influyen en la salud, al igual que los efectos que estos puedan tener en ella.

Dentro de la dimensión de salud pública en emergencias de desastres, el componente de gestión integral de riesgos en emergencias y desastres propone como uno de sus objetivos la reducción del riesgo de desastres actual y futuro para

enfrentar las consecuencias asociadas a los impactos del cambio climático, el componente se plantea como las estrategias en salud de emergencias o desastres que forman parte de los planes con los que se pretende dar respuesta eficiente y oportuna a las contingencias que puedan afectar la salud de la población.

3.2 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014-2018 "Todos por un Nuevo País"

El Plan Nacional de Desarrollo (PND), "es el instrumento formal y legal por medio del cual se trazan los objetivos del Gobierno permitiendo la subsecuente evaluación de su gestión". El Plan Nacional de Desarrollo "Todos por un Nuevo País", es una ruta del Gobierno nacional enfocada en la solución del conflicto armado colombiano que es planteado como la causa de la inequidad y raíz de gran parte de los problemas internos del país. Para el logro de los objetivos del Plan, se trazan cinco estrategias transversales que aportan a los tres pilares de la paz, la equidad y la educación, estas estrategias son:

- Competitividad e infraestructura estratégica
- Movilidad social
- Transformación del campo
- Seguridad, justicia y democracia para la construcción de paz
- Buen gobierno.

La dimensión de salud ambiental se encuentra inmersa en la estrategia número dos, de movilidad social, la cual vislumbra acciones para aumentar la calidad y cobertura del sistema de salud, la atención integral a la primera infancia y programas de promoción social. Para esto tiene como primer objetivo avanzar hacia un

crecimiento sostenible y bajo en carbono, el cual plantea la meta de mejorar la gestión sectorial para la disminución de impactos ambientales y en la salud asociados al desarrollo económico.

Es por ello que desarrolla la estrategia de salud ambiental, con la que se pretende

> Alcanzar la reducción de los costos de mortalidad y morbilidad asociada a la contaminación del aire urbano, contaminación del aire interior y deficiencias en el suministro de agua para consumo humano y saneamiento básico. Todo esto a partir de la ratificación del compromiso y del trabajo intersectorial de las entidades del Gobierno Nacional con apoyo de los pares territoriales, haciendo responsable de la salud pública a los ministerios de Salud, Ambiente, Vivienda, Transporte, Minas y Comercio.

Ello orientado al desarrollo de acciones encaminadas a mejorar los factores ambientales que tienen impacto sobre la salud. Esto deberá ser guiado por:

> La implementación de la Política Integral de Salud Ambiental (PISA) y de quince indicadores de salud ambiental para el Sistema Unificado de Información de Salud Ambiental (SUISA), el fortalecimiento de las Instancias de coordinación intersectorial como la Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental (CONASA) y la conformación de treinta y dos consejos territoriales de salud ambiental (COTSA) en todo el territorio nacional, así como el diseño e implementación del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud. Se espera que el desarrollo de estas medidas propicie la disminución de los costos en salud ambiental con

respecto al producto interno bruto (PIB) de 2 % a 1,7%, al finalizar el cuatrienio.

El DNP liderará con el apoyo de los ministerios de Salud y Protección Social y de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la realización del estudio de costos en salud por exposición a la contaminación del aire urbano, aire interior y a las deficiencias en el suministro de agua potable y saneamiento básico (APSB). Este estudio se realizará con base en la metodología de análisis de carga de enfermedad por factores ambientales de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

El PND busca que cada sector formule e implemente una guía de trabajo bajo las medidas de adaptación al cambio climático, en la que se tenga en cuenta la vulnerabilidad de la población y la amenaza que representa la variabilidad climática, generando alianzas mediante las acciones transversales a tomar y compartiendo responsabilidades sectoriales, de forma tal que le permita a los territorios estar siempre preparados e ir disminuyendo los riesgos a los que se ven expuestos con el cambio climático.

3.3 Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2012

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Colombia (PNACC), es un instrumento de apoyo en el proceso de preparación territorial para enfrentar los eventos climáticos y las transformaciones graduales del clima. Según el Departamento Nacional de Planeación:

> Orienta la formulación de programas y proyectos prioritarios, así como el fortalecimiento de acciones ya emprendidas pero que requieren considerar las variables climáticas en su planeamiento y ejecución, con el propósito de reducir las consecuencias negativas en el largo plazo para las poblaciones, el sector productivo y los ecosistemas, así como identificar y beneficiarse de cambios en el territorio (Departamento Nacional de Planeación *et al.,* 2016).

Lo que pretende el PNACC, es dar unos lineamientos para una adaptación al cambio climático de forma planificada y desde todos los aspectos que sea posible tener en cuenta; aquí no se dan parámetros directos para la dimensión de salud ambiental y no se establece que deba tener un plan específico para el cambio climático, sin embargo, se tiene presente que los cambios en el clima son una amenaza constante para la salud de la población, dicha amenaza se incrementa con los cambios inusuales en los rangos de las variables climáticas, las frecuencias y las duraciones de los eventos climáticos extremos, los cuales dejan repercusiones que se ven reflejadas en las poblaciones diagnosticadas con mayor vulnerabilidad.

Según los efectos potenciales del clima proyectados en el PNACC, hay:

> Un aumento de la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores malaria y dengue (PNUD, 2010). Cerca del 65 % de la población urbana en Colombia presenta una alta probabilidad de infección por dengue o fiebre hemorrágica del dengue. El fenómeno de El Niño podría desplazar los vectores hacia zonas más altas en donde actualmente no se registra su presencia, poniendo en riesgo a un porcentaje más alto de la población (IDEAM, 2010). Las regiones andinas son las más propensas a estas nuevas

epidemias por ser zonas de malaria inestable. Estas regiones también son propensas debido al deterioro de los recursos hídricos y de las condiciones de habitabilidad (PNUD, 2010) (Departamento Nacional de Planeación *et al.*, 2012).

Esta variabilidad climática, al tener un mayor impacto en la población más vulnerable, hace más difícil el trabajo y la gestión para la disminución de la pobreza. Con este plan entonces, se articulan y responsabilizan las entidades territoriales, frente al proceso adaptativo a nivel nacional, departamental y municipal, creando el Sistema Nacional de Cambio Climático **(Figura 1),** conformado por unas mesas y comités operativos y orientadores en el tema de cambio climático.

Figura 1.
Sistema Nacional de Cambio Climático

Fuente: Departamento Nacional de Planeación (2012).

Entre las mesas de trabajo están contempladas unas mesas de carácter permanente que brindarán asesorías técnicas y emitirán conceptos solicitados por la COMICC que es una instancia de coordinación entre el Gobierno Nacional, las entidades territoriales, los sectores económicos y la sociedad civil en temas relacionados con adaptación y mitigación del cambio climático), con el fin de promover un modelo de desarrollo económico sostenible, carbono-eficiente y resiliente al clima para mejorar el nivel de vida de la población colombiana. El Ministerio de Salud y Protección Social es uno de los miembros responsables en la conformación de esta mesa permanente técnico-científica.

El Plan se encuentra integrado por cuatro *ventanas de trabajo o fases*. La primera, entrega las bases conceptuales y metodológicas, al igual que los protocolos sectoriales para la medición del riesgo climático y los pasos a seguir en el proceso de formulación de sus propios planes, todo esto a un rango temporal a 2012. La segunda fase se denomina acompañamiento por parte de los entes nacionales para la formulación de los PNACC sectoriales y territoriales (los cuales deben ser aprobados por el Conpes según el artículo 217 de la Ley 1450 de 2011), esta fase de asesoría fue contemplada durante el período 2013-2014. La implementación de estos planes programas y proyectos están contemplados en la fase tres y tienen un periodo de ejecución propuesto a 2013. Finalmente, la fase cuatro es la de monitoreo, reporte y verificación, aquí se sistematizan los avances desarrollados a lo largo de los periodos planteados.

Adicionalmente, las acciones del Ministerio de Salud y Protección Social y las secretarías de salud, deben ir orientadas hacia la reducción de la vulnerabilidad de la población con menor capacidad para reaccionar ante impactos generados por el clima, esto requiere replantear la forma de atención a la población de menores ingresos, incorporando la gestión de la adaptación al cambio climático en coordinación con el Modelo Integral Atención en Salud (MIAS), y la prevención de la atención en salud por el surgimiento de nuevas enfermedades.

3.4 Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín 2014

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT), es la herramienta municipal que instrumenta el marco estratégico y comprende el conjunto de decisiones sobre el

territorio, las cuales se materializan en procesos de implementación en los sistemas institucionales y de gestión. En el tema de la salud, define una ciudad saludable "como aquella que permite a los ciudadanos desarrollar y construir mejores condiciones de salud, bienestar y calidad de vida promoviendo la creación de oportunidades para el desarrollo individual y colectivo" (Concejo de Medellín, 2014), en base a este concepto se establece como imaginario de ciudad a 2030 un municipio "en equilibrio con el ser humano", que logra efectividad en los colectivos y sociales donde los riesgos que representa el entorno para la salud pública se vean controlados por la armonización de los componentes de mayor influencia.

Todo el POT presenta un enfoque direccionado a la adaptación al cambio climático que, aunque no es tomado desde la dimensión de salud ambiental definida anteriormente en el Plan Decenal de Salud, sí encamina sus directrices al cuidado de la salud pública. Desde el artículo 7 (Apuestas territoriales), se constituyen:

> Retos encaminados a la transformación o consolidación del Sistema de Ordenamiento Territorial, con miras a atender las necesidades, problemáticas, dinámicas y tendencias de cambio.
>
> **Urbanismo ecológico como estrategia para la adaptación y mitigación al cambio climático**. El Plan busca establecer e implementar en primera instancia, medidas de adaptación que comprenderán la gestión del riesgo y la consolidación de las áreas protegidas y en segundo lugar, medidas de mitigación, con énfasis en el modelo de ciudad compacta, la configuración de una red de espacios verdes urbanos, la consolidación de un subsistema de movilidad sostenible y la implementación de sistemas alternativos de ahorro

energético en las edificaciones y el impulso a programas de seguridad alimentaria, mejorando el hábitat urbano y rural (Concejo de Medellín, 2014).

A medida que se logran consolidar ambos componentes, se cumple con los compromisos dispuestos en el Plan Decenal de Salud para el componente de hábitat saludable.

Dentro de las estrategias territoriales del artículo 10 del POT, se propone el cinturón verde a manera de un sistema ecológico estructurante metropolitano como base natural prestadora de servicios ecosistémicos, además incorpora los mecanismos de actuación institucional coordinada, de mitigación y de adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo (Concejo de Medellín, 2014).

Los responsables de esta promoción y transformación territorial son los sistemas institucionales y de gestión del POT, que también deben incentivar el papel activo de la sociedad para lograr lo aquí propuesto. De este sistema forman parte las normas del sistema de gestión para la equidad territorial, en las que se agrupan los instrumentos de planificación, intervención del suelo y financiación. El sistema ambiental, de gestión del riesgo y cambio climático cuenta con un conjunto de disposiciones sobre los riesgos ambientales y la adaptación al cambio climático de acuerdo con las cuales se requiere la formulación del plan de mitigación y adaptación al cambio climático.

Para la adaptación al cambio climático, el POT enfoca la organización del territorio hacia la gestión de los elementos en torno a la adaptación del cambio climático,

integrándolo con el componente ambiental, la gestión del riesgo y los procesos urbanos. Plantea así, desde el sistema ambiental, de gestión del riesgo y cambio climático no solo las características geomorfológicas del municipio, sino también las tecnológicas, económicas y sociales que producen variabilidades de alto impacto en el entorno.

De igual forma, el artículo 578 del POT contempla las estrategias de mitigación y adaptación frente a los efectos del cambio climático, dentro de las que se encuentran el plan de mitigación y adaptación al cambio climático y sus principales objetivos, con los cuales se implementarán las disposiciones del Acuerdo Municipal 23 de 2012. También se establecen dentro de este capítulo, los lineamientos estratégicos con las medidas preventivas frente al cambio climático teniendo en cuenta los factores de contaminación ambiental y los sectores de producción presentes en el municipio. El cual debe asumir estos objetivos:

- Establecimiento de la línea base de carbono.
- Impulso a la recolección coordinada de la información climática.
- Establecimiento de un proceso sistemático y constante de captura, organización, análisis, interpretación, actualización y divulgación de datos específicos relacionados con la calidad del aire y sus efectos en la salud, para su utilización en la planificación, en la práctica de la salud pública, manejo de los desastres y del transporte urbano y movilidad, así como en el uso de energías.
- Formulación de políticas y programas integrales.

- Promover los mecanismos de desarrollo limpio (MDL) o de mercado voluntario de carbono, herramientas mediante las cuales se permite la ejecución de proyectos de reducción o captura de emisiones de GEI en el territorio.
- Promover la reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD) con el fin de implementar mecanismos financieros para reducir las emisiones de carbono provocadas por la deforestación con la creación de sumideros de carbono mediante siembras forestales. Identificación sectorial de empresas vinculadas a los certificados verificados de captura de carbono (VER) con el objetivo de facilitar la participación en los mercados voluntarios de carbono e incentivar las acciones de mitigación y compensación voluntarias de emisiones de GEI por parte del sector privado con certificaciones de carbono cero o carbono neutro.
- Diseño e implementación de un programa para promover las actividades voluntarias de mitigación y compensación coordinada corporativas e institucionales con entrenamiento y apoyo técnico para el cálculo, monitoreo, gestión y mitigación de la huella de carbono.
- Reducción de la vulnerabilidad ante la variabilidad y el cambio climático desde un enfoque territorial.
- Identificación y análisis de los principales factores de vulnerabilidad frente al cambio climático, con rigurosidad informática (en el establecimiento de la línea base, escalas de análisis, protocolo y hoja con parámetros de monitoreo, sistematización, metas e indicadores de impacto).
- Conocimiento de los datos climatológicos que permitan identificar los fenómenos de origen atmosférico y su relación con el clima regional y local, en

los distintos componentes de nuestro territorio (la atmósfera, régimen de vientos y dispersión).

- Establecimiento de medidas preventivas: capacitación de funcionarios para realizar el apoyo técnico para el cálculo, monitoreo, gestión y mitigación de la huella del carbono corporativa e institucional; y formación a la comunidad para lograr cambios culturales en consumos y comportamientos con respecto al manejo alternativo de residuos y en ahorro energético con menor uso y dependencia del vehículo privado.

En los artículos 580 al 585 del POT de Medellín, se establecen los lineamientos de manejo en las medidas de adaptación y mitigación del cambio climático desde varios ámbitos e intervenciones territoriales, como lo son:

- El manejo de la estructura ecológica principal para la adaptación al cambio climático, el cual está encaminado al mantenimiento de los servicios de los ecosistemas que constituyen la base del desarrollo de Colombia.
- Establecer medidas de adaptación al cambio climático en los diferentes sectores asociados al desarrollo sostenible de la ciudad, enfocadas a la disminución de las emisiones de carbono equivalente y la venta de carbono en la ciudad, para lo cual la Administración Municipal, con el concurso de las autoridades ambientales y los entes nacionales competentes, impulsará la implementación de acciones nacionales apropiadas para la mitigación del cambio climático (NAMAS) y MDL o de mercado voluntario de carbono en los sectores de la actividad económica de la ciudad.

- Manejo en las medidas de adaptación y mitigación frente a los riesgos de origen hidrometeorológicos, para ello se tendrán en cuenta las medidas estructurales de adaptación relacionadas con los fenómenos atmosféricos, la disminución de la vulnerabilidad de las personas los bienes y los ecosistemas estratégicos a los impactos del cambio climático, las medidas de adaptación basadas en los ecosistemas y la prevención de incendios forestales.

En el artículo 584 del POT se dispone la implementación de una política sobre el cambio climático, con unas estrategias de gestión contra incendios forestales, todo esto incorporado y articulado al plan de mitigación y adaptación al cambio climático con el que debe contar el municipio. Finalmente, el artículo 585 establece los estándares básicos de construcción a tener en cuenta para el código de construcción sostenible, el cual debe contar con:

- Evaluación de condiciones zonales y locales de construcción en la ciudad. Microclimática.
- Diseño pasivo y aspectos arquitectónicos.
- Aspectos constructivos de resistencia de materiales, sismo resistencia y seguridad.
- Utilización de materiales sostenibles para la construcción.
- Aspectos constructivos para el consumo eficiente de la energía.
- Aspectos constructivos para el ahorro de agua y la sostenibilidad ambiental.
- Manejo de residuos sólidos en construcción sostenible.
- Promoción e incentivos varios para la construcción sostenible.

- Análisis de las características climáticas y ambientales de la ciudad de Medellín: temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, luz solar y ruido.
- Orientación y ubicación adecuada de los inmuebles con parámetros de diseño de la iluminación artificial y la temperatura dentro de un proyecto.
- Diseño de fachadas y muros verdes, ubicación de ventanas, tragaluces, claraboyas, fachadas de doble faz y muros intermitentes.
- Arborización como ayuda al manejo de la iluminación, la protección solar, la contaminación, el ruido y la temperatura.
- Cubiertas verdes como alternativa constructiva.
- Estrategias e incentivos para la incorporación de energías alternativas.

Es así como el POT establece que el municipio de Medellín debe contar con un sistema para la gestión del riesgo y cambio climático conformado por el plan municipal de adaptación y mitigación al cambio climático y el código de construcción sostenible, los cuales permitan desarrollar las medidas de adaptación en los territorios frente a los fenómenos atmosféricos, disminuyendo la vulnerabilidad ciudadana en un mediano plazo (2022).

3.5 Plan de desarrollo territorial del municipio de Medellín 2020-2023

En la actualidad, la Secretaría de Salud del municipio de Medellín viene trabajando en la inspección, vigilancia y control bajo las medidas sanitarias estipuladas por la Ley 9 de 1979. En ese orden de ideas, ha tomado las medidas respectivas frente a los establecimientos sujetos a ello y viene promoviendo las buenas prácticas sanitarias para desarrollar hábitos higiénicos en la población. Cuenta con el

Proyecto de gestión integral para la prevención y control de enfermedades transmitidas por vectores y zoonosis, al igual que el *Proyecto de gestión integral de riesgos sanitarios del ambiente*. Estos proyectos se encuentran formulados desde el Plan de Desarrollo 2020-2023 que tiene como base el PDSP y presenta como objetivo principal mejorar la salud de la población, especialmente en las comunidades que por sus condiciones sociales son vulnerables a procesos ambientales, todo esto a través de los componentes de hábitats saludables y situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales.

El plan de desarrollo, además de establecer un programa específico para el manejo de las actividades que dan cumplimiento a los requerimientos de salud ambiental, también genera proyectos desde otros programas con intervenciones dirigidas a mejorar las relaciones entre ambiente y salud; ratifica la responsabilidad compartida frente a la dimensión, especialmente con la Secretaría de Medio Ambiente, desde donde se trabaja con un enfoque sobre el cuidado del ambiente. En cuanto a la adaptación al cambio climático, se cuenta con proyectos definidos desde áreas distintas a las de salud y ambiente, propuestas en las que se proponen acciones que influyen en el cambio climático de la ciudad, estableciendo de esta forma la transversalidad del componente y aportando así al proceso de adaptación que busca Medellín.

Con esta herramienta para la promoción del desarrollo, el municipio ha procurado desde la dimensión de salud ambiental, intervenir en las condiciones sanitarias de los factores ambientales con mayor impacto para la salud pública, a partir de lo dispuesto en las políticas y la normatividad establecida en la legislación colombiana.

De igual forma, ha buscado hacerle frente al cambio climático con intervenciones en los factores que representan amenazas para el ambiente y un alto riesgo para la salud.

El plan de desarrollo municipal le apuesta a una ciudad verde con condiciones de salud para sus habitantes, donde se contribuya también con cada acción a la adaptación al cambio climático. Para el logro de este propósito se determina un programa específico con el cual se pretende atender las necesidades de la dimensión, esta incluye la dinamización de la participación de los actores involucrados desde los lineamientos de ejecución a nivel territorial.

También existe en el plan de desarrollo un proyecto de vigilancia en salud ambiental que se encuentra dentro del programa de vigilancia integral en salud, desde donde se monitorean los efectos asociados a factores ambientales partiendo del análisis relacionado con los factores que producen impacto en la salud humana: radiaciones electromagnéticas, cambio climático y contaminación ambiental.

La relación entre el fenómeno del cambio climático y los efectos en la salud humana es sumamente compleja por el aumento de los fenómenos meteorológicos extremos, lo que se considera como amenaza seria. Los impactos producidos por este fenómeno son un riesgo en el desarrollo de las ciudades, puesto que los elementos de soporte para la salud humana presentan alteraciones significativas. Es por esta razón que es un factor relevante a la hora de planificar el desarrollo de una ciudad. Medellín, para el periodo 2020-2023 contempla una serie de acciones propuestas en su plan de desarrollo. Por la importancia de este factor, la Secretaría

de Medio Ambiente implementó un programa con el que le apuesta a enfrentar el cambio climático con estrategias de ciudad que permitan educar y concientizar a toda la ciudadanía acerca del cuidado de los recursos naturales para bienestar de todos, impactando de este modo la ciudad, el país y el mundo.

Todas estas estrategias, aunque abarcan acciones de adaptación al cambio climático, están más direccionadas al proceso de mitigación, así como las que incluye la dimensión de salud ambiental. En su gran mayoría, desde otras secretarías, se han formulado acciones para mitigar el fenómeno del cambio climático, y algunas otras son dirigidas a procesos educativos con los que se espera cambiar los hábitos de las personas.

3.6 Plan Territorial de Salud 2020-2023 de la Alcaldía de Medellín

En armonía con el PDSP y el plan de desarrollo municipal, el municipio de Medellín definió el plan territorial de salud 2020-2023, donde se incluyen la atención y las acciones preventivas de los principales factores de riesgos para la salud. Con este instrumento se ratifica la responsabilidad de los actores involucrados y las estrategias propuestas en este plan, las cuales tienen como propósito mejorar la salud de la población, promoviendo condiciones y estilos de vida saludables, previniendo y superando los riesgos para la salud y recuperando o mitigando el daño, entendiendo la salud como un derecho logrado en función de las condiciones de salud, bienestar y calidad de vida, mediante acciones sectoriales e intersectoriales.

Dentro de la visión del *Plan territorial de salud del municipio de Medellín* se prevé consolidar una ciudad saludable, fortalecida desde la intersectorialidad y la participación social, donde se promueva la cultura del cuidado integral y se influya positivamente en los determinantes de salud, equidad, desarrollo humano y calidad de vida.

Así como el plan de desarrollo municipal, el plan territorial de salud presenta dentro de sus prioridades la dimensión de salud ambiental y realiza un diagnóstico desde el componente de hábitat saludable, presenta la situación de salud en relación con las condiciones ambientales y prioriza la formación pedagógica para el aporte de la cultura del cuidado integral en todos los entornos, focalizando desde la salud ambiental el manejo de los recursos ambientales, el manejo adecuado de las basuras, los residuos de las mascotas y los aspectos relacionados con la protección animal.

Para alcanzar estas metas, el plan territorial de salud se articula con el plan de desarrollo municipal, vinculando objetivos y estrategias con los proyectos para mejorar la salud pública desarrollando el componente de hábitat saludable, donde se contempla el diagnóstico de las situaciones en salud relacionadas con las condiciones ambientales para las cuales tomará medidas como la implementación de medidas que influyan en la dimensión de salud ambiental, según lo adoptado por la PNACC. Así mismo, ratifica la responsabilidad de los instrumentos desarrollados anteriormente, los cuales deben incluir y monitorear la dimensión basados en el plan de desarrollo territorial y de ordenamiento territorial, con la implementación del

sistema de vigilancia en salud ambiental, focalizando desde la salud el manejo de los recursos ambientales.

Dentro de todos estos procesos y acciones se encuentra inmerso el cambio climático, el cual está desarrollado como una de las metas de la dimensión, la cual se trabaja con el PNACC y el alcance se mide con la implementación de este instrumento. También se contempla en el proyecto de gestión integral de riesgos sanitarios del ambiente, con la promoción, prevención, gestión interinstitucional e intersectorial, vigilancia y control de riesgos sanitarios y ambientales para la salud. Esto complementado con gestiones de la Secretaría de Medio Ambiente que, desde la política pública de biodiversidad, busca intervenir en los factores de alta influencia para el cambio climático.

3.7 Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) 2015-2030 de Medellín

En este instrumento se prioriza, formula, programa y hace seguimiento a la ejecución de las acciones que concretan los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres de forma articulada con los demás instrumentos de planeación municipal (Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Desastres. DAGRD, 2015). El objetivo principal de este plan es garantizar el derecho a la seguridad y la vida de la comunidad, al igual que contribuir en el desarrollo del municipio de forma integral.

El PMGRD de Medellín se enlaza con el marco internacional para la reducción del riesgo y de desastres (SENDAI), con lo cual se cambia el enfoque de la gestión para la reducción del riesgo que está encaminado por siete objetivos mundiales con alcance a 2030, los cuales son:

- Reducir la mortalidad causada por desastres.
- Reducir el número de personas afectadas por los desastres.
- Reducir las pérdidas económicas causadas por los desastres.
- Reducir los daños causados por los desastres en infraestructuras vitales y la interrupción de los servicios básicos, como las instalaciones de salud y educación, desarrollando su resiliencia.
- Incrementar el número de países con estrategias de reducción del riesgo de desastres a nivel nacional y local.
- Mejorar la cooperación internacional para los países en desarrollo mediante un apoyo adecuado y sostenible que complemente las medidas adoptadas a nivel nacional para la aplicación del marco SENDAI.
- Incrementar la disponibilidad de los sistemas de alerta temprana sobre amenazas múltiples, y de la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres transmitidos a las personas y el acceso a ellos.

El marco SENDAI es un compromiso a nivel mundial y para lograr los objetivos, este les entrega a los territorios cuatro esferas prioritarias que contribuyen al alcance de los objetivos. Estas esferas contienen los componentes de mayor influencia para trabajar en la reducción del riesgo. La primera es la comprensión del riesgo y el desastre, la segunda abarca el fortalecimiento de la gobernanza del riesgo de

desastres, la tercera interviene en la reducción de desastres para la resiliencia y la cuarta, la preparación para los casos de emergencias. Con esto se busca un mejor proceso de reconstrucción, todo esto en términos de la recuperación frente a los desastres.

Adicional al marco SENDAI, el PMGRD de Medellín también se acoge a los diecisiete objetivos y las 169 metas propuestas en la Asamblea General de las Naciones Unidas de 2015, los cuales son entregados como fundamento para los planes de acción con los que se dispone mejorar la calidad de vida de las personas. De estos objetivos, hay cuatro con los que se apunta directamente al mejoramiento de la salud, teniendo en cuenta la interacción de los factores ambientales con esta y la prevención de los desastres:

- Objetivo 3, con el que se pretende garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
- Objetivo 6, con el que se busca garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible, y el saneamiento para todos.
- Objetivo 11, con el que se busca lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- Objetivo 13, con el que se adoptan medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Para afrontar los aspectos contemplados dentro de los objetivos, el PMGRD cobija también las estrategias e instrumentos de gestión integral formuladas por la Asamblea General de las Naciones Unidas, con las cuales se pretende de forma

integral abordar los factores que influyen en la reducción de los riesgos. Entre estas estrategias está la campaña *Mi ciudad se está preparando*, que busca desarrollar ciudades resilientes en las que el los gobiernos locales son el nivel institucional más cercano a los ciudadanos y sus comunidades juegan el primer papel en la respuesta a las crisis y emergencias y en la atención a las necesidades de sus electores. También se cuenta con el PNACC, que tiene como fin reducir la vulnerabilidad del país e incrementar su capacidad de respuesta frente a las amenazas e impactos del cambio climático (DAGRD, 2015).

En este plan, al igual que en los anteriores, se contemplan unas dimensiones fundamentales en las que se trabajan los aspectos de educación, salud, vivienda, empleo e ingresos. Estas dimensiones cuentan con indicadores de accesibilidad y limitación de oportunidades, pero no se contemplan los factores del ambiente dentro del proceso de diagnóstico e intervención. Estas dimensiones son evaluadas por las características de las comunas municipales para tener una visión de la vulnerabilidad y el tipo de amenaza que cada una pueda presentar. El plan no contempla la salud ambiental como una dimensión prioritaria, pero vislumbra los factores ambientales como las evidentes amenazas al bienestar humano, político y económico.

En el proceso de adaptación al cambio climático, el PMGRD traza los lineamientos con los que se deben plantear las medidas frente a los riegos de origen meteorológico generadores de altas precipitaciones y olas de calor, fenómenos que representan una amenaza alta para el municipio y que requieren medidas estructurales y no estructurales para la prevención de inundaciones e incendios de

cobertura vegetal. Por esto, el *Plan municipal de gestión del riesgo de desastres de Medellín 2015-2030* hace aportes de manera transversal en la identificación y análisis de los principales factores de la vulnerabilidad frente al cambio climático y en las medidas de mitigación y adaptación propuestas, y en especial en temas relacionados con el POT, la estructura ecológica principal y en un modelo de ocupación en equilibrio con la base natural, privilegiando el urbanismo ecológico y sostenible y los servicios ecosistémicos que permitan y aumenten la captura de CO_2 y la estabilización de los fenómenos amenazantes (DAGRD, 2015).

4. Situación actual del cambio climático

De acuerdo con el IPCC, desde la Revolución industrial la temperatura promedio a nivel mundial ha aumentado 1 °C. Este cambio en la temperatura se debe al aumento de las emisiones antropogénicas de GEI (dióxido de carbono [CO_2], metano [CH_4], óxido nitroso [N_2O] y halocarbonos), las cuales alteran la composición de la atmósfera. Por esto, la CMNUCC atribuye el cambio en el clima, tanto de forma directa como indirecta, a las actividades humanas, esencialmente aquellas en las que la principal fuente de energía son los combustibles fósiles como el carbón, el gas y el petróleo. Cabe resaltar que el uso de este tipo de combustible ha aumentado desde 1750 para desarrollar diversas actividades, entre las que se encuentra dar movimiento a diversos medios de transporte, desarrollar procesos de manufactura y realizar actividades a gran escala de deforestación, agricultura y ganadería (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Lo anterior, sumado a la variabilidad natural del clima, se conoce a nivel global como cambio climático, lo cual conlleva, de forma directa, cambios en la precipitación y en la temperatura, produciendo impactos y riesgos que van en una escala de moderados hasta muy altos tanto para los sistemas humanos como para los naturales (IDEAM, s. f.).

Es por lo que el cambio climático se considera como una problemática que tiene impacto a nivel mundial y que debe enfrentarse a nivel local, por lo tanto, supone retos para el desarrollo de Colombia (Ministerio de Ambiente, 2017), en función no solo de generar acciones para mitigar sino también para adaptarse a los efectos que conlleva este cambio en la temperatura.

Según el quinto informe de evaluación del IPCC, el acumulado histórico de CO_2 para el 2011 alcanzó aproximadamente 1.890 $GtCO_2$ y ha producido un cambio climático inevitable, que como se mencionó anteriormente, generó un incremento en la temperatura de aproximadamente 1 °C. Dado esto, la comunidad científica internacional afirmó que:

> De continuar con la tendencia de emisiones, la temperatura promedio global aumentará en más de 4 °C y, consecuentemente, la probabilidad de impactos climáticos severos e irreversibles como la pérdida de ecosistemas, inseguridad alimentaria, inundaciones, entre otros (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

En los últimos diez años, Colombia ha tenido un crecimiento económico sin precedentes, producto de un auge de los sectores minero y petrolero, con una tasa de crecimiento anual promedio del 4,3 %, se ha incrementado el producto interno bruto per cápita a nivel nacional. Sin embargo, estos beneficios económicos han sido producto de una amplia degradación ambiental como sugiere Minambiente en la política nacional de cambio climático: “la presencia de ahorros netos ajustados negativos durante varios años seguidos sugiere que el crecimiento económico es probablemente insostenible desde un punto de vista ambiental, porque la riqueza total se está agotando” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

A consecuencia de lo anterior, una de las principales metas de Colombia es contar con estudios que le permitan cuantificar y tener claro cuál es su aporte a nivel internacional en emisiones de GEI. Así, la Agencia Internacional de Energía (AIE)

estima que en el 2010 el aporte de Colombia a nivel mundial fue del 0,4 % sin tener en cuenta las emisiones por cambio de uso del suelo y las actividades forestales. Para este año, las emisiones alcanzaron 224 Mton CO_2e atribuibles en un 60 % a la ganadería bovina y la deforestación del sector rural; seguido por el 15 % aportado por el sector minero-energético y alrededor del 11 % producido por el sector transporte e industria cada uno (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Por medio de las comunicaciones nacionales de cambio climático del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM), el pías desarrolla estudios sobre cambio climático y publica el inventario nacional de GEI (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2018). De acuerdo con el inventario con corte a 2012, en promedio, Colombia emite 178.258.000 toneladas de CO_2 al año y según la tercera comunicación de cambio climático del IDEAM publicada en noviembre del 2016, se destacan Antioquia, Meta, Caquetá, Valle del Cauca y Santander como los departamentos que producen mayor emisión de GEI en el país, mientras que San Andrés y Providencia, Guainía, Quindío, Vaupés y Risaralda son los departamentos con menor emisión. Según este inventario, la deforestación representa el 36 % de la emisión del país ocupando el primer lugar, sin embargo, cabe resaltar que la industria manufacturera ha sido el sector que más ha aumentado sus emisiones en los últimos veinte años (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s. f.).

El crecimiento en la tasa de motorización, el volumen de carga movilizado, el auge en las industrias de la construcción y en la actividad ganadera, ha generado un

incremento en la emisión de gases de efecto invernadero a nivel nacional de alrededor del 13 %, sin contabilizar la deforestación. Según lo anterior, se estima que, de continuar con la misma tendencia de crecimiento, la emisión nacional de los sectores económicos se duplicará en el 2040 respecto a sus niveles del 2010 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

En el año 2015, Colombia se comprometió ante la Secretaría de la Convención de Cambio Climático a reducir la emisión de GEI en un 20 % para el 2030. A continuación, se presentan los impactos del cambio climático en Colombia:

- Estudios realizados por el Invemar y el IDEA afirman que las zonas más vulnerables al cambio climático son las costeras y las insulares que presentan una amenaza de inundación sobre 4,9 % de las áreas de cultivos y pastos de la zona costera del Caribe continental. Se proyecta la inundación del 17 % del territorio de la isla de San Andrés, donde se podrán ver afectados los acuíferos por intrusión salina.
- Entre estos impactos se encuentra la pérdida de cobertura de ecosistemas marinos y costeros como manglares. Se pueden presentar desde pérdida de color de los corales y enfermedades como blanqueamiento de los arrecifes coralinos, hasta la muerte y pérdida de los servicios ecosistémicos de estos por la exposición prolongada a altas temperaturas. Esto se puede observar en las reservas coralinas del Caribe colombiano como consecuencia del calentamiento global.

- Como consecuencia de la alta erosión del suelo generado por cultivos y ganadería intensiva, se pueden presentar avenidas torrenciales (avalancha en las quebradas vecinas de los páramos).
- Con respecto a la vulnerabilidad de los recursos hídricos, se indica que se afectaría el 50 % del territorio y esto generaría consecuencias sobre las actividades económicas, el abastecimiento de la población y los niveles de amenaza natural. Por otro lado, se proyecta que en la región Andina y los departamentos de La Guajira y Nariño disminuiría el promedio de lluvias anuales, mientras que las regiones de la Amazonía, Orinoquía, norte de las regiones Andina y Pacífica y el resto de la región Caribe registrarían un aumento. La disponibilidad de agua en regiones que se encuentran cerca y dependen de los nevados principalmente del Ruiz, Santa Isabel y el Tolima, se verá afectada por la disminución de estos sistemas. Así mismo, se presentarán efectos sobre los acueductos que dependen de la Sierra Nevada del Cocuy y demás nevados de Colombia.
- En cuanto a los suelos y el sector agrícola, se presentarán efectos como el aumento de la vulnerabilidad de las coberturas vegetales y ecosistemas, aumento de las áreas con un potencial alto de desertificación en 3.576.068 ha y afectación de una tercera parte de las zonas que actualmente son agro-ecosistemas.
- Uno de los mayores impactos sobre la salud de la población será por inundaciones y por el incremento de áreas y ambientes propicios para el desarrollo de la malaria y el dengue.

5. Contexto del territorio

5.1 Contexto territorial y demográfico

5.1.1 Ubicación territorial y descripción geomorfológica

Medellín, capital del departamento de Antioquia, es un municipio colombiano situado en el centro del Valle de Aburrá en la cordillera central y es atravesado por el río Medellín. Es la ciudad más poblada del departamento y la segunda más poblada del país. Pertenece a la región noroccidental del territorio colombiano y se ubica a 409 kilómetros de Bogotá por carretera y a 50 minutos por vía aérea. Medellín fue fundado el 2 de marzo de 1616 y hace parte de la primera área metropolitana creada en Colombia en 1980.

Este municipio limita, al norte con los municipios de Bello, Copacabana y San Jerónimo; al sur con Envigado, Itagüí, La Estrella y El Retiro; al oriente con Guarne y Rionegro, y por el occidente con Angelópolis, Ebéjico y Heliconia (Concejo de Medellín, 2014).

El municipio se encuentra organizado territorialmente en seis zonas geográficas, las cuales están conformadas por dieciséis comunas (275 barrios urbanos oficiales) y cinco corregimientos. Estas zonas constituyen una importante dimensión de la percepción del territorio, la comprensión de sus procesos y sus problemas, y son parte de la organización y dinámica comunitaria. A ellas se dirigen los procesos de planeación participativa, tanto de iniciativa municipal como ciudadana, y su ámbito constituye un nodo importante en la organización social vigente **(Figura 2).**

Figura 2.
División política administrativa y límites. Medellín, 2018

Fuente: DAP como se citó en Secretaría de Salud de Medellín (2020).

El municipio tiene una extensión territorial de 375,74 km^2, el 73,23 % del territorio corresponde al área rural (275,17 km^2) y el 26,77 % restante al área urbana (100,57 km^2). Aunque la zona rural corresponde a la tercera parte del territorio de Medellín, en ella solo se produce el 3 % de los alimentos que necesita el municipio **(Tabla 1).**

Tabla 1.
Distribución de los territorios por extensión territorial y área de residencia. Medellín, 2016

Comuna	Extensión urbana		Extensión rural		Extensión total	
	Extensión	Porcentaje	Extensión	Porcentaje	Extensión	Porcentaje
1. Popular	3,1	3,1			3,1	0,8
2. Santa Cruz	2,2	2,2			2,2	0,6
3. Manrique	5,1	5,0			5,1	1,4
4. Aranjuez	4,9	4,8			4,9	1,3
5. Castilla	6,1	6,0			6,1	1,6
6. Doce de Octubre	3,9	3,8			3,8	1,0
7. Robledo	9,5	9,4			9,5	2,5
8. Villa Hermosa	5,7	5,7			5,7	1,5
9. Buenos Aires	6,1	6,0			6,1	1,6
10. La Candelaria	7,4	7,3			7,4	2,0
11. Laureles	7,4	7,3			7,4	2,0
12. La América	4,0	3,9			4,0	1,1
13. San Javier	4,8	4,8			4,8	1,3
14. El Poblado	14,4	14,3			14,4	3,8
15. Guayabal	7,3	7,2			7,3	1,9
16. Belén	8,9	8,8			8,9	2,4
50. Corregimiento de Palmitas			57,8	21,0	57,8	15,4
60. Corregimiento de San Cristóbal			54,1	19,7	54,1	14,4
70. Corregimiento de Altavista			28,7	10,4	28,7	7,6
80. Corregimiento de San Antonio de Prado			60,6	22,0	60,6	16,1

Comuna	Extensión urbana		Extensión rural		Extensión total	
	Extensión	Porcentaje	Extensión	Porcentaje	Extensión	Porcentaje
90. Corregimiento de Santa Elena			74,1	26,9	74,1	19,7
Suelo de expansión urbana	0,5	0,5				0,1
Total		100		100		100

Fuente: Departamento Administrativo de Planeación.

Según el estudio realizado durante el año 2016 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) denominado *Sistemas de abastecimiento alimentario. Bases para la inclusión de la agricultura familiar en la subregión Valle de Aburrá*, la relación urbano-rural en Medellín es crítica, debido a que cada día tiende a ser menor el área del suelo destinada a la producción de alimentos. Los habitantes de municipio dependen casi en su totalidad de los alimentos y materias primas provenientes de otras subregiones del departamento, de otras zonas del país y del mercado internacional. Un estudio de la Universidad Nacional reveló que el Valle de Aburrá, en un año consume 2.809.767 toneladas de comida, de las cuales el 45 % se produce en las subregiones de Antioquia y el 44 % en otras regiones del país.

Pese a la gran presión existente por la dinámica del crecimiento urbanístico, la especulación de los suelos y los fenómenos generales de conurbación en Medellín, la FAO resaltó la agricultura familiar campesina como visible e importante en la subregión, además es enfática en recomendar que la agricultura familiar debe ser entendida no solo como un sistema simple de producción de diversos alimentos,

sino como una gran reserva de conocimientos, de modelos de desarrollo sustentable en tiempo y espacio, de resiliencia en procesos industriales y de artificialización del medio. La agricultura familiar se propone como un modelo equitativo de desarrollo social y económico, incluyente, con oportunidades de generación de empleo rural y de vida campesina.

5.1.2 Geomorfología del territorio[1]

El Valle de Aburrá debe ser visto como el resultado de la combinación de diversos eventos tectónicos con procesos erosivos intensos y su ubicación explica claramente la geomorfología del municipio de Medellín, debido a que se ubica en la zona central del Valle de Aburrá. El valle es un "basin (sic) intramontañoso poligenético" que no puede ser explicado a través de un análisis morfogenético único" (Aristizábal y Yokota, 2008).

La geomorfología del Valle de Aburrá es la de una planicie aluvial en su zona central; en las laderas se evidencian los depósitos de antiguos movimientos en masa (coluviones), los cuales han ido acumulándose en los piedemontes de las vertientes, en medios saturados, a partir de eventos climáticos y sísmicos. Las cimas están conformadas por saprolitos y roca, las cuales han pasado por un proceso de transformación y moldeado debido a la meteorización, en combinación con la acción de la gravedad. El relieve del valle es plano en su parte más baja y tiene diferentes

[1] Tomado de *Profundización del análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud*, utilizando la metodología del Ministerio de Salud y Protección Social. El texto fue publicado por la Secretaría de Salud de Medellín en 2020.

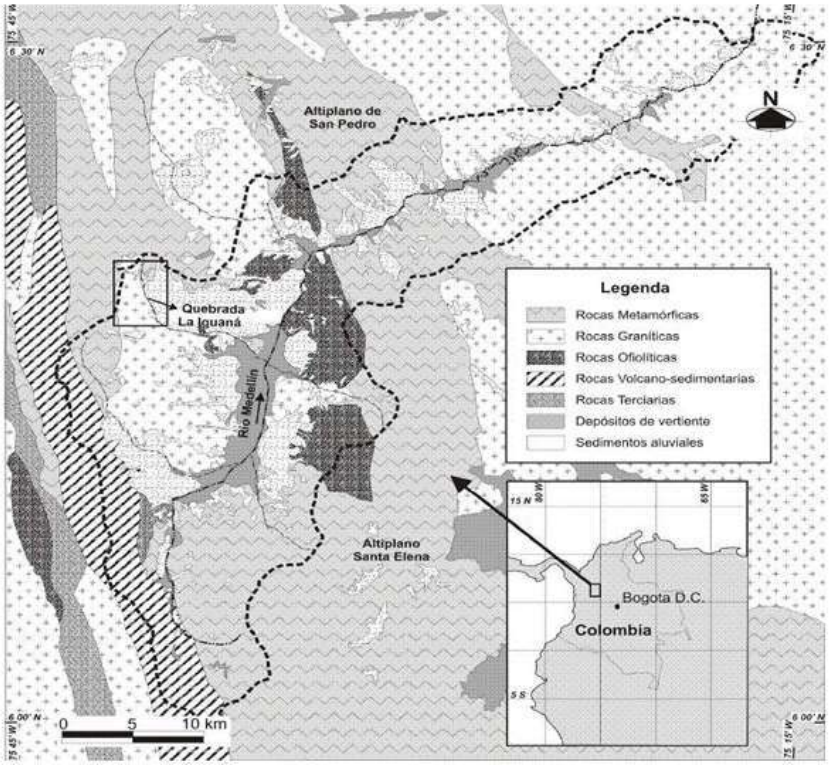
variaciones de pendiente hacia las laderas este y oeste, y con una tendencia de vertical a subvertical en el altiplano oriental, la cuchilla de Las Baldías, el cerro del Padre Amaya y la cuchilla de Romeral (Concejo de Medellín, 2014).

Figura 3.
Depósitos de vertiente en la zona noreste de Medellín

Fuente: Hermelin Arbaux *et al.* (2010).

El valle se compone de un basamento metamórfico paleozoico, rocas ígneas ultrabásicas, una secuencia volcano-sedimentaria, cuerpos graníticos intrusivos y depósitos de vertiente y aluviales. Este basamento metamórfico se conforma principalmente de secuencias de esquisto, anfibolitas y gneises. También, tonalitas y granodioritas cretácicas y triásicas de composición ácida a intermedia intruyeron este complejo cuerpo metamórfico (Aristizábal y Yocota, 2018).

Figura 4.
Mapa geológico del Valle de Aburrá y sus depósitos de vertiente



Fuente: Aristizábal y Yokota (2008).

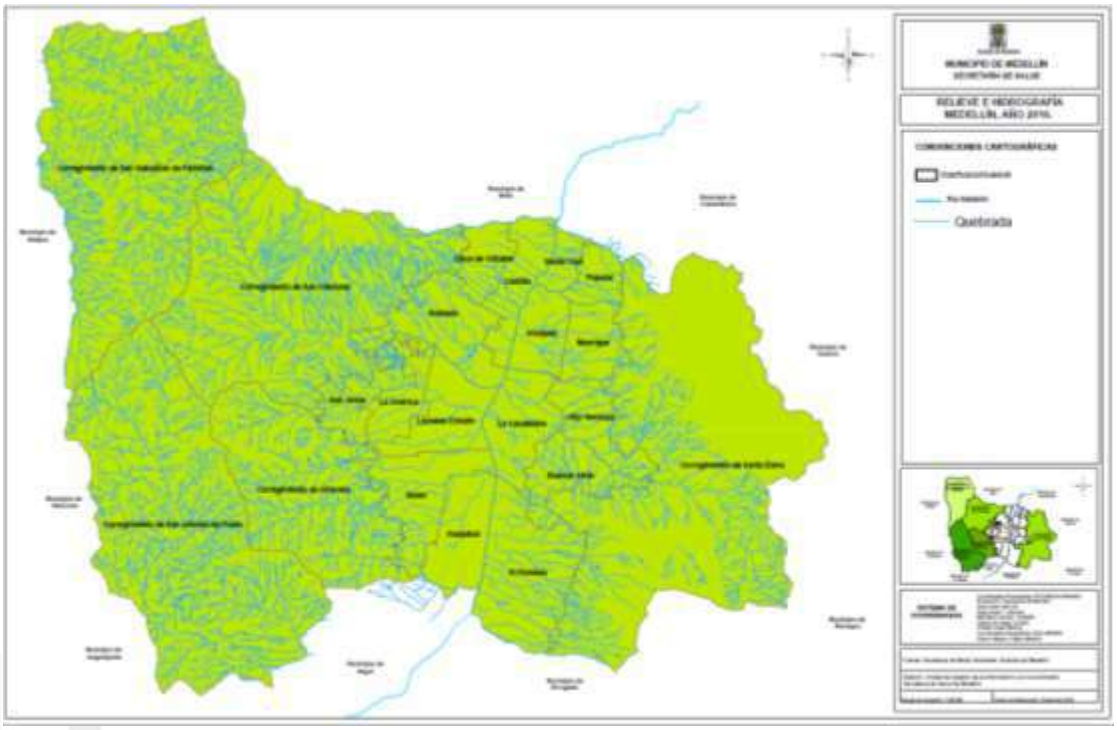
5.1.3 Relieve y altitud

Medellín se encuentra enclavado en el centro geográfico del Valle de Aburrá, sobre la cordillera central de los Andes en las coordenadas 6°13′55″N 75°34′05″O. El Valle de Aburrá posee una extensión de 1.152 km² que hacen parte de la cuenca del río Medellín, principal arteria fluvial que atraviesa la región en sentido sur a norte. La

conformación del Valle de Aburrá es el resultado de la unidad geográfica determinada por la cuenca del río Medellín y por una serie de afluentes que caen a lo largo de su recorrido. El valle tiene una longitud aproximada de 60 kilómetros y una amplitud variable. Está enmarcado por una topografía irregular y pendiente, que oscila entre 1.300 y 2.800 metros sobre el nivel del mar. Las cordilleras que lo encierran dan lugar a la formación de diversos microclimas, saltos de agua, bosques, sitios de gran valor paisajístico y ecológico. Además, el valle tiene una forma alargada y presenta un ensanchamiento en su parte media que mide 10 kilómetros y es donde se localiza Medellín. El Valle de Aburrá está totalmente urbanizado en su parte plana, así como densamente poblado en sus laderas.

Topográficamente, la ciudad es un plano inclinado que desciende desde 1.800 a 1.500 metros de altura sobre el nivel del mar, sin embargo, la altura oficial de la ciudad es de 1.479 msnm en la confluencia de las quebradas La Iguaná, Santa Elena y el río Medellín, y se eleva a 3.200 msnm en los altos El Romeral, Padre Amaya y La Cuchilla, y la serranía de Las Baldías. Dentro del paisaje urbano se destacan los cerros Nutibara y el Volador, estos pequeños cerros se levantan como manchas verdes en medio de la ciudad. Los altiplanos y montañas que circundan el valle sobrepasan los 2.500 metros. Las principales alturas en el territorio de Medellín son: el alto del Padre Amaya (3.100 msnm), el alto de Patio Bonito (2.750 msnm), el alto de Boquerón (2.600 msnm), el alto del Venteadero (2.500 msnm) y el alto de Las Cruces (2.400 msnm), entre otros.

Figura 5.
Relieve e hidrografía. Medellín, 2018



Fuente: Cartografía SIGAME.

5.1.4 Hidrografía

El río Medellín es la corriente hidrográfica más importante de la ciudad, la divide en dos partes y su drenaje es natural. Nace en el alto de San Miguel, en el municipio de Caldas, a una altura de 3.000 msnm, tiene una extensión aproximada de 100 km desde su nacimiento hasta su desembocadura y recibe las aguas de aproximadamente 196 afluentes a lo largo de todo su recorrido. En lo que respecta

al territorio de la ciudad, recibe 57 afluentes directos y más de 700 corrientes de segundo y tercer orden, constituyendo una red hidrográfica de una densidad considerable. Las quebradas Santa Elena y La Iguaná, por su caudal y longitud de recorrido, son las de mayor importancia en el territorio municipal. La quebrada La Iguaná nace en la serranía de Las Baldías y la quebrada Santa Elena nace en cerro Verde. La primera atraviesa la zona centro-occidental, mientras que la segunda atraviesa la zona centro-oriental y está cubierta en su paso por el centro de la ciudad.

5.1.5 Clima

La latitud y altitud de la ciudad dan como resultado un clima tropical monzónico. El clima es templado y húmedo, con una temperatura promedio de 23 °C. El apelativo *ciudad de la eterna primavera* proviene de la fama de un clima bastante uniforme durante todo el año, con unas pocas variaciones de temperatura entre diciembre y enero y, entre junio y julio, las temporadas más secas y cálidas del año. Sin embargo, hay muchas diferencias en cuanto al clima de los diferentes barrios de la ciudad. Los barrios más calurosos son los que se ubican en el centro de la ciudad (La Candelaria, El Chagualo, San Benito, por ejemplo) y en la parte norte de la ribera del río Medellín (La Toscana, Boyacá-Las Brisas, Moravia, Santa Cruz), mientras que los barrios más fríos se ubican en las partes altas de las montañas circundantes (Altos del Poblado, San Lucas, La Sierra, 8 de Marzo, Oriente, Santo Domingo Savio, San José de la Cima, Carpinelo, Picacho, principalmente). Medellín es objeto de tormentas tropicales fuertes.

En los días soleados, a mediodía las temperaturas normalmente llegan hasta los 31 °C o 32 °C a la sombra. Sin embargo, en Medellín los días completamente despejados son poco comunes. Un día normal en Medellín es parcialmente nublado con intervalos de sol y de sombra, lo que genera que la tasa de insolación en Medellín sea relativamente baja (unas 5 o 6 horas de sol al día en promedio) frente a la de ciudades como Barranquilla (que tiene entre 7 y 8 horas de sol al día en promedio). En un día parcialmente nublado las temperaturas suben a los 30 °C o 31 °C hacia las horas del mediodía, mientras que en los días nublados las temperaturas alcanzan los 29 °C o 30 °C y en los lluviosos alcanza apenas los 25 °C.

La temperatura de Medellín está determinada por los pisos térmicos que van del páramo (que equivale a 3 km^2 del territorio), pasando por el frío (192 km^2) hasta llegar al medio (185 km^2), en donde está la zona urbana, la cual tiene una temperatura que oscila entre 15 y 31 °C. Las temperaturas más altas oscilan entre 28 y 32 °C, con máxima absoluta de 37,2 °C, la cual fue registrada en el año 1993 en el barrio San Javier, en el centroccidente de la ciudad. Las más bajas oscilan alrededor de 15 y 17 °C, con mínima absoluta de 8 °C. El comienzo y la mitad del año son estaciones secas, de resto el clima es variable, lluvioso en algunas épocas. La precipitación media anual es moderada: 1.656 mm, y no es igual en todo el valle, dado que llueve más al sur que al norte.

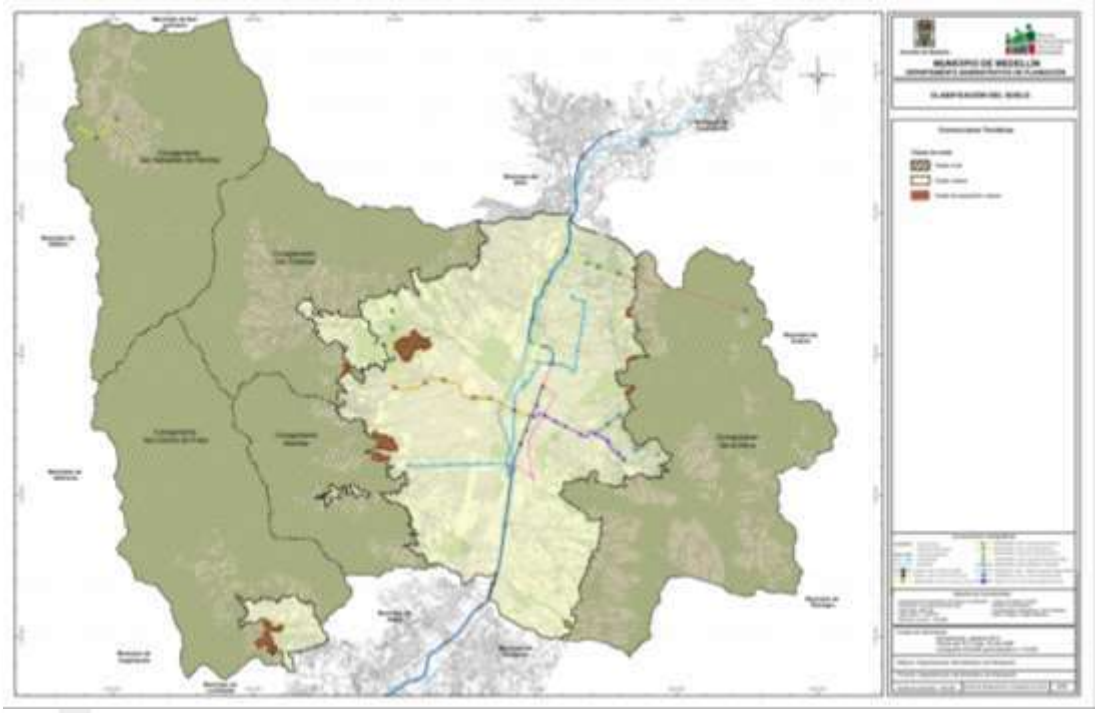
Por su ubicación entre montañas, Medellín es una ciudad de vientos suaves y constantes. El régimen de vientos lo determinan los alisios dominantes del nordeste y las masas de aire cálido que suben desde los valles bajos de los ríos Cauca y

Magdalena, con predominio de movimiento en la zona norte del Valle de Aburrá, lo que origina que el viento sople en dirección norte-sur. Es de advertir que todas estas condiciones varían de acuerdo con los cambios climáticos originados en el océano pacífico, llamados fenómeno de El Niño y de La Niña, condiciones que determinan las temporadas de lluvia o sequía.

5.2 Patrones uso del suelo

La clasificación del suelo, según el POT de Medellín de 2014, corresponde a suelo urbano, expansión urbana y rural. Esta clasificación partió de la estructura ecológica principal del municipio, de la zonificación de áreas de amenaza y riesgo, y de la capacidad de soporte territorial. El suelo rural, entonces, comprende un área de 26.304,11 ha, el suelo urbano a 1.1160,98 ha y el suelo de expansión urbana por su parte, a 175,35 ha. Transversal a la clasificación del suelo, existe la designación de categoría de protección como un elemento articulador del territorio, con el fin de preservar la estructura ecológica, garantizando los procesos ecológicos y los servicios ecosistémicos necesarios para soportar el desarrollo del modelo territorial, como también, la preservación del sistema ecológico municipal permite restringir el desarrollo urbanístico y posibilita la producción.

Figura 6A.
Clasificación del suelo del municipio



Fuente: DAP (2018).

Para la designación del suelo urbano y de expansión urbana, se considera que la zona específica debe poseer infraestructura de movilidad, redes primarias de acueducto, alcantarillado y energía como soporte de urbanización. Conforme al POT de Medellín de 2014, los suelos clasificados de expansión urbana corresponden a Pajarito (exceptuando Área de Manejo Especial 2), Altavista, Belén Rincón y La Florida. Adicionalmente, los suelos adyacentes al perímetro urbano con predominancia de dinámica urbana, con una densidad de habitantes superior a

treinta viviendas por hectárea y con prestación de servicios públicos domiciliarios, también corresponden a usos de suelo urbano. Los sectores relacionados son: parte de la vereda Travesías (Palenque), la Loma del corregimiento de San Cristóbal (Loma Hermosa, La Gabriela, San Gabriel, San Pedro, Parte San José, Bella Vista y Altos de la Virgen), y la cabecera del corregimiento de Altavista. Además, se consideran suelos de expansión para el desarrollo, o suelos con destinación futura de uso urbano, los altos de Calazans, Eduardo Santos, El Noral y Las Mercedes; y suelos de expansión para el mejoramiento (asentamientos humanos de desarrollo incompleto o inadecuado que se encuentran fuera del perímetro de cobertura sanitaria), el área adyacente al barrio María Cano Carambolas, el área adyacente al barrio Llanaditas sector Golondrinas, el área adyacente al barrio Versalles n.° 2, sector La Honda y el área adyacente al barrio 13 de Noviembre, Pinares de Oriente. De la categoría de suelo de protección dentro del suelo urbano y de expansión urbana, hacen parte las áreas de estructura ecológica principal (contienen el sistema hidrográfico, orográfico, como cerros tutelares y elementos de la red de conectividad ecológica) y las áreas de amenaza y riesgo, especialmente las áreas de riesgo no mitigable.

Según el POT de 2014, en la designación del suelo rural, los terrenos poseen un alto valor ecológico, paisajístico, productivo y cultural, y permiten emplear actividades productivas agrícolas, forestales y pecuarias, también incluyen los usos y actividades suburbanos (de desarrollo restringido). En la categoría de protección, se encuentran las áreas de conservación y protección ambiental (áreas protegidas de carácter público o privado que contienen el sistema hidrográfico, orográfico y los componentes importantes de la red de conectividad ecológica); también, las áreas

de protección para la producción (destinadas a producción y explotación de recursos naturales como actividades forestales, de minería, agricultura, etc.); las áreas e inmuebles considerados patrimonio cultural (al incluir sitios de historia y arqueología, o bienes nombrados de interés cultural); las áreas del sistema de servicios públicos domiciliarios (corresponden a áreas de ubicación de infraestructuras primarias de saneamiento) y las áreas de amenaza y riesgo.

Por su parte, la categoría de suelo suburbano corresponde a las áreas en las cuales prevalece una mezcla de formas de vida en el campo y en la ciudad, en esta categoría se encuentran las áreas destinadas a la parcelación de vivienda campestre (Mirador del Poblado, el Tesoro y Chacaltaya en la vereda Las Palmas del corregimiento de Santa Elena); los centros poblados rurales los cuales cuentan con la dotación de infraestructura de servicios públicos básicos que necesitan y los equipamientos necesarios para la concentración de veinte viviendas o más (corregimiento de San Sebastián de Palmitas: sector central y Urquitá; corregimiento San Cristóbal: El Llano, Pedregal Alto, Pajarito-AME-, y La Loma; corregimiento de Altavista: Corazón, El Morro, Aguas Frías, San Pablo, San José del Manzanillo, Buga y Patio Bonito; corregimiento de San Antonio de Prado: Potrerito, La Florida, y corregimiento de Santa Elena: Santa Elena sector central, Barro Blanco, Mazo y Mazo-Los Vásquez); los suelos suburbanos propiamente dichos que son definidos como centros poblados rurales con menos densidad poblacional a la definida en esa clasificación (corregimiento de San Sebastián de Palmitas: La Aldea 2 y Aldea-Centralidad; corregimiento de San Cristóbal: Conexión Aburrá-río Cauca y Pedregal Alto; corregimiento de Santa Elena: El Plan, El Llano, El Cerro, El Placer, Piedras Blancas y Chorroclarín); y las áreas para la localización

de equipamientos las cuales tienen definida la localización de equipamientos de salud, educación, de bienestar social, cultural, recreación y deporte (Concejo de Medellín, 2014).

5.3 Estructura ecológica

La estructura ecológica de un territorio comprende un sistema o red de áreas de gran importancia ambiental por su capacidad de almacenar procesos ecológicos y servicios ecosistémicos importantes que soportan el desarrollo cultural, social y económico de la población territorial. De acuerdo con el POT de Medellín de 2014, la estructura ecológica comprende dos enfoques: la estructura ecológica principal y la estructura ecológica complementaria. La principal corresponde al primer nivel de la prioridad, su objetivo es conservar o recuperar las funciones ecológicas más importantes (áreas protegidas nacionales, regionales o metropolitanas, de la sociedad civil y áreas de interés como el sistema hidrográfico, orográfico y enlaces de la red de conectividad ecológica) y la estructura ecológica complementaria comprende el segundo nivel de prioridad: se interesa en asegurar el mantenimiento de las funciones conectoras de la estructura principal. Contiene áreas que permiten prevenir movimientos en masa, avenidas torrenciales, inundaciones, incendios, además de que preserva la captura y almacenamiento de carbono, permite el aprovisionamiento de madera y provee funciones culturales, entre otras.

Las categorías dentro de la estructura ecológica principal son las áreas protegidas, la reserva forestal protectora del río Nare, el distrito de manejo integrado divisoria del Valle de Aburrá-río Cauca, las áreas de interés estratégico, el sistema

hidrográfico, los ríos y quebradas con sus retiros, los humedales con sus retiros, los ojos de sal, las cuencas y microcuencas abastecedoras, las cuencas de orden cero, las cuencas aportantes externas a Medellín, el sistema orográfico (cerros tutelares y las cadenas montañosas estructurantes) y la red de conectividad ecológica. Las áreas protegidas comprenden las de orden público y privado. Las de orden público son la Reserva Forestal Protectora RFP del río Nare, el Distrito de Manejo Integrado DMI de la Divisoria Valle de Aburrá-río Cauca, el Parque Natural Regional Metropolitano Cerro El Volador, áreas de recreación Parque Ecológico Cerro Nutibara y Área de Recreación Urbana Cerro Asomadera. Las de orden privado son la Reserva Natural de la Sociedad Civil RNSC Montevivo.

La reserva forestal protectora del río Nare tiene como clasificación zonas de preservación, zonas de restauración y zonas de uso sostenible. Las de preservación son las áreas que contienen bosque natural secundario de especies mixtas, de robledal mixto y bosque plantado (en la represa Piedras Blancas), las de restauración tienen la función de protección con diferentes coberturas que no sean bosque, rastrojos bajos y altos, como también corresponde a la zona de retiros de quebradas principales sin coberturas adecuadas, y las zonas de uso sostenible son las zonas de espacios limitados para efectuar actividades extractivas relacionadas con la zona forestal protectora (Concejo de Medellín, 2014).

Por otro lado, el distrito de manejo integrado divisoria del Valle de Aburrá-río Cauca, está conformado por cinco diferentes zonas: la zona de oferta de bienes y servicios ambientales (ecosistemas en mejor estado de conservación), la zona con potencial de oferta de bienes y servicios ambientales (áreas con vegetación en diferentes

etapas de sucesión y con tendencia al encogimiento), la zona de producción forestal sostenible (suelos en áreas susceptibles a la erosión), la zona de producción agroforestal sostenible (áreas en las cuales se desarrollan actividades productivas con medidas de protección) y la zona de producción agropecuaria sostenible (áreas en las que se emplean actividades productivas propias de las actividades pecuarias, agrícolas y agroindustriales). Además, las áreas de interés estratégico son de especial importancia por estar asociadas al sistema hidrográfico, al sistema orográfico y a los enlaces de la red de conectividad ecológica. De otra parte, la categoría sistema hidrográfico se compone de aquellas áreas que contribuyen a asegurar los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento y regulación del recurso hídrico y hace parte de los elementos constitutivos naturales de espacio público; la categoría ríos y quebradas con sus retiros incluyen el río Aburrá o río Medellín y los afluentes de los cuales se compone (estos elementos son la base para conformar los corredores ecológicos asociados a las corrientes), y estos se clasifican en función de drenajes y corredores principales (río Medellín o Aburrá, Santa Elena y Piedras Blancas) y drenajes y corredores secundarios (La Iguaná, Doña María, Ana Díaz, La Picacha, Altavista, La Guayabala, La Presidenta y todas las quebradas restantes de Medellín incluidas en la red hídrica oficial del municipio). La categoría de humedales con sus retiros comprende las extensiones de pantanos y turberas, marismas o superficies cubiertas de aguas de origen natural o artificial, permanente o temporal, de forma estancada o con corriente, ya sea dulce, salado o salobre (los humedales son laguna de Guarne, embalse de Piedras Blancas, lago del Parque Norte, lago del Jardín Botánico y humedal Romeral) (Concejo de Medellín, 2014).

Continuando con las categorías en la estructura ecológica principal, los ojos de sal en Medellín o las aguas continentales ricas en minerales como se definen, corresponden en la Reserva Forestal Protectora del río Nare a: Pozo Real, El Barnizal, El Chiflón, El Temprano, Cuberos (vereda Mazo), Santa Cruz (vereda El Tambo). En zona urbana, son los cercanos a las quebradas La Salada o Aguasal, afluente de la quebrada Santa Elena (sector Rancho de Lata), en la parte alta de la quebrada El Salado (San Javier) y en el corregimiento de San Antonio de Prado, en la estrella fluvial de la quebrada Doña María (Concejo de Medellín, 2014). Las cuencas y microcuencas abastecedoras de la zona rural, como otra de las categorías en la estructura ecológica principal se presentan en la **Tabla 2.**

Tabla 2.
Cuencas y microcuencas abastecedoras en suelo rural

Corregimiento	Cuenca	Acueductos que surte
San Antonio de Prado	La Limona	San José
	La Larga	Montañita
	La Sorbetana	Sorbetana
	La Manguala	El Manantial

	La Manguala	El Vergel
	Las Despensas	Acueducto EPM, Área Urbana San Antonio de Prado
	La Chata	
	La Larga	
	Doña María	
San Cristóbal	Quebrada Grande	El Hato
	La Frisola	Arco Iris
	Quebradas San Francisca y Los Hoyos	La Acuarela
	La Iguaná	La Iguaná
Santa Elena	San Pedro	San Pedro
	Quebradas Santa Elena y las Antenas	Multiveredal Santa Elena
	Quebradas San Roque 1 y San Roque 2	Mazo
	Chiqueros	Las Flores
	Santa Bárbara	Media Luna
	Matasano	Piedras Blancas
	Piedras Blancas	Acueducto EPM
	Chorrillos	
	La Castro	Acueducto Isaac Gaviria
Altavista	Quebrada Altavista y sus afluentes, La Piedra, Los Pérez y El Barcino, La Buga	Altavista
	Ana Díaz	Travesías El Morro
	La Guayabala	Manzanillo
	La Guayabala	Agua Pura
San Sebastián de Palmitas	Chachafruto y los Azules	Acueducto EPM, Área Urbana San Sebastián de Palmitas
	Quebrada La Sucia- Afluente la China	Acueducto la China
	Quebrada La Volcana (En proceso de construcción)	Acueducto La Volcana

Fuente: Concejo de Medellín (2014).

La categoría cuencas de orden cero, contiene a las cuencas que son las que no poseen un canal con una corriente permanente en el cual el agua que escurre se mueve a través del suelo, y en periodos extremos de lluvia, a través de canales o zanjas; son áreas de gran importancia para la función de recarga de acuíferos y son

especialmente sensibles a intervenciones antrópicas. En el municipio, las cuencas de orden cero se encuentran en las veredas: Aguas Frías, Altavista, Barro Blanco, Boquerón, La Suiza, La Verde, Las Palmas, Mazo, Buga-Patio Bonito, El Astillero, El Cerro, El Corazón El Morro, El Jardín, El Patio, El Placer, El Plan, El Salado, El Uvito, La Cuchilla, La Esperanza, La Florida, La Frisola, La Ilusión, La Loma, La Palma, Media Luna, Montañita, Naranjal, Palmitas, sector central, Piedra Gorda, Piedras Blancas-Matasano, Potrera Miserenga, Potrerito, San José de la Montaña, San José del Manzanillo, San Pablo, Santa Elena, sector central, Urquitá, La Volcana Guayabal, Yarumalito y El Yolombo. Asimismo, en la categoría de sistema orográfico (el cual contiene el relieve montañoso y los cerros o accidentes geográficos como elementos naturales de espacio público), se encuentra una clasificación especial, atendiendo a la estructura orográfica de los componentes, esta es: cerros tutelares y cadenas montañosas estructurantes (Concejo de Medellín, 2014).

Dentro de los cerros tutelares, se encuentran entonces los cerros Nutibara, El Volador, Santo Domingo, La Asomadera, El Salvador, Pan de Azúcar, El Picacho, el cerro de Las Tres Cruces o Morro Pelón, La Potrera, Las Lajas, Cerro Verde, El Morrón, El Ajizal y cerro de La Cajetilla; y dentro de la clasificación cadenas montañosas estructurantes (cuchillas, altos y cerros de las cadenas montañosas), se hace una diferenciación entre las cadenas montañosas del oriente y las del occidente. Los elementos constitutivos de esta clasificación son entonces: cuchilla Romeral (incluye los altos de La Guija, Romeral, El Silencio, El Chuscal y Las Cruces); el cerro del Padre Amaya, el cual comprende la vertiente derecha de la quebrada La Sucia, El Boquerón, la cuchilla de Las Baldías en San Cristóbal y San

Sebastián de Palmitas, en límites con el municipio de Bello (incluyendo el alto Urquitá, El Boquerón, El Chuscal y El Yolombo); las cuchillas El Barcino, Astillero y Manzanillo, las divisorias de agua que conforman el corregimiento de Altavista, en el costado occidental (incluyendo los altos El Astillero, cerro El Barcino, alto El Encanto y alto El Manzanillo; son las divisorias de agua que conforman el corregimiento de Altavista y los cerros Aguas Frías, alto de Los Jaramillos y Morro Pelón); el Lomerío del escarpe de Las Palmas, el cual se encuentra en la vertiente izquierda de la quebrada Santa Elena; la divisoria de aguas del costado nororiental, donde se ubican la cuchilla Gurupera y los altos Juan Gómez, La Virgen, Sabanas y El Toldo; y la cadena montañosa que limita con los municipios de Envigado (incluye los altos de La Pelada, de Perico, Romerillo y Espíritu Santo); Rionegro (Cerro Verde) y Guarne (altos de San Ignacio, del Pino, La Yegua, Tres Puertas, Las Cruces y La Honda) y el parque ecológico Piedras Blancas (Concejo de Medellín, 2014).

Por último, la categoría red de conectividad ecológica, dentro de la estructura ecológica principal del municipio, busca conservar poblaciones viables de biota en ecosistemas fragmentados; esta categoría a su vez se subdivide en nodos estructurantes, enlaces estructurantes, nodos y enlaces estructurantes proyectados, áreas de interés recreativo y paisajístico, y corredores del Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas (SIMAP). Los nodos estructurantes son fragmentos de bosque con coberturas vegetales en buen estado de conservación que contengan áreas de más de 6.400 m^2, en esta clasificación se incluyen las áreas protegidas urbanas. Los enlaces estructurantes corresponden a áreas priorizadas, como resultado de estudios de métrica del paisaje y también, los corredores riparios

del POMCA del río Aburrá y del Plan Maestro de Zonas Verdes Urbanas; los corredores riparios se asocian a las quebradas La Iguaná, Santa Elena, Picacha, Tablaza, Doña María, Malpaso, Quintana, Altavista y Guayabala. Los nodos y enlaces estructurantes proyectados son zonas con amenaza alta de inundaciones, deslizamientos, o con alto impacto causado por actividad minera, de las cuales se planea su recuperación para integrarlas a la red de conectividad ecológica; en el municipio, estas zonas corresponden a las áreas localizadas en el Cinturón Verde, principalmente. Las áreas de interés recreativo y paisajístico en Medellín son: club El Campestre, club El Rodeo, lote de la Universidad de Antioquia en la comuna Villa Hermosa, parque La Ladera, finca Montecarlo, finca La Mesa, museo El Castillo, lote El Castillo, zoológico Santa Fe, canal Parque (antiguo vivero municipal), Piedra Lisa, ecoparque Loma Hermosa, ecoparque Bosques de La Frontera, finca Yerbabuena, Jardín Botánico y lote adyacente a la Universidad de Medellín (Concejo de Medellín, 2014).

Los corredores del SIMAP, por su parte, dentro de la categoría red de conectividad ecológica, están subdivididos en dieciséis corredores que son: corredor La Rosa-Villa Guadalupe-Carevieja-El Aguacatillo (corredor n.° 10 del SIMAP) el cual se encuentra en la comuna nororiental del municipio, en los barrios La Rosa, San Isidro, Moscú y Carpinelo, y la parte alta del barrio Santo Domingo, y sus afluentes principales son las quebradas La Rosa, Villa Guadalupe, Carevieja y El Aguacatillo. El corredor Bermejala-Piñuela (corredor n.° 11 del SIMAP), el cual se encuentra ubicado en la comuna nororiental también, entre los barrios Aranjuez y el sector Aranjuez-Anillo, y su principal afluente es la quebrada La Piñuela, la cual desemboca en la quebrada Bermejala. El corredor El Molino (corredor n.° 12 del

SIMAP) se ubica en la comuna nororiental, entre los barrios Campo Valdés y Santa Cruz, incluyendo la ribera de la quebrada El Molino (La Chorrera) en sus partes más altas y la quebrada La Máquina (Tebaida). El corredor unidad de conservación Jardín Botánico-Parque Norte-Universidad de Antioquia (corredor n.° 13 del SIMAP). El corredor Santa Elena (corredor n.° 14 del SIMAP), el que se ubica en el sector oriental del municipio de Medellín, entre los barrios La Sierra, La Milagrosa, El Salvador y Buenos Aires, y posee entre sus principales afluentes las quebradas Santa Elena, Chorro Hondo, La Rafita y La India. El corredor La Poblada (corredor n.° 15 del SIMAP), localizado en el sector suroriental del municipio de Medellín, entre los barrios El Poblado y los sectores San Martín y San Lucas y su principal afluente es la quebrada La Poblada. El corredor La Presidenta (corredor n.° 16 del SIMAP), el cual está asociado a las cuencas de las quebradas La Presidenta, Palo Blanco y La Chacona, en el sector suroriental del municipio de Medellín. El corredor Aguacatala (corredor n.° 17 del SIMAP), aquel que tiene como afluentes la quebrada La Aguacatala en su parte media y alta, hasta el Parque Arví, e incluye áreas de las quebradas El Castillo, Los Balsos, La Volcana y La Sucia (Concejo de Medellín, 2014).

Otro de los dieciséis corredores del SIMAP, de acuerdo con el POT de Medellín, 2014, son el corredor Altavista (corredor n.° 18 del SIMAP) el cual está localizado en la zona suroccidental del municipio de Medellín, integra la cuenca media y alta de la quebrada Altavista hasta la cuchilla El Romeral, en el barrio Belén, sectores Altavista, Rosales y El Rodeo. El corredor La Picacha (corredor n.° 19 del SIMAP), es aquel que se ubica en la zona suroccidental del municipio de Medellín, se integra por la cuenca de la quebrada La Picacha, desde el valle aluvial del río Aburrá hasta

la cuchilla El Romeral y se encuentra entre los barrios Fátima y Nutibara. El corredor Ana Díaz (corredor n.° 20 del SIMAP) se ubica en la zona suroccidental del municipio de Medellín, inicia en la parte alta de la cuchilla El Romeral-Barcino, y se encuentra entre los barrios La América y Santa Mónica, finalizando en la glorieta de San Juan con la carrera ochenta. El corredor La Hueso (corredor n.° 21 del SIMAP) se encuentra localizado en la zona occidental del municipio de Medellín, allí se encuentra la cuenca de la quebrada La Hueso hasta su desembocadura en el río Aburrá, incluye también otros afluentes como La Bolillala o Pelahueso, La América, El Salado y la quebrada Ana Díaz y este pasa a través de los barrios 20 de Julio, San Javier parte alta, La Floresta y Suramericana. El corredor La Iguaná (corredor n.° 22 del SIMAP) se encuentra ubicado en la zona occidental del municipio de Medellín, incluye las riberas y zonas de retiro de las quebradas La Iguaná, Corcovada, La Gómez, La Moñonga, Malpaso, El Chumbimbo y una parte del caño Bello Horizonte. El corredor La Quintana-La Cantera (corredor n.° 23 del SIMAP) es aquel que se encuentra localizado en el sector occidental del municipio de Medellín, se inicia desde la llanura aluvial del río Aburrá y atraviesa la ribera y zonas de retiro de la quebrada La Quintana y parte de la quebrada La Cantera (Culantrillo), además en él se encuentran los barrios Aures, El Picacho, Kennedy, Alfonso López y Córdoba. El corredor La Moreno-Tinajas-La Velásquez (corredor n.° 24 del SIMAP), ubicado en la zona noroccidental del municipio de Medellín, con presencia de las riberas y zonas de retiro de las quebradas La Moreno, Tinajas (Tinajitas) y parte alta de la quebrada La Velásquez, entre los barrios 12 de Octubre, Pedregal, Girardot y Belalcázar; y finalizando con el corredor Red de Cerros Tutelares (corredor n.° 25 del SIMAP).

En el segundo enfoque de la estructura ecológica municipal (la estructura ecológica complementaria), existe una categorización que contiene áreas para la prevención de inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa; áreas priorizadas por captura de carbono y almacenamiento en biomasa aérea; zonas de recarga de acuíferos; áreas para aprovisionamiento de productos forestales; áreas para aprovisionamiento de alimentos y áreas para la prestación de servicios culturales. Como ya se sabe, la estructura ecológica complementaria contiene vegetación transformada y seminatural, y posee elementos de gran relevancia para complementar la conexión de la estructura ecológica principal, contribuye al desarrollo de sus servicios ecosistémicos, los cuales son de gran importancia para el desarrollo de la población. Lo que permite caracterizar este tipo de estructura ecológica es la presencia de mosaicos de vegetación en diferentes estados y la presencia de áreas para pastos y cultivos (en estas se encuentran cercas vivas, corredores biológicos, parques y zonas verdes). Las áreas para la prevención de inundaciones, avenidas torrenciales y movimientos en masa se encuentran asociadas a los ecosistemas naturales y seminaturales que le prestan a Medellín el servicio de prevención de daños frente a amenazas por fenómenos de riesgo; las áreas priorizadas por captura de carbono y almacenamiento en biomasa aérea se categorizan en áreas con potencial alto para la captura de carbono, áreas con potencial medio para la captura de carbono y áreas con potencial bajo.

Las áreas con potencial alto cuentan con coberturas de bajo porte como pastos enmalezados, pastos limpios, pastos arbolados y herbazales, con tendencia a evolución a rastrojos medios, altos y bosques secundarios; las áreas con potencial medio por su parte, contienen coberturas de porte medio y alto en procesos

regenerativos, por ejemplo, tienen vegetación secundaria o en transición, bosques fragmentados y plantaciones forestales; y las áreas con potencial bajo tienen bosques densos y bosques riparios (Concejo de Medellín, 2014).

En las zonas de recarga de acuíferos está la parte de la cuenca hidrográfica que por sus diferentes condiciones (de clima, de geología, de topografía y demás) genera infiltración de una gran parte de las precipitaciones, por lo cual, se produce la recarga de los acuíferos en las partes más bajas de toda la cuenca. La clasificación de estas zonas corresponde a recarga directa, recarga indirecta de importancia alta, recarga indirecta de importancia media y recarga indirecta de importancia baja. Ahora, dentro de las áreas para aprovisionamiento de productos forestales, se encuentran las áreas para producción forestal con base a iniciativas públicas y privadas, con el fin de protegerlas. En las áreas para aprovisionamiento de alimentos se encuentran aquellas zonas que el POT considera de mayor interés con fines de producción de alimentos debido a sus adecuadas características que les permiten cumplir con este servicio ecosistémico y que brindan garantía de seguridad alimentaria a la población. Y las áreas para la prestación de servicios culturales están destinadas a ofrecer beneficios no materiales directamente de los ecosistemas, como enriquecimiento espiritual, identificación de la belleza escénica, inspiración de diversa índole, desarrollo cognitivo y reflexivo, recreación, entre otros. Estos beneficios se obtienen gracias a los elementos naturales presentes (concejo de Medellín, 2014).

La biodiversidad de Medellín relativa a la fauna es amplia. El municipio cuenta con más de 1.000 especies de escarabajos, mariposas y hormigas, 31 especies de

murciélagos, 18 especies de roedores silvestres, 6 de marsupiales, 4 de perros de monte y coatíes, 2 especies de micos, tigrillos, pumas y otros mamíferos, 25 especies de ranas y sapos, 3 de salamandras y 2 de cecilias. Entre los reptiles, 30 especies de serpientes y 14 de lagartos, lagartijas y gekos. En el grupo de las aves, 29 especies de colibríes, 11 de carpinteros, 8 de halcones, 22 de loras, pericos, guacamayas, 52 de atrapamoscas, entre muchas otras (Idárraga, 2020).

En flora, Medellín posee también una gran cantidad de especies. Alrededor de 77 especies endémicas del municipio, del departamento o del país, han sido registradas en el territorio. La flora incluye más de 196 familias y 1.106 géneros de plantas, son numerosas las orquídeas con 235 especies, las leguminosas con 172, las asteráceas o compuestas con 170 y los pastos con 107 (SIAC, 2020).

5.4 Contexto poblacional y socioeconómico

5.4.1 Composición demográfica y poblacional[2]

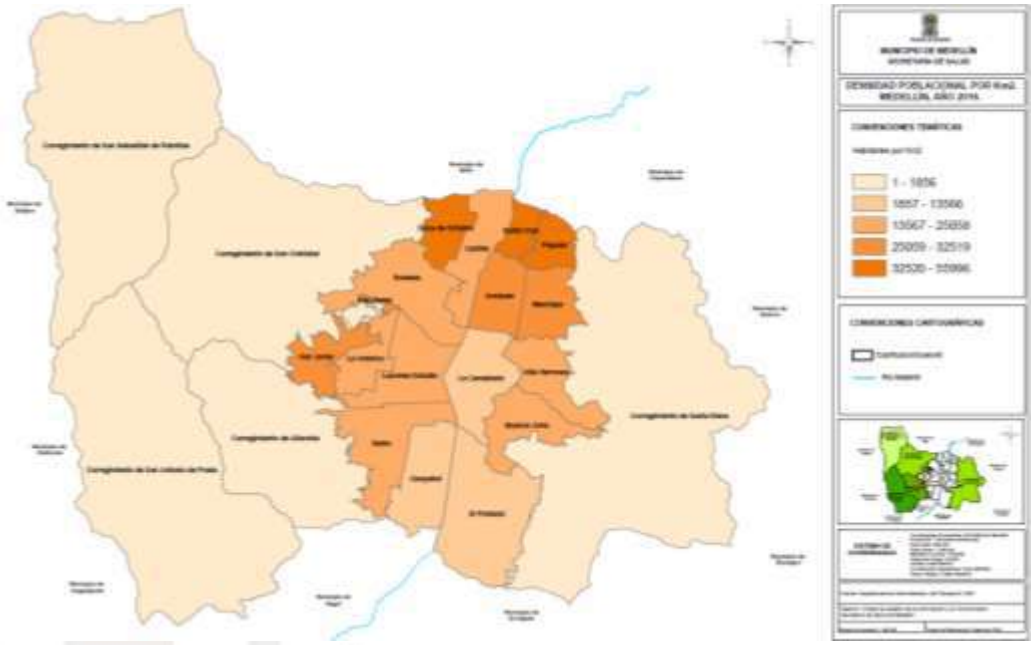
De acuerdo con las proyecciones del DANE y el Departamento de Planeación Municipal, la población de Medellín pasó de 2.214.494 en el año 2005 a 2.529.403 en 2018, lo cual representa que la tasa de crecimiento poblacional haya descendido de 1,2 a 1,02. Lo que implica que la población de Medellín está creciendo a un ritmo más lento que antes.

[2] Tomado de *Profundización del análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud*, utilizando la metodología del Ministerio de Salud y Protección Social. El texto fue publicado por la Secretaría de Salud de Medellín en 2020.

Por otro lado, las comunas de Guayabal, La Candelaria, Laureles-Estadio y El Poblado son las que presentan menor densidad poblacional, albergan entre 9.202 y 16.618 habitantes por km^2.

A pesar de que los corregimientos presentan las densidades poblacionales más bajas del municipio (**Figura 6B**), se resalta que San Antonio de Prado y San Cristóbal, son los corregimientos más poblados, con 2.017 y 1.844 habitantes por km^2, respectivamente.

Figura 6B.
Densidad poblacional por kilómetro cuadrado. Medellín, 2018



Fuente: Departamento Administrativo de Planeación (2018).

5.4.2 Grado de urbanización

Medellín es un municipio que, a pesar de tener una mayor extensión territorial en zonas rurales, está mayormente poblaba en áreas urbanas y cabeceras de corregimientos, situación que se ha ido acrecentando a lo largo de los años. De esta forma, en 2005 el grado de urbanización era de 98,25 %, mientras que para el 2018 alcanzó la cifra de 98,9 %. Esto implica que mientras en el área urbana viven 24.873 habitantes por km^2 en el área rural solo 102 habitantes por km^2. Algunas de las causas relacionadas con la urbanización creciente de la población medellinense pueden estar asociadas al decaimiento del sector agrario, la pobreza rural, la concentración de la propiedad privada, la situación de violencia generada por grupos armados y el consecuente desplazamiento forzado, que hace que los habitantes de áreas rurales y pequeños poblados afectados, salgan de sus lugares de origen para ubicarse en los barrios del sector urbano del municipio, con el consecuente detrimento en sus condiciones de vida. Por otro lado, se encuentra el imaginario de la existencia de mayores oportunidades de desarrollo en el área urbana.

Tabla 3.
Población proyectada por área de residencia. Medellín, 2018

	Cabecera			Resto		
Habitantes de Medellín	**N.°**	**%**	**Habitantes por c/km^2**	**N.°**	**%**	**Habitantes por c/km^2**
2.529.403	2.501.470	98,9	24.873	27.933	1,1	102

Fuente: DANE y Municipio de Medellín (2018).

5.4.3 Número de viviendas

Según los datos reportados por el Departamento Municipal de Planeación en la Encuesta de Calidad de Vida realizada durante el año 2016, en Medellín había 825.118 viviendas; la mayor proporción ubicadas en Belén 9,11 % (75.207), Robledo 7,56 % (62.424), Manrique 6,49 % (53.606), 12 de Octubre 6,47 % (53.341), Buenos Aires 6,40 % (52.320), San Javier 6,32 % (52.154) y Villa Hermosa 6,29 % (51.884). La menor proporción se observa en los corregimientos de Palmitas 0,17 % (1.423), Santa Elena 8,78 % (7.242) y Altavista 1,43 % (11.848). De igual forma, se observó que los tipos de viviendas en el municipio presentaron la siguiente distribución: el 68,53 % correspondió a apartamento, el 31,12 % a casa, el 0,25 % a cuartos o habitaciones y solo el 0,10% corresponde a ranchos o viviendas de desechos.

El material predominante en las paredes fue el ladrillo, bloque y adobe revocado o pintado, con aproximadamente el 70 % de las viviendas, seguido de bahareque revocado. En los pisos primó la baldosa, el vinilo, tableta o ladrillo y el cemento o gravilla como materiales. Es importante resaltar que la distribución por estrato socioeconómico de la población fue la siguiente: el 12,88 % de los habitantes pertenecen al estrato 1, el 36,01 % al estrato 2, el 30,49 % al estrato 3, el 9,7 % al estrato 4, el 7,14 % al estrato 5 y el 3,8 % pertenecen al estrato 6.

5.4.4 Número de hogares

La Encuesta de Calidad de Vida de Medellín en 2016 arrojó un total de 828.056 hogares con una relación de 1:1 viviendas por hogar y un promedio de 3,46 personas por vivienda. En el área urbana, las comunas con más número de personas por vivienda fueron Villa Hermosa (con 3,71 personas por vivienda), Santa Cruz (3,78), Popular (3,71), Aranjuez (3,71), Manrique (3,67) y 12 de Octubre (3,62). Las comunas con menor número de personas por vivienda fueron El Poblado (2,69), Laureles-Estadio (2,98), La Candelaria (3,02) y Belén (3,32).

En cuanto al área rural, el corregimiento con mayor número de personas por vivienda fue Palmitas con 3,72 personas por vivienda y el de menor fue Santa Elena, con 3,47 personas por vivienda. Para el 2016, así como en años anteriores, hubo mayor cantidad de hogares en las comunas de Belén (9,22 %), Robledo (7,27 %), San Javier (6,45 %), Manrique (6,27 %) y Doce de Octubre (6,26 %). Solo en estas cinco comunas se concentró aproximadamente el 40 % de los hogares de Medellín.

5.4.5 Estructura demográfica

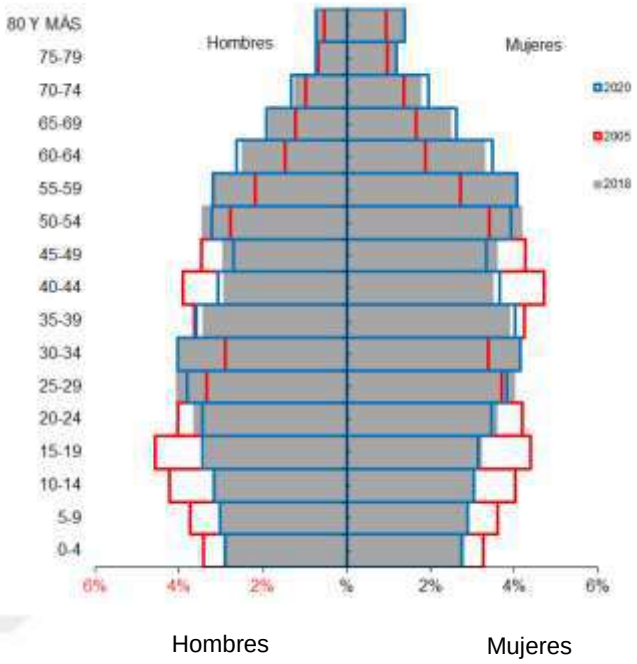
La pirámide poblacional de Medellín ilustra el descenso de la fecundidad y la natalidad con un estrechamiento en su base para el año 2018 comparado con el año 2005, de igual forma, comparando estos mismos años se evidencia el ensanchamiento que representa a la población adulta mayor, entre otros factores por el descenso en la mortalidad por causas externas y el aumento de la esperanza de vida de la población en Medellín. Se proyecta que para el año 2020 la pirámide

poblacional se siga estrechando en su base y aumente la población de edades más avanzadas. Durante los tres años analizados, todos los grupos de edad hasta los 29 años disminuyen en cantidad al avanzar el tiempo, pero de 50 años en adelante el comportamiento es inverso y dichos grupos aumentan. Con este comportamiento, para el año 2020 se percibe una inversión de la pirámide poblacional, pasando de tener una mayor población infantil a incrementar la población de adultos **(Figura 7)**.

En la **Tabla 4** se describe el comportamiento de otros indicadores demográficos, se resalta en especial el aumento del índice de vejez y de dependencia económica en adultos mayores, lo que representa un grado de envejecimiento poblacional. El comportamiento de la fecundidad en las mujeres adolescentes (10-19 años) ha mostrado una disminución en los últimos años, especialmente acentuado en el grupo de 15 a 19.

Medellín está evolucionando a la segunda transición demográfica, está pasando de grupos numerosos de población en edades infantiles y juveniles, y un escaso número de población en los grupos de edades maduras y longevas, a una estructura denominada revolución reproductiva, donde básicamente crecen los grupos de edades maduras y longevas manteniéndose o disminuyendo los grupos de menor edad. Esto es consecuencia directa de cambios socioeconómicos, políticos, culturales y tecnológicos que conllevan una mayor supervivencia generacional.

Figura 7.
Pirámide poblacional de Medellín. 2005, 2018, 2020.



Fuente: DANE (2021).

El mejoramiento general de la calidad de vida se refleja en los cambios sociales de la alimentación, en mejoras higiénicas y sanitarias de los diversos entornos, en el éxito de las políticas de salud pública, en mejores atenciones y en la amplia gama de tratamientos tecnológicos y científicos para garantizar la sobrevida de la población.

Tabla 4.
Otros indicadores de estructura demográfica en Medellín. 2005, 2018, 2020

Índice demográfico	Año		
	2005	2018	2020
Población total	2.214.494	2.529.403	2.569.007
Población masculina	1.043.926	1.190.358	1.206.023
Población femenina	1.170.568	1.339.045	1.362.984
Relación hombres:mujeres	89,18	88,90	88
Razón niños:mujeres	23	22	22
Índice de infancia	22	18	18
Índice de juventud	24	22	21
Índice de vejez	12	17	18
Índice de envejecimiento	52	95	101
Índice demográfico de dependencia	44,22	40,95	42,20
Índice de dependencia infantil	32,19	25,12	25,31
Índice de dependencia mayores	12,03	15,83	16,89
Índice de Friz	102,30	85,94	85,24

Fuente: DANE (2021).

Tabla 5.
Indicadores de la dinámica poblacional en Medellín

Indicador	2005-2010	2010-2015
Tasa General de Fecundidad –TGF	45,6	49,5
Tasa Global de Fecundidad –TGLF	1,5	1,5
Edad Media de Fecundidad –EMF	-	-
Tasa de Reproducción Neta	-	0,702

Fuente: Construcción Secretaría de Salud de Medellín a partir de DANE (2016).

Tabla 5.
Otros indicadores de la dinámica de la población del municipio de Medellín, 2005-2015

Indicador	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tasa específica de fecundidad en mujeres entre 10 y 14 años	3,54	3,77	3,38	3,45	3,67	3,21	3,37	3,15	3,03	2,99	3,5

Indicador	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tasa específica de fecundidad en mujeres entre 15 y 19 años	75,48	78,10	79,32	78,51	74,76	66,96	65,13	67,27	64,77	65,63	63,0

Fuente: Construcción Secretaría de Salud de Medellín a partir de DANE (2016).

5.4.6 Esperanza de vida

La esperanza de vida es expresión del desarrollo socioeconómico del país y el desarrollo integral del sistema de salud, y representa el número de años promedio que se espera que un individuo viva desde el momento que nace si se mantienen estables y constantes las condiciones de mortalidad.

Según información del DANE, la esperanza de vida en Antioquia entre los años 1985 y 2005 presentó un constante aumento, siendo mayor para las mujeres que para los hombres, para quienes este indicador tuvo un mínimo incremento entre los periodos 1990-1995 y 1995-2000, asociado a la situación de violencia imperante en el departamento en décadas anteriores. Este comportamiento es similar al observado a nivel nacional.

Con respecto al municipio de Medellín, la esperanza de vida aumentó 6,8 años entre 2005 y 2016, observándose mayor esperanza de vida en el área urbana en comparación con la observada en el área rural. Las comunas que superaron la esperanza de vida observada del municipio fueron: El Poblado, Laureles-Estadio, Belén, La América, Guayabal, Castilla y 12 de Octubre. Las comunas con menor esperanza de vida fueron San Javier, Robledo, Popular, Manrique, Buenos Aires y

La Candelaria. Este comportamiento coincide con los resultados de la *Encuesta de calidad de vida* realizada por el Departamento de Planeación Municipal, donde las comunas con menores valores en el índice multidimensional de calidad de vida presentaron menor esperanza de vida, lo que lleva a inferir que las condiciones y determinantes ambientales, sociales, económicos e instituciones en los cuales se desarrolle la población, interviene en su calidad de vida, expectativa de vida y desarrollo económico.

5.5 Situación socioeconómica y calidad de vida

5.5.1 Empleo y seguridad laboral

En el 2015, la estructura empresarial de Medellín estaba conformada por 89.164 empresas registradas ante la Cámara de Comercio de Medellín. Según el tamaño empresarial, predominan las microempresas con el 87,0 % (77.592 empresas) y le siguen en menor proporción la pequeña con el 9,6 % (8.576 empresas), la mediana con el 2,6 % (2.274 empresas) y la grande con 0,8 % (722 empresas). Esta se concentra principalmente en la comuna de la Candelaria, que agrupa el 22,3 % del total de empresas, seguida de El Poblado (14,2 %), Laureles - Estadio (10,2 %), Belén (7,9 %) y Guayabal (5,0 %).

El sector económico con mayor número de empresas corresponde al comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas (35,2 %), seguido por industrias manufactureras (14,6 %), alojamiento y servicios

de comida (8,8 %), actividades profesionales, científicas y técnicas (8,4 %), construcción (6,0 %) y el resto de los sectores agruparon el 27,3 % (año 2015).

La tasa de desempleo en Medellín en el 2015 fue de 9,0 % con relación a la población económicamente activa, siendo mayor en mujeres que en hombres (10,7 % y 7,5 % respectivamente). A nivel de comunas, la tasa de desempleo fue mayor en Manrique (12,6 %), Villa Hermosa (12,2 %), Santa Cruz (11,0 %) y Popular (10,7 %) y menor en El Poblado (3,7 %), La Candelaria (6,0 %) y La América (6,2 %)

En el año 2015, según régimen de afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), el 75,4 % de la población ocupada se encontraba afiliado al régimen contributivo, especial o excepción y el 20,9 % al régimen subsidiado[3]. En comparación con el 2014, la proporción de ocupados afiliados al régimen contributivo fue similar.

En cuanto al trabajo informal, la proporción de la población ocupada de esta manera fue de 44,22 %, considerando como población informal "aquellas personas que laboran en empresas de cinco o menos trabajadores, excepto los independientes que se dedican a su oficio y a los empleados del gobierno" (DANE, 2016)[4].

[3] Es de anotar que en el concepto de población ocupada, según DANE, se incluye a las personas que laboran al menos una semana o realizan labores familiares sin remuneración, lo que podría explicar que no todos los ocupados estén afiliados al régimen contributivo.
[4] Definición adoptada por el DANE, según tamaño de la empresa, para la medición del empleo informal.

5.5.2 Indicadores de pobreza

Entre 2010 y 2017 la incidencia de la pobreza monetaria a nivel municipal pasó de 22 % a 13,4 %, con una reducción de 8,6 puntos porcentuales. Entre 2014 y 2017 la pobreza monetaria se redujo 1,3 puntos porcentuales, al pasar de 14,7 % en 2014 a 13,4 % en 2017. Aproximadamente el 1 % de la población de Medellín ha dejado de ser pobre por ingresos en el último año. Medellín presentó un indicador de pobreza monetaria muy inferior a la presentada en la nación en el 2017 pues mientras Medellín alcanzó una cifra de 13,4 % en Colombia la incidencia de pobreza monetaria fue de 26,9 %.

Por otro lado, la incidencia de pobreza extrema monetaria entre los años 2010 y 2017 en Medellín pasó de 5,6 % a 2,4 %, con una reducción de 3,2 puntos porcentuales. El último año descendió el número de pobres extremos en el municipio en un 17 %, con respecto al año inmediatamente anterior. La pobreza extrema en Medellín fue inferior a la observada en la nación, la cual fue 7,4 % para el 2017.

El coeficiente de Gini mide el grado de desigualdad de la distribución del ingreso o la desigualdad de la riqueza de una región. Así, entre más cerca de la línea diagonal (la curva de Lorenz) se encuentre, implica que la distribución del ingreso es más igualitaria si el coeficiente de Gini es más cercano a 0. En el caso de Medellín, la distribución del ingreso logra un año más de mejora. Entre 2010 y 2017 el coeficiente de Gini pasó de 0,538 en 2015 a 0,464 en el 2017.

Tabla 6.
Otros indicadores de ingreso, municipio de Medellín 2010-2017

Indicadores	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Incidencias de pobreza monetaria	22	19,2	17,7	16,1	14,7	14,3	14,1	13,4
Pobreza Monetaria Extrema	5,6	4	3,5	3	2,8	3,3	2,9	2,4
Coeficiente de Gini	0,54	0,507	0,5	0,51	0,526	0,489	0,48	0,464

Fuente: DANE (2017).

5.5.3 Cobertura bruta en educación

Según la información reportada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, la tasa de cobertura bruta en educación secundaria y de categoría media han presentado un comportamiento en ascenso en el municipio de Medellín entre los años 2005 y 2017, con un incremento del 18,2 % y 21,3 %. La tasa bruta en educación primaria ha presentado un comportamiento en descenso, pues pasó de 127,7 en el año 2005 a 118,7 para el año 2017.

Se destaca que las tasas de cobertura en educación municipal para las categorías secundaria y media, están por encima de las reportadas a nivel departamental y del 100 %. Esto se debe a que muchos de los cupos asignados en instituciones educativas del territorio se los dan a población que residen en otros municipios del área metropolitana.

5.5.4 Calidad de vida y desigualdad social

La **Tabla 8** permite visualizar la comparación de la evolución del índice multidimensional de calidad de vida (IMCV) para cada comuna entre el 2012 y 2015,

siendo constante El Poblado con mayor IMCV y el Popular con el menor. Al analizar los componentes del IMCV por comuna, se encuentra que algunos de estos presentaron mejores resultados en comunas diferentes a las observadas en El Poblado. Por ejemplo, la dimensión de percepción del ambiente, que incluye aspectos como la arborización, contaminación de aire, quebradas, basura y ruido, fue mucho mejor en los corregimientos de Palmitas y Santa Elena en los cuatro años de medición, y para el 2015 en Laureles y La América.

Otro componente que se desempeña mejor en otras comunas, en comparación con la comuna El Poblado, es la percepción de libertad y seguridad, la que incluye algunos aspectos como la libertad de expresión, libertad de trasladarse dentro del barrio y percepción de seguridad. Los mejores resultados se obtuvieron en Buenos Aires, Aranjuez, Manrique, Palmitas y San Cristóbal.

Para medir la desigualdad social global en Medellín y el cambio de las brechas, se realizó la medición entre la comuna con mayor y menor IMCV, comparando las desigualdades obtenidas entre los años 2012 y 2015 a través de la razón de índice.

Tabla 7.
Índice multidimensional de calidad de vida y sus componentes según comunas. Medellín 2012-2015

AÑO	VARIABLES	Laureles Estadio	La América	Belén	La Candelaria	Guayabal	Buenos Aires	Castilla	Robledo	Aranjuez	Corregimiento de San Antonio de Prado	Corregimiento de Altavista	Corregimiento de San Cristóbal	Doce de Octubre	San Javier	Villa Hermosa	Corregimiento de Santa Elena	Manrique	Corregimiento de San Sebastian de Palmitas	Santa Cruz	Popular	ciudad	El Poblado	esperado	RD	IRD
2015	IMCV	67,5	59,8	55,5	54,9	51,2	49,3	46,6	44,2	44,1	42,1	41,9	40,9	40,1	39,5	39,2	38,4	37,6	37,1	35,8	33,3	47,6	74,5	100,0	0,4	
	D1Entorno	8,8	7,3	5,9	6,5	5,1	4,3	4,0	3,2	3,4	2,8	3,2	2,6	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,3	1,7	1,2	4,2	9,4	9,8	0,1	2,0
	D2Acceso	4,1	4,1	4,1	3,9	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9	3,8	3,1	3,6	4,0	3,7	3,6	2,4	3,7	2,1	3,9	3,6	3,9	4,3	4,5	0,8	1,2
	D3Medioambiente	3,1	3,0	2,8	2,1	2,5	2,8	2,3	2,8	2,4	3,0	3,0	2,9	2,2	2,5	2,4	3,8	2,3	5,5	1,8	1,8	2,6	3,0	7,0	0,6	1,3
	D4Escolaridad	3,8	3,0	2,9	3,0	2,4	2,7	2,3	2,4	2,1	2,0	1,7	1,9	2,0	2,1	1,9	1,7	1,9	1,5	1,9	1,8	2,5	4,9	8,8	0,4	1,6
	D5Desescolarizacion	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,2	4,1	4,1	4,2	4,1	4,2	4,4	4,7	0,9	1,1
	D6Movilidad	1,7	1,7	1,5	1,5	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,5	1,5	1,4	1,4	1,2	1,3	1,7	1,3	1,3	1,5	1,6	3,1	0,8	1,2
	D7Capital	9,6	8,0	7,6	7,0	6,8	6,2	6,0	5,4	5,3	4,9	5,0	4,6	4,7	4,5	4,5	3,7	4,3	3,4	3,9	3,7	6,1	12,3	16,9	0,3	1,7
	D8Participacion	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,1	1,2	1,1	1,3	1,1	1,5	1,2	1,3	1,1	1,1	1,3	1,6	2,3	0,7	1,3
	D9Libertad	1,9	1,9	1,8	1,7	1,9	1,9	1,7	1,8	2,0	1,9	1,8	1,9	1,7	1,8	1,9	1,8	1,9	2,5	1,8	1,7	1,8	1,9	3,4	0,9	1,0
	D10Vulnerabilidad	19,8	17,0	15,0	15,6	13,7	12,5	11,8	10,5	10,8	9,9	10,7	9,8	9,4	9,3	8,9	9,4	8,5	7,4	7,8	7,0	12,1	20,8	22,2	0,3	1,7
	D11Salud	3,5	3,7	3,8	3,6	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,4	3,5	3,3	3,6	3,1	3,5	2,7	3,2	3,0	3,6	4,3	6,7	0,7	1,2
	D12Trabajo	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	2,3	0,6	1,2
	D13Recreacion	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,7	0,5	1,4
	D14Percepcion	1,7	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6	1,4	1,4	1,5	1,8	2,4	0,8	1,2
	D15Gastos	2,6	1,9	2,0	1,9	1,8	1,9	1,5	1,4	1,2	1,3	1,3	1,4	1,2	1,2	1,4	1,2	1,1	1,0	1,1	1,0	1,6	3,2	4,2	0,3	1,7
2014	IMCV	59,2	52,1	56,9	56,9	51,0	48,2	49,2	44,6	42,7	41,8	41,6	39,5	39,0	38,6	37,9	36,5	36,1	35,2	35,1	33,3	47,6	75,7	100,0	0,4	
	D1Entorno	8,8	7,3	6,0	6,6	5,2	4,4	4,3	3,4	3,1	2,9	3,4	2,5	2,6	2,3	2,2	2,0	2,0	2,0	1,5	1,4	4,2	9,4	9,8	0,2	1,9
	D2Acceso	4,2	4,1	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	3,1	3,9	3,6	4,1	3,8	3,7	3,8	3,9	3,4	3,4	3,6	4,0	4,3	4,5	0,8	1,1
	D3Medioambiente	3,2	3,5	3,2	2,5	2,8	2,9	2,8	2,9	3,1	4,0	2,8	3,3	2,7	2,8	2,4	2,8	2,3	3,1	3,8	2,1	2,9	3,5	7,0	0,6	1,3
	D4Escolaridad	3,8	3,3	3,0	3,0	2,4	2,4	2,2	2,4	1,8	2,3	2,0	1,8	1,9	1,9	2,0	1,8	1,6	1,7	1,6	1,6	2,5	4,7	8,8	0,3	1,7
	D5Desescolarizacion	4,5	4,4	4,3	4,4	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,0	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,1	4,0	4,0	4,2	4,5	4,7	0,9	1,1
	D6Movilidad	1,7	1,7	1,5	1,5	1,6	1,5	1,6	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,4	1,5	1,3	1,3	1,3	1,5	1,7	3,1	0,8	1,2
	D7Capital	11,0	9,2	8,4	7,9	7,0	6,5	6,2	5,9	5,3	5,5	5,4	4,9	4,9	4,9	4,7	4,7	4,2	4,2	4,1	3,7	6,5	12,8	16,9	0,3	1,7
	D8Participacion	1,9	1,4	1,4	1,4	1,3	1,4	1,2	1,2	1,0	1,2	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	0,9	0,8	0,8	1,0	0,8	1,2	1,6	2,3	0,5	1,5
	D9Libertad	1,7	1,6	1,7	1,6	1,8	1,8	1,6	1,7	1,9	2,0	1,7	1,8	1,7	1,6	1,7	1,9	1,9	1,9	2,0	1,6	1,7	1,8	3,4	0,9	1,0
	D10Vulnerabilidad	19,9	17,2	15,2	15,7	13,6	12,4	12,3	10,7	10,3	10,0	10,4	9,4	9,3	8,8	8,6	8,4	7,9	8,4	7,8	7,1	12,1	21,1	22,2	0,3	1,7
	D11Salud	4,1	4,0	3,8	3,6	3,7	3,4	3,3	3,3	3,4	3,0	3,1	2,9	3,1	3,2	3,0	3,2	2,7	2,9	2,7	2,6	3,4	4,3	6,7	0,6	1,4
	D12Trabajo	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	2,3	0,7	1,2
	D13Recreacion	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	1,7	0,9	1,5
	D14Percepcion	1,7	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,5	1,3	1,5	1,8	2,4	0,7	1,2
	D15Gastos	3,1	2,5	2,4	2,2	1,9	1,9	1,6	1,7	1,4	1,4	1,4	1,2	1,3	1,4	1,3	1,3	1,1	1,1	0,9	1,1	1,8	3,7	4,2	0,3	1,7

AÑO	VARIABLES	Laureles Estadio	La América	Belén	La Candelaria	Guayabal	Buenos Aires	Castilla	Robledo	Aranjuez	Corregimiento de San Antonio de Prado	Corregimiento de Altavista	Corregimiento de San Cristóbal	Doce de Octubre	San Javier	Villa Hermosa	Corregimiento de Santa Elena	Manrique	Corregimiento de San Sebastián de Palmitas	Santa Cruz	Popular	ciudad	El Poblado	esperado	RD	IRD
2013	IMCV	59,2	62,1	56,9	56,8	51,0	48,2	48,2	44,6	42,7	41,8	41,6	39,6	39,0	38,6	37,9	36,5	36,1	35,2	35,1	33,3	47,6	75,7	100,0	0,4	
	D1Entorno	8,8	7,3	6,0	6,6	5,2	4,3	4,3	3,3	3,0	2,9	3,3	2,5	2,6	2,3	2,2	2,0	1,9	2,0	1,6	1,4	4,2	9,4	9,8	0,1	2,0
	D2Acceso	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	3,9	2,6	3,9	3,7	4,1	3,8	3,7	3,8	4,0	3,1	2,5	3,6	4,0	4,4	4,5	0,8	1,2
	D3Medioambiente	3,2	3,3	3,0	2,5	2,8	2,8	3,0	3,0	3,1	3,8	2,5	3,0	2,7	2,7	2,7	2,4	2,3	2,9	3,8	2,3	2,8	3,5	7,0	0,6	1,3
	D4Escolaridad	3,8	3,4	3,2	3,1	2,4	2,5	2,3	2,3	2,0	2,2	1,9	1,9	1,7	1,9	2,0	1,7	1,7	1,6	1,5	1,6	2,5	4,8	8,8	0,3	1,7
	D5Desescolarizacion	4,5	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	3,9	4,1	4,2	3,9	4,2	4,4	4,7	0,9	1,1
	D6Movilidad	1,7	1,7	1,5	1,6	1,5	1,5	1,7	1,5	1,5	1,1	1,5	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4	1,5	1,0	1,0	1,4	1,5	1,7	3,1	0,8	1,2
	D7Capital	10,8	9,2	8,5	7,9	6,8	6,7	6,4	5,9	5,3	5,7	5,1	4,8	4,7	5,0	4,7	4,3	4,3	3,9	3,8	3,8	6,5	12,9	16,9	0,3	1,7
	D8Participacion	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,0	1,3	1,6	2,3	0,6	1,4
	D9Libertad	1,7	1,8	1,7	1,6	1,8	1,9	1,8	1,7	1,7	2,5	1,9	1,9	1,8	1,5	1,7	1,9	1,9	1,6	2,4	1,9	1,8	1,8	3,4	1,0	1,0
	D10Vulnerabilidad	19,2	16,6	14,5	15,0	13,1	11,8	11,7	10,2	9,8	9,2	10,2	8,9	8,8	8,4	8,2	7,8	7,6	7,7	7,6	6,7	11,6	20,5	22,2	0,3	1,7
	D11Salud	4,2	3,9	3,7	3,6	3,5	3,4	3,7	3,4	3,4	2,7	2,8	2,8	2,9	3,2	3,1	2,8	2,9	3,0	2,4	2,7	3,4	4,4	6,7	0,6	1,4
	D12Trabajo	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	2,3	0,7	1,2
	D13Recreacion	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,7	0,6	1,4
	D14Percepcion	1,8	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,4	1,5	1,9	2,4	0,7	1,3
	D15Gastos	2,9	2,4	2,3	2,4	1,8	1,7	1,7	1,7	1,4	1,5	1,3	1,3	1,2	1,4	1,3	1,2	1,0	1,3	1,0	1,1	1,8	3,5	4,2	0,3	1,7
2012	IMCV	59,9	62,7	57,5	57,1	51,0	49,2	46,7	44,0	42,8	41,8	41,7	39,7	38,6	38,3	36,8	36,5	35,9	34,8	34,6	32,9	47,6	76,6	100,0	0,4	
	D1Entorno	8,8	7,3	6,7	6,0	5,2	4,3	4,3	3,4	2,7	3,3	3,0	2,5	2,5	2,3	2,0	2,2	1,9	1,6	1,8	1,4	47,6	9,4	9,8	0,1	2,0
	D2Acceso	4,2	4,2	4,1	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	2,8	3,9	3,9	4,1	3,3	3,8	3,8	3,7	4,0	2,9	3,1	3,6	4,2	4,3	4,5	0,8	1,2
	D3Medioambiente	3,3	3,3	2,5	3,1	2,8	3,1	2,6	3,0	5,0	2,6	3,2	2,8	3,4	2,8	2,6	2,5	2,6	4,6	2,7	2,3	4,0	3,6	7,0	0,6	1,2
	D4Escolaridad	3,9	3,5	3,1	3,1	2,3	2,4	2,2	2,3	1,7	1,9	1,9	1,7	1,6	2,0	1,7	1,9	1,6	1,3	1,6	1,6	2,9	5,0	8,8	0,3	1,7
	D5Desescolarizacion	4,5	4,4	4,4	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,1	4,0	3,9	2,5	4,4	4,7	0,9	1,1
	D6Movilidad	1,7	1,6	1,6	1,5	1,7	1,6	1,6	1,5	1,1	1,6	1,5	1,6	1,3	1,4	1,5	1,3	1,5	0,7	1,2	1,4	4,2	1,7	3,1	0,8	1,2
	D7Capital	10,7	9,1	7,9	8,3	6,8	6,7	6,0	5,5	4,6	5,1	5,0	4,7	4,4	4,7	4,4	4,2	4,0	3,2	3,7	3,7	1,5	12,8	16,9	0,3	1,8
	D8Participacion	1,4	1,4	1,2	1,2	1,0	1,2	1,0	1,2	1,3	1,0	1,1	0,9	0,9	1,1	0,9	1,1	1,1	1,3	1,2	0,8	6,4	1,4	2,3	0,6	1,3
	D9Libertad	1,8	1,7	1,5	1,6	1,7	1,8	1,5	1,6	2,8	1,7	1,2	1,6	1,8	1,1	1,7	1,4	1,6	2,8	1,3	1,6	1,1	1,8	3,4	0,9	1,1
	D10Vulnerabilidad	19,9	17,1	15,8	15,0	13,4	11,8	12,1	10,8	9,9	10,3	10,0	9,1	9,1	8,6	8,0	8,5	8,1	7,4	8,2	6,9	1,6	21,1	22,2	0,3	1,7
	D11Salud	4,0	3,9	3,6	3,8	3,5	3,5	3,2	3,1	2,9	2,9	3,1	3,1	2,9	3,0	2,9	2,7	2,7	2,2	2,9	2,6	12,0	4,3	6,7	0,6	1,4
	D12Trabajo	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,9	0,8	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,4	0,5	3,3	0,8	2,3	0,7	1,3
	D13Recreacion	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,6	0,5	1,7	0,6	1,6
	D14Percepcion	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,4	0,3	1,9	2,4	0,7	1,3
	D15Gastos	2,9	2,6	2,3	2,3	1,7	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,3	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	0,9	0,7	0,9	1,0	1,5	3,5	4,2	0,3	1,8

Se evidencia que en los cuatro años ha disminuido la brecha en 2 puntos, y en casi todos los componentes, a excepción de ambiente, entorno, trabajo y recreación.

Tabla 8.
Razón índice de desigualdad social. Componentes del índice multidimensional de calidad de vida. Medellín 2012-2015

Razón de índice desigualdad (comparación entre la comuna peor calidad de vida y mejor calidad de vida)

Componente	Año		Comparación
	2015	2012	
IMCV	0,45	0,43	Disminuye brecha
D1 Entorno	0,13	0,15	Aumenta brecha
D2 Acceso	0,84	0,83	Disminuye brecha
D3 Ambiente	0,58	0,63	Aumenta brecha
D4 Escolaridad	0,37	0,32	Disminuye brecha
D5 Desescolarización	0,94	0,88	Disminuye brecha
D6 Movilidad	0,79	0,78	Disminuye brecha
D7 Capital	0,30	0,29	Disminuye brecha
D8 participación	0,67	0,57	Disminuye brecha
D9 Libertad	0,91	0,90	Disminuye brecha
D10 Vulnerabilidad	0,34	0,33	Disminuye brecha
D11 Salud	0,71	0,61	Disminuye brecha
D12 Trabajo	0,61	0,65	Aumenta brecha
D13 Recreación	0,55	0,63	Aumenta brecha
D14 Percepción	0,76	0,74	Disminuye brecha
D15 Gastos	0,32	0,27	Disminuye brecha

Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2015).

Sin embargo, el anterior resultado no deja revelar las diferencias entre los 21 territorios, por eso es necesario hacer una medición que incluya todas las unidades geográficas a través del índice relativo de desigualdad en cada uno de los componentes del IMCV, como se observa en la **Tabla 10**. Aunque no hay variaciones en el IMCV entre 2012 y 2015 para el valor total de la ciudad, 47,63 y 47,62 respectivamente, se encuentran desigualdades para cada componente del índice considerando el territorio como eje de desigualdad.

Tabla 9.
Índice relativo de desigualdad social. Medellín 2012-2015

Componente	Índice relativo de desigualdad				Comparación 2012 - 2015
	Año				
	2015	2014	2013	2012	
D1 Entorno	0,95	0,94	0,94	0,94	Aumenta desigualdad
D2 Acceso	1,01	1,01	1,01	1,01	Valores no significativos
D3 Ambiente	1,00	1,01	1,01	1,00	Valores no significativos
D4 Escolaridad	0,88	0,84	0,88	0,90	Disminuye desigualdad
D5 Desescolarización	1,00	1,00	1,00	1,00	No se modifica
D6 Movilidad	1,01	1,01	1,01	1,01	No se modifica
D7 Capital	1,03	0,58	0,65	0,75	Aumenta desigualdad
D8 Participación	1,02	1,07	1,03	1,01	Aumenta desigualdad
D9 Libertad	1,00	1,00	1,00	1,00	Valores no significativos
D10 Vulnerabilidad	1,14	1,11	1,13	1,11	Aumenta desigualdad
D11 Salud	1,01	1,02	1,03	1,03	Disminuye desigualdad
D12 Trabajo	1,01	1,01	1,01	1,01	No se modifica
D13 Recreación	1,05	1,14	1,03	1,19	Disminuye desigualdad
D14 Percepción	1,01	1,01	1,02	1,01	No se modifica
D15 Gastos	0,92	1,51	0,92	0,94	Disminuye desigualdad

Fuente: Secretaría de Salud Medellín (2015).

En el componente del entorno, el cual incluye aspectos como el estrato y vivienda con materiales inadecuados, se aumenta la desigualdad entre el 2012 y el 2015, así mismo para los componentes de capital (capital físico del hogar), participación (proporción de votantes en el hogar y conocimiento en política del jefe del hogar), vulnerabilidad social (hacinamiento, alimentación de los niños, alimentación de los adultos, número de niños, número de mayores de 70 años y sexo del jefe del hogar). Sin embargo, es importante destacar el cierre de la brecha en los componentes de escolaridad, salud, recreación y los gastos per cápita del hogar.

6. Contexto hidrometeorológico: definición de las amenazas [5]

A partir de lo descrito en la *Síntesis preliminar sobre variabilidad y cambio climático en el Valle de Aburrá* del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y que hace parte de la *Formulación del plan de acción para el cambio y la variabilidad climática del Valle de Aburrá (PAC&VC)*, se presenta un contexto de la situación hidrometeorológica para la ciudad de Medellín, que hace parte fundamental del contexto situacional del territorio para la definición de estrategias de adaptación (AMVA, 2018).

Antioquia presenta una alta variabilidad climática e hidrometeorológica debido a diversos factores, entre las cuales se encuentran los fenómenos macroclimáticos que actúan como forzadores externos, su ubicación geográfica en la franja tropical, el ingreso de humedad y la modulación de la circulación regional por la cercanía de dos océanos, las interacciones internas generadas por las condiciones topográficas y geomorfológicas del territorio nacional y regional dentro de lo que se incluye modificaciones antrópicas que alteran el clima en general (AMVA, 2018).

El clima en el planeta varía en general en función de la latitud en términos de la diferencia en el balance de la radiación solar global que da lugar a las estaciones, pero en el trópico y especialmente en zonas montañosas como la nuestra, las variaciones climáticas se dan principalmente en función de la ubicación altitudinal. Cabe resaltar que el clima en general, y en particular la precipitación sobre

[5] Este capítulo es tomado de Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2018. *Síntesis del clima para el Valle de Aburrá*.

Colombia, la zona Andina y el Valle de Aburrá están relacionados con el comportamiento de la convección en el trópico, lo cual genera las dos temporadas de lluvia que tradicionalmente se observan sobre la ciudad, con picos máximos en abril y noviembre, y que están asociadas al paso de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) sobre la región. El paso de la ZCIT que, como su nombre lo indica, se extiende por toda la región tropical del planeta y que favorece la formación de nubes y la incidencia de lluvias, determina los periodos secos y lluviosos. La ZCIT se mueve en sentido sur-norte y norte-sur siguiendo la transición de primavera a verano en cada hemisferio, generando así dos temporadas secas con temperaturas elevadas particularmente en los meses de enero-febrero y junio-julio, y dos temporadas húmedas con lluvias elevadas en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre.

Dentro de la variabilidad del clima se incluye el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO, por sus iniciales en inglés, el cual incluye los eventos de El Niño y La Niña y años normales) que históricamente ha alterado la hidroclimatología de Colombia con consecuencias importantes.

6.1 Contexto hidrometeorológico histórico y actual

Es de importancia comprender el comportamiento hidrometeorológico y las variaciones climáticas a escala global, regional y de cuenca local, así como las proyecciones para las próximas décadas en la escala de la cuenca del Valle de Aburrá para variables del ciclo hidrológico como precipitación y caudal, tanto de los valores medios como de los valores mínimos y máximos, con el propósito de tener

herramientas para los pronósticos futuros y en análisis de la vulnerabilidad, plantear estrategias para la mitigación y adaptación poblacional y del sector salud.

A continuación, se presenta un contexto histórico y actual de las variables hidrometeorológicas, y las proyecciones de cambio climático para las mismas variables, donde se incluye una descripción del comportamiento y proyecciones, tanto de la temperatura y la precipitación, como de los vientos y humedad relativa en el Valle de Aburrá, así como un escenario asociado al cambio climático, teniendo en cuenta cambios en el uso del suelo a nivel local y un análisis de la radiación incidente potencial, finalizando con un análisis por barrios y municipios dentro del Valle de Aburrá (AMVA, 2018)

6.1.1 Ciclo anual de vientos y temperatura en el Valle de Aburrá

La circulación del viento en la escala local puede estar forzada por diferentes factores, entre ellos la topografía, usos de suelo, forzamientos dinámicos y forzamientos térmicos. Los forzamientos dinámicos se presentan en condiciones inestables o neutras de la atmósfera o por gradientes de presión en los que la circulación local produce la circulación de mesoescala; en cambio los forzamientos térmicos se dan por gradientes de temperatura entre la ladera y la base del valle, lo que hace que los flujos de calor latente, sensible, humedad y la cantidad de nubosidad jueguen un rol importante para determinar la cantidad de energía disponible. En el Valle de Aburrá es posible evidenciar forzamientos térmicos en las laderas, los cuales generan un cambio de dirección de los vientos. En la mañana y en la tarde en promedio son vientos ascendentes y en la noche y madrugada

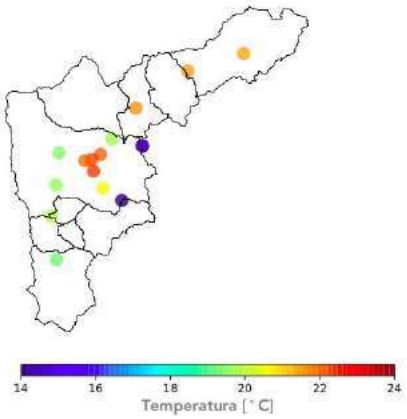
descendentes. Estos patrones generan una celda de circulación típica de valle que, cuando en ambas laderas se presentan vientos ascendentes se da subsidencia en el centro del valle. Cuando esta celda de circulación está bien definida, se facilita el ascenso de partículas dentro de la capa límite atmosférica (CLA), sin embargo, cuando los vientos son débiles y se presenta una CLA de baja altura, se da una acumulación de partículas en la superficie. En la escala regional, el Valle de Aburrá está influenciado por los vientos alisios, los cuales describen una estacionalidad; los alisios del noreste presentan altas intensidades entre noviembre y febrero e ingresan al valle por la zona norte y se encauzan en la base, siguiendo su trayectoria hasta salir por el sur; en los meses de abril a mayo esta intrusión es débil. De igual manera dichos vientos ingresan por la zona oriental del valle hasta incorporarse con la dinámica de vientos local.

6.1.2 Clasificación del clima en el Valle de Aburrá según su temperatura y humedad relativa

La clasificación del clima en Colombia según la temperatura y la humedad relativa es realizada por el IDEAM. Se basa principalmente en la clasificación Caldas y debido a que el método no hace diferenciación en términos de la humedad relativa, también tiene en cuenta la clasificación propuesta por Richard Lang para la aplicación de la guía de construcción sostenible. Según esto, todos los municipios del Valle de Aburrá entran en la categoría de clima templado. Sin embargo, las variaciones altitudinales dentro del valle son amplias por lo cual surge la necesidad de refinar espacialmente dicha clasificación.

La temperatura media del Valle de Aburrá es aproximadamente 21 °C de acuerdo con los estadísticos descriptivos obtenidos de los registros que se tienen en el valle en la red del Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA)[6]. Este valor medio puede oscilar normalmente entre 9,93 y 28,53 °C teniendo en cuenta los percentiles 5 y 95 de las mediciones de cada estación.

Figura 8.
Promedio multianual de la temperatura en el Valle de Aburrá a partir de los registros de las estaciones del SIATA



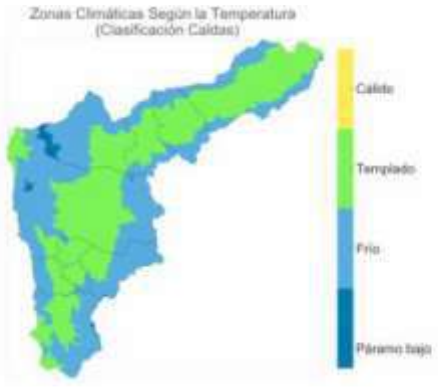
Fuente: AMVA (2018).

Según los registros en el Valle de Aburrá, se encuentra una relación clara entre la altura y los valores de temperatura. Sin embargo, en Medellín que se encuentra ubicado en la base del Valle, se presentan temperaturas más altas de aquellas localizadas en Barbosa y Copacabana, que están ubicadas a una menor altura. Este

[6] SIATA es el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá, el cual monitorea diferentes variables climáticas y de contaminación ambiental.

comportamiento está condicionado por la densidad constructiva del entorno donde se mide la variable gracias al efecto de la isla de calor, dado que las estaciones ubicadas en Medellín en la base del valle tienden a presentar temperaturas más altas y humedades más bajas.

Figura 9.
Clasificación climática según Caldas, en el Valle de Aburrá



Fuente: AMVA (2018).

En la **Figura 9** se muestra que el territorio del Valle de Aburrá en general se puede agrupar en clima templado y clima frío. Adicionalmente, se presenta una pequeña proporción de territorio que se debe considerar como clima de páramo bajo, en las zonas referentes al cerro del Padre Amaya y el páramo de Las Baldías.

En cuanto a la distribución espacial de la humedad relativa se encuentra una relación directa entre la humedad relativa del Valle de Aburrá con la altura, esta relación no presenta un carácter lineal tan evidente como en el caso de la

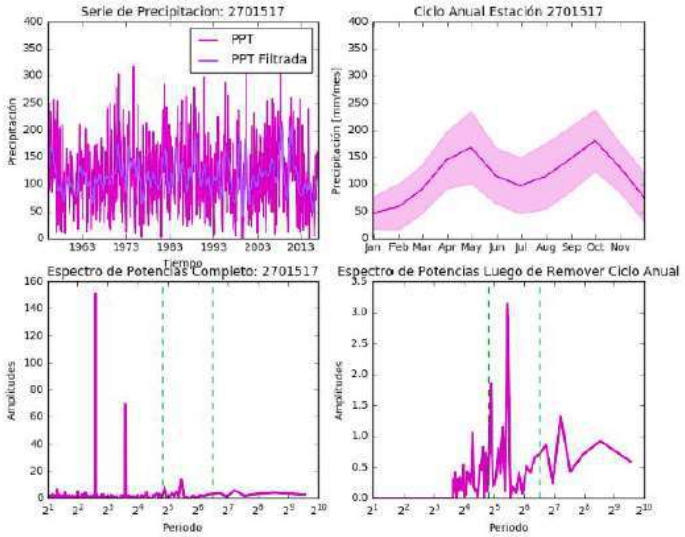
temperatura. Lo anterior se puede ver reflejado por los usos de suelo, donde la estación de menor altura, ubicada en Barbosa, presenta mayores valores de humedad, respondiendo a un entorno menos urbanizado que el que se presenta en Medellín en la base del valle.

La variación diurna de la humedad muestra que las estaciones más secas corresponden a zonas urbanas, la mayoría de ellas, al iniciar el día, disminuyen sus valores por debajo de 75 % de humedad y solo vuelven a alcanzar valores cercanos a dicho umbral cerca de la media noche.

6.1.3 Precipitación

Regiones como el Valle de Aburrá están directamente influenciadas por cambios en los patrones espaciotemporales de precipitación, puesto que la disponibilidad del recurso hídrico, la gestión de riesgos, la calidad del aire, las condiciones ecológicas para los diferentes ecosistemas, entre otros aspectos, dependen directa e indirectamente de la variabilidad de la precipitación. Es así como el aumento en la magnitud de la lluvia, como en el régimen anual medio, afecta el caudal de los ríos, lo que genera un reto para las estrategias presentes y futuras de aprovechamiento del recurso hídrico. La precipitación en el Valle de Aburrá evidencia una marcada bimodalidad asociada a la ZCIT y una variabilidad interanual significativa asociada a forzamiento externo. En la siguiente figura se observa claramente el régimen bimodal con mayores acumulados en los meses de abril y mayo, y posteriormente en octubre y noviembre.

Figura 10.
Variabilidad en la frecuencia, tiempo de las precipitaciones



Fuente: AMVA (2018).

Además, se ha evidenciado en el ciclo anual en las precipitaciones, la presencia de un pico claro y marcado en el periodo correspondiente a los doce meses en el espectro de frecuencias de la transformada de Fourier con todas sus bandas espectrales. Este fenómeno fue previamente atribuido a la migración de la ZCIT sobre la zona Andina colombiana. Luego de filtrar el espectro de frecuencias con el objetivo de remover el ciclo anual, es posible evidenciar un pico interanual importante entre 28 y 90 meses que es posible asociarlo al fenómeno de El Niño, lo cual evidencia igualmente una influencia importante de los fenómenos macroclimáticos en la variabilidad de la precipitación de la región y denota de manera clara la importancia de considerar no solo el cambio climático sino también

la variabilidad.

Con el objetivo de analizar los patrones espaciales de la influencia de fenómenos macroclimáticos en la precipitación del Valle de Aburrá, se calcula el coeficiente de correlación de Pearson entre las series previamente caracterizadas (estaciones de EPM) y los datos de temperatura superficial del mar (SST, por sus siglas en inglés), y posteriormente con los datos de precipitación global del GPCP. Las correlaciones cercanas a -0,8 dentro de la región de la Lengua Fría indican que a mayor temperatura registrada en el océano Pacífico, las lluvias sobre la región del Valle de Aburrá (representada por cada una de las estaciones analizadas) disminuyen, lo cual se conoce como un típico evento de El Niño. Caso contrario en condiciones de La Niña, donde las anomalías negativas en la temperatura del océano Pacífico se traducen en lluvias sobre la región.

6.1.4 Proyecciones de cambio climático

Del análisis de varios trabajos recopilados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se concluye que se presentan tendencias crecientes en la temperatura a nivel regional en las que se muestra que para la segunda mitad del siglo XX se han presenciado cambios en la temperatura 0,1 °C a 0,2 °C por década, así mismo, se señalan cambios (reducciones y aumentos) en la precipitación, la cual ha sufrido cambios en los extremos anuales entre – 4 % y 6 % por década sin que se presenten campos homogéneos con resultados estadísticamente significativos. Las estaciones con mayor longitud de registro presentan tendencias crecientes, y a pesar de no identificar zonas con resultados homogéneos, en todos los estudios se

resalta la zona del Pacifico por tener el mayor número de estaciones con precipitación creciente y estadísticamente significativa.

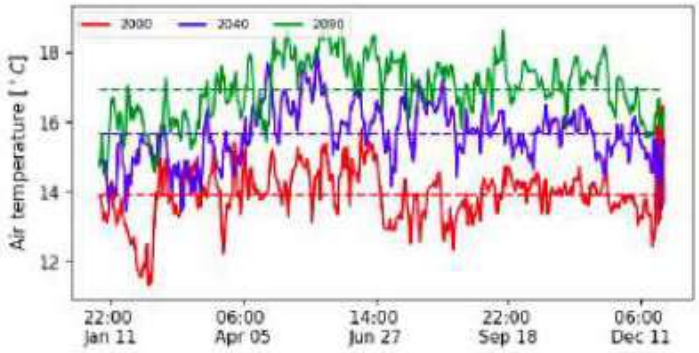
En cuanto a la proyección de la temperatura del aire en el Valle de Aburrá, se presenta un patrón de temperatura asociado a la topografía propia de la zona, con mayores temperaturas en las zonas urbanas del valle. Las variaciones en el ciclo anual son levemente perceptibles para la presente década, sin embargo, el cambio entre décadas es evidente ante el forzamiento de cambio climático sobre el valle. Para la década 2040-2049 la temperatura del aire aumentaría en el interior del Valle de Aburrá con un patrón de expansión de las zonas más cálidas. Asimismo, esta tendencia persiste hasta final de siglo para la década 2090-2099 cuando las mayores temperaturas se localizarán al norte y centro del valle. Estos cambios presentan un mayor impacto durante los meses de mayo y julio, meses en los cuales a final de siglo presentarán las mayores temperaturas en el valle.

Por otro lado, la variación climatológica de la precipitación en la presente década indica menores precipitaciones en el centro y norte del Valle de Aburrá. Estas precipitaciones cambian durante el año, con menores tasas de precipitación en los meses de enero, marzo y noviembre, y mayores precipitaciones en mayo, julio y septiembre. Así mismo, los cambios en las tasas de precipitación en las décadas de mitad de siglo y final de siglo son muy variables. Estos cambios se caracterizan por aumentos de la precipitación en los meses de julio y septiembre, pero disminuciones en los meses de enero, mayo y noviembre.

Las simulaciones presentan una variabilidad asociada al ciclo diurno de

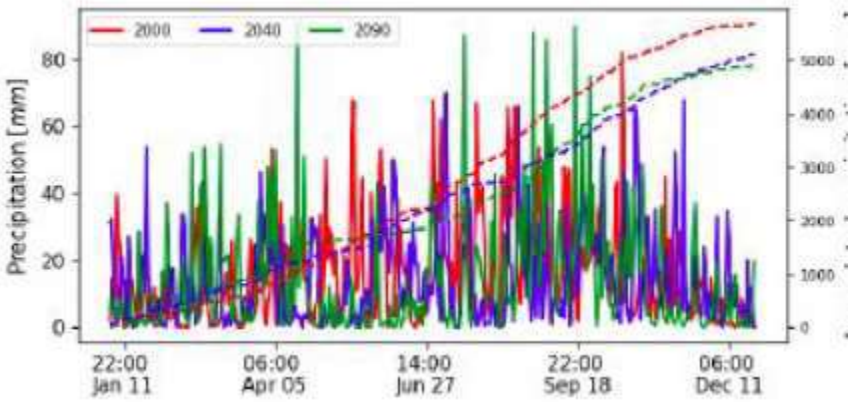
precipitación y una variabilidad asociada a ciclo anual. Los meses con mayores tasas de precipitación oscilan entre los meses de agosto y octubre en la mayoría de los municipios del valle. Las series acumuladas de precipitación en todos los municipios presentan en las tasas de precipitación, una tendencia decreciente para las dos décadas de cambio climático analizadas, con registro de menores tasas de precipitación a mitad y final de siglo. Este resultado se presenta para los municipios de Barbosa, Bello, Copacabana, Girardota, Guatapé y Río Grande. Para el caso de los municipios de La Estrella, Sabaneta y Caldas, las tasas acumuladas de precipitación anuales no presentan cambios. La humedad específica muestra un resultado más claro en comparación de la precipitación. Las series integradas de humedad en todos los municipios muestran claramente que el contenido de humedad aumentará hasta final de siglo. Este aumento guarda una relación directa con los incrementos de temperatura, es decir, una atmósfera más cálida tiene la capacidad de albergar más humedad.

Figura 11.
Serie de temperatura superficial para las décadas 2000, 2040 y 2090 en Medellín



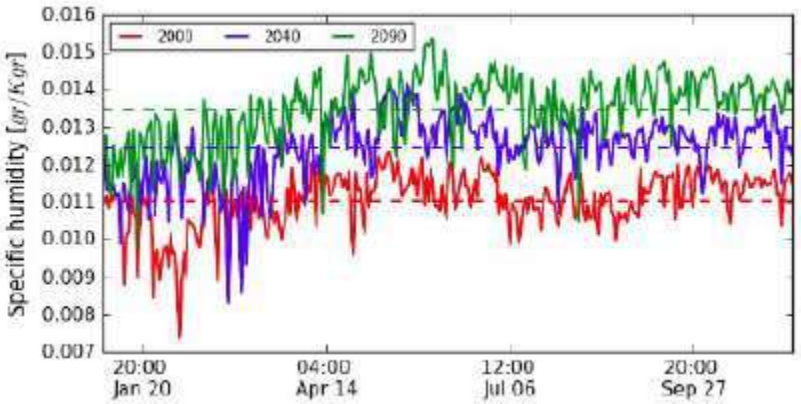
Fuente: AMVA (2018).

Figura 12.
Serie de precipitación para las décadas 2000, 2040 y 2090 en Medellín



Fuente: AMVA (2018).

Figura 13.
Serie de humedad específica para las décadas 2000, 2040 y 2090 en Medellín



Fuente: AMVA (2018).

6.1.5 Proyecciones y cambios de las variables climáticas según los cambios en los usos del suelo

Escenario: expansión de las zonas urbanas en el Valle de Aburrá y sus regiones vecinas. El escenario formulado plantea la posibilidad de la expansión de los centros urbanos en las poblaciones más representativas ubicadas al interior del dominio local, en las cuales es posible resaltar el oriente de Antioquia y el Valle de Aburrá. El escenario planteado fue simulado durante dos trimestres del año: enero a marzo y septiembre a noviembre. En primer lugar, la temperatura a escala mensual muestra claramente el impacto que tiene el expandir las zonas urbanas del Valle de Aburrá durante todos los meses; se observan proyecciones de focos de calentamiento que se asocian directamente a las zonas en las que se realizó el cambio de cobertura de suelo. Muestra que las zonas urbanas tienden a tener mayores temperaturas con respecto a sus zonas vecinas. Durante todos los meses las zonas urbanas tienen una temperatura mayor.

Los cambios en la precipitación no presentan un patrón característico frente al cambio de uso de suelo como lo hace la temperatura, lo que indica que las tasas de precipitación no se ven afectadas por el forzamiento de la expansión de zonas urbanas.

7. Condiciones de riesgos frente al cambio y variabilidad climática

Se identificaron los riesgos en el territorio por los cambios en las variables climáticas, su análisis sirve como línea base para la formulación del Plan de Adaptación en Salud al Cambio y Variabilidad Climática (CYVC). Los riesgos descritos son:

- Las condiciones de riesgo de desastres en Medellín.
- Riesgo en el cambio de patrones de vectores y animales transmisores de zoonosis.
- Análisis de la disponibilidad y acceso al agua potable, incluyendo una descripción de la situación actual de las fuentes de abastecimiento y un análisis de riesgos de los diferentes sistemas de acueductos de Medellín que son vigilados por la Secretaría de Salud.
- Las condiciones de la ciudad de Medellín y su población frente a la seguridad alimentaria, el acceso y disponibilidad de alimentos.
- Un análisis de la presencia de islas de calor en ciertos contextos urbanos de la ciudad, incluyendo la exposición a la radiación UV.
- La contaminación atmosférica como un factor que modula la afectación a la salud por el cambio y variabilidad climática y que también se ve afectado por esta variabilidad del clima

7.1 Riesgo en el cambio de patrones de vectores y animales transmisores de zoonosis

En relación con las diferentes arbovirosis y el fenómeno de la variabilidad climática, las investigaciones realizadas conjuntamente entre la Secretaría de Salud de

Medellín y la Universidad de Antioquia (Grupo Entomología Médica), han indicado que la transmisión de dengue se afecta notablemente por cambios en las condiciones climáticas. Particularmente, se observó una asociación estadísticamente significativa entre las anomalías de la temperatura superficial y del mar (un indicador de la ocurrencia del evento de El Niño) y la incidencia de dengue en la ciudad, incrementos en el número de casos de dengue se presentan algunas semanas posteriores a la ocurrencia del período invernal. En la actualidad, la Secretaría de Salud de Medellín y la Universidad de Antioquia hacen parte de un proyecto que pretende desarrollar un sistema de alerta temprana (SAT) para la predicción y prevención de brotes epidémicos de dengue. Este proyecto se vincula a la red científica DENTARGET, en la cual, con apoyo de investigadores de otros países (Brasil, Cuba, México, UEA y Bélgica, entre otros), se desarrollará el SAT.

Figura 14.
Relación entre anomalía El Niño 3,4 y número de casos de dengue registrados en Medellín

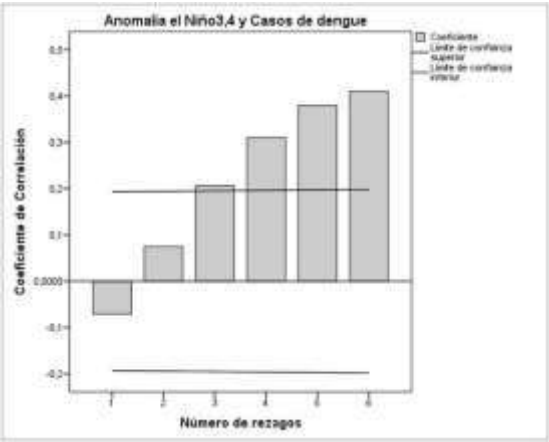
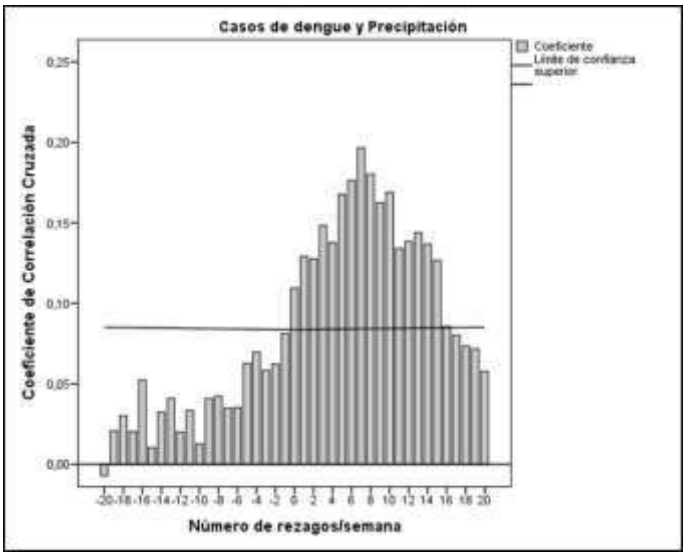


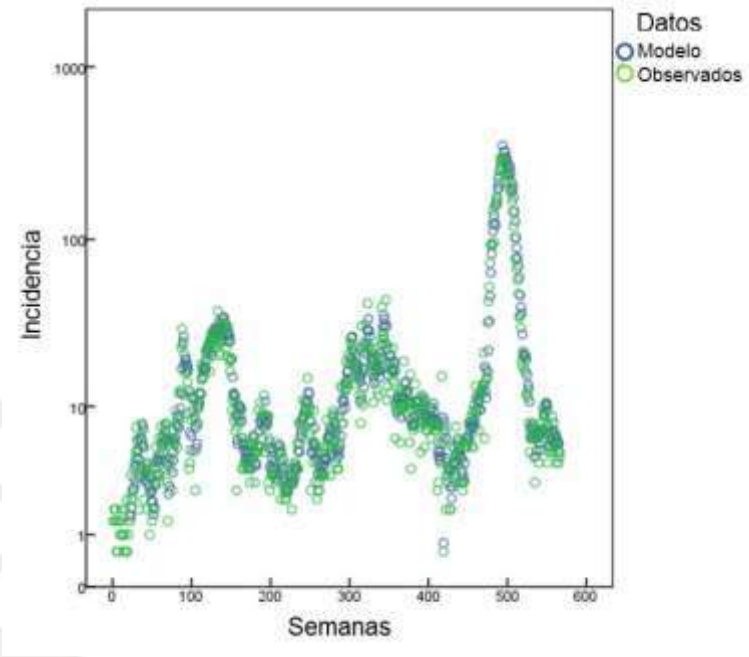
Figura 15.



Tanto para zika como chikungunya, el número reportado para estas dos arbovirosis desde su primer registro en la ciudad no supera los 100 casos. Este bajo número de casos, junto con el limitado período de tiempo en los que se han registrado, no permite desarrollar un modelo que ayude a una mejor comprensión de la dinámica espaciotemporal de la transmisión. Mientras que, para dengue, el trabajo realizado entre Secretaría de Salud de Medellín y la Universidad de Antioquia (Grupo Entomología Médica) ha posibilitado la construcción de un modelo matemático que permite explicar un importante porcentaje de la variabilidad en la incidencia de la enfermedad **(Figura 16)**. Se requieren estudios adicionales orientados a definir las principales variables de riesgo de transmisión y las áreas de la ciudad que históricamente representan la mayor importancia epidemiológica. En cuanto a este último aspecto, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) seleccionó a

Medellín como una de las ciudades piloto para realizar una investigación en escenarios operativos, la cual busca impactar la transmisión de dengue en zonas *Hot spot*. La Secretaría de Salud ha implementado para toda la ciudad, además de los índices entomológicos, la vigilancia a través de una red de ovitrampas y la detección viral en zancudos para dengue, zika y chikungunya.

Figura 16.
Modelado de la incidencia de dengue en Medellín



7.2 Riesgo de desastres en Medellín

La base de datos del Banco Mundial determina que en el segundo lugar en población urbana (79 %) se encuentra Centroamérica y Suramérica (como se citó en Flórez, 2016), y de Latinoamérica, la tasa más alta de desastres recurrentes provocados por fenómenos naturales se da en Colombia, en donde en promedio se reportan más de 600 eventos cada año, de los cuales la mayoría se presentan debido a inundaciones y deslizamientos (Naciones Unidas, 2012). De igual forma, Colombia se ubica entre los países con mayor riesgo económico, ocupando el décimo lugar dado que el 84,7 % de la población y el 86,6 % de los activos están localizados en áreas expuestas a dos o más peligros naturales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Por su parte, la ONU establece que Colombia es el tercer país más vulnerable al cambio climático (Alcaldía de Medellín, 2015).

Teniendo en cuenta, por un lado, los desafíos críticos en los países en desarrollo en cuanto a la desigualdad social y pobreza generalizada (Naciones Unidas, 2012) y, por otro lado, el aumento de la población y los efectos que conlleva el cambio climático a nivel mundial, los fenómenos hidrometeorológicos pueden aumentar tanto en intensidad como en recurrencia, modificando el patrón actual de amenazas y generando un mayor número de desastres (Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Lo anterior resulta ser un escenario poco alentador y es por esta razón que resulta capital conocer tanto la dinámica hidrometeorológica como las amenazas específicas a las cuales se encuentra expuesto el territorio y estar preparados a nivel local para aquellos eventos que tengan efectos negativos y pongan en riesgo la salud e integridad física de la población colombiana.

Los impactos generados por el cambio y la variabilidad climática generan unos riesgos sobre la población y aumentan la desigualdad socioeconómica, así como los problemas por falta de alimentos, agua y otros servicios básicos, riesgos que varían según el país y su capacidad de respuesta (Alcaldía de Medellín, 2015).

El estado de salud de una comunidad es determinante frente al impacto que deba enfrentar ante el CYVC y los costos de adaptación al mismo (Banco Mundial, 2010), por lo cual el riesgo por el CYVC será mayor en regiones con menores recursos y con menor capacidad para prevenir y tratar enfermedades (EPA). El nivel del riesgo dependerá no solo de que el sistema de salud funcione con eficiencia y tenga la capacidad de prepararse, sino también de desarrollar e implementar políticas y medidas de adaptación (Banco Mundial, 2010), de la capacidad de adaptación de la comunidad (EPA) y de que se logren reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para finales de siglo (Banco Mundial, 2010).

Cabe resaltar que como lo indica el IPCC, el crecimiento de la población está vinculado a la vulnerabilidad frente al cambio climático, un aumento de la población en áreas con pocos recursos y afectadas por los riesgos climáticos aumentará los impactos nocivos, incluyendo los relacionados con la salud (IPCC, 2014).

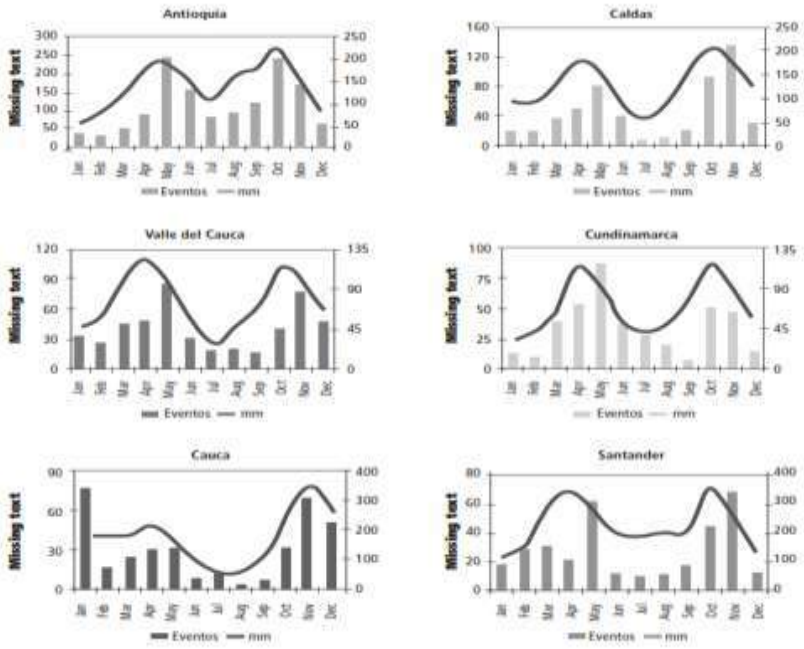
Dada la complejidad geomorfológica, la variabilidad climática e hidrometeorológica natural de la región Andina y del departamento de Antioquia, se afrontan grandes retos en cuanto a la planificación, gestión de los recursos y gestión de riesgos (AMVA, 2018). Como se ha reportado, la mayoría de los desastres que se presentan en Colombia son debido a inundaciones y deslizamientos, lo que determina altos

niveles de exposición al riesgo, tanto en la zona urbana como en la zona rural (Naciones Unidas, 2012).

Con respecto a esto, la **Figura 17** presenta la distribución de la precipitación y la ocurrencia mensual de movimientos en masa para diferentes departamentos y en ella se observa una asociación directa entre estos. Así mismo, el IDEAM encontró una asociación estadísticamente significativa entre el fenómeno de La Niña y el mayor número de episodios (Naciones Unidas, 2012). En esta figura, los departamentos se organizan de mayor a menor número de eventos de movimientos en masas y es claro que Antioquia es el departamento con mayor exposición al riesgo entre Caldas, Valle del Cauca, Cundinamarca, Cauca y Santander (Naciones Unidas, 2012).

Según los escenarios modelados por el IDEAM, como se menciona en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de Medellín (2016), se espera que la precipitación tenga un aumento del 10 % al 30 % en aproximadamente el 14 % del territorio colombiano: centro de Boyacá, norte de Cundinamarca, Bogotá, Nariño, Cauca, Huila, Tolima, Eje Cafetero y occidente de Antioquia. Sumado a esto, los cambios en el uso del suelo ayudarán a aumentar la posibilidad de deslizamientos y daños a la infraestructura vial cercana a las montañas y afectándose además los acueductos veredales.

Figura 17.
Distribución de la precipitación y la ocurrencia mensual de movimientos en masa para los departamentos de Antioquia, Caldas, Valle del Cauca, Cundinamarca, Cauca y Santander.



Fuente: IDEAM (2011).

En Antioquia, los aumentos de precipitación serán mayoritariamente en la región centro (sobre el Valle de Aburrá), occidente y suroeste (Alcaldía de Medellín y DAGRD, 2015).

En promedio, para Antioquia podrán aumentar las precipitaciones en un 9,3 % con respecto al valor actual para fin de siglo e incrementar los movimientos en masa

sobre las poblaciones que se encuentran ubicadas en topografías con pendientes elevadas, por lo que los sectores de construcción e infraestructura en general deben incorporar medidas de adaptación (Alcaldía de Medellín y DAGRD, 2015).

Continuando con la identificación del riesgo para el municipio de Medellín y teniendo en cuenta que el riesgo resulta como la combinación de la vulnerabilidad, la exposición y las amenazas, se identifican las amenazas que pueden estar asociadas a la vulnerabilidad frente al CYVC en la ciudad, priorizando los movimientos en masa (deslizamientos, flujos de detritos, caída de rocas, flujos de lodo y reptación), inundaciones y avenidas torrenciales (desbordamiento lento del río Medellín y crecientes súbitas de quebradas tributarias), incendios de la cobertura vegetal, siendo el escenario amenazante de mayor frecuencia, los movimientos en masa y a las inundaciones, especialmente en lluvias acumuladas de quince días mínimo, con niveles superiores a 60 mm para 30 días, 160 mm para 60 días y 200 mm para 90 días (Alcaldía de Medellín y DAGRD, 2015). Entre 2014 y 2015, estos representaron el 46 % de todos los eventos naturales y antrópicos reportados en la ciudad, con pérdidas de vidas y destrucción de viviendas.

Considerando los escenarios por cada comuna, se tiene que en la Comuna 1 Popular y Comuna 3 Manrique se encuentran las mayores densidades poblacionales y son estas las zonas con mayor porcentaje de áreas de amenaza y de riesgo por fenómenos socionaturales y con la mayor vulnerabilidad por las condiciones de vida de la población. En la **Tabla 11**, desde el enfoque de gestión del riesgo y considerando los comportamientos históricos y los riesgos, el PMGRD prioriza las siguientes amenazas en Medellín: movimientos en masa, inundaciones

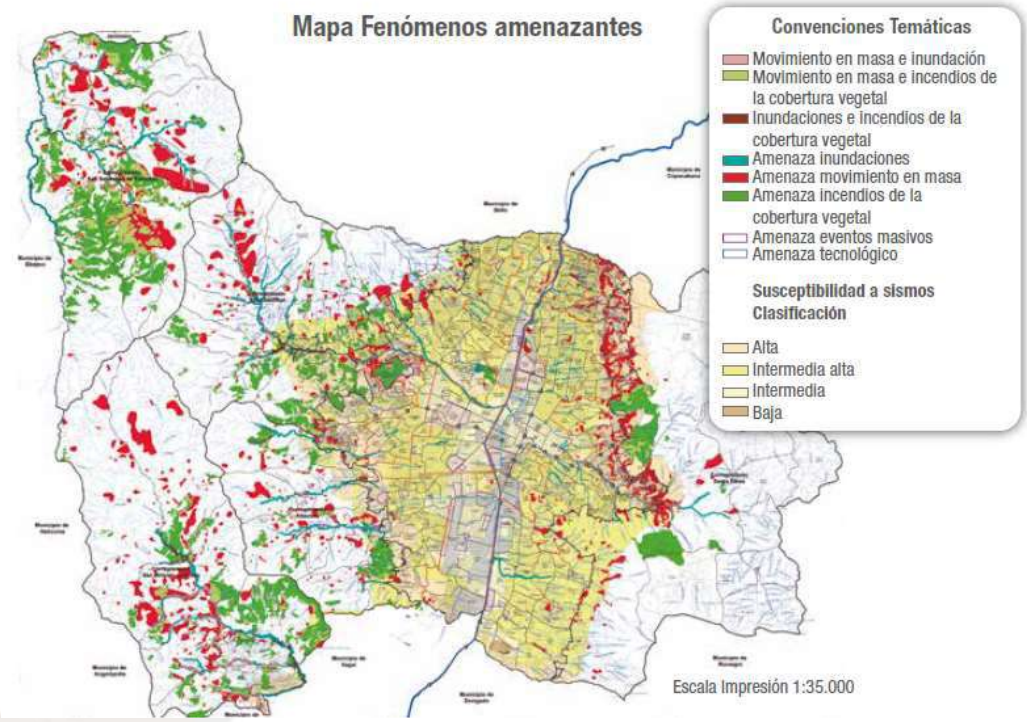
y avenidas torrenciales, incendios de la cobertura vegetal, aglomeración de personas por afluencia masiva, eventos asociados a riesgo tecnológico y sismos, además se identifican por zonas donde se encuentran estos riesgos.

Tabla 10.
Tipo de amenaza por comuna para Medellín

ZONAS	COMUNAS	AMENAZAS								
		Movimiento en masa y deterioro estructural	Inundaciones y avenidas torrenciales	Incendio	Inundación	Deterioro estructural	Eventos masivos y aglomeraciones	Movimiento en masa	Incendios forestales o de interfase	Inundación y deterioro estructural
Zona 1	Popular	x	x	x						
	Santa Cruz	x								x
	Manrique	x	x							
	Arajuez	x	x							
Zona 2	Castilla	x								x
	Doce de Octubre	x			x					
	Robledo		x		x			x		
Zona 3	Villa Hermosa		x					x		
	Buenos Aires				x			x		
	La Candelaria			x	x	x				
Zona 4	Laureles Estadio				x	x	x			
	La América				x	x		x		
	San Javier	x			x			x		
Zona 5	El Poblado				x			x		
Zona 6	Guayabal				x			x		
	Belén		x	x				x		
Corregimientos	San Sebastián de Palmitas		x			x		x		
	San Cristóbal		x			x		x		
	Altavista		x			x		x		
	San Antonio de Prado				x	x		x		
	Santa Elena		x					x	x	

Fuente: Alcaldía de Medellín y DAGRD (2015).

Figura 18.
Fenómenos amenazantes priorizados



Fuente: Alcaldía de Medellín y DAGRD (2015).

7.3 Descripción de los fenómenos amenazantes por zonas

7.3.1 Zona 1

Esta presenta uno de los escenarios de riesgo críticos por el reto que representa en términos de su gestión, pues esta zona presenta áreas de alta pendiente, es susceptible debido a sus unidades geomorfológicas y geológicas, tiene una gran

densidad poblacional, generalmente en condiciones de desplazamiento, ubicada en zonas de ladera y borde de montaña y que además emplea prácticas socioculturales inadecuadas. En esta zona se evidencia la multiamenaza de movimientos en masa e inundaciones a causa de los asentamientos en áreas de alta pendiente, la lluvia, mal estado de las estructuras hidráulicas y mal drenaje del agua que precipita. Los movimientos en masa (deslizamientos planares, flujo de detritos y caída de rocas) de mayor intensidad se dieron en los barrios Popular, La Cruz, Santo Domingo, San José La Cima, Carpinelo, Moravia, Los Mangos, La Isla, Aranjuez, Palermo, Manrique, Oriente, Andalucía, La Rosa y Moscú n.°2.

Los suelos de esta zona, por su composición química y física, son susceptibles a generar surcos y cárcavas debido a la erosión superficial. Los flujos de lodo allí presentados se explican por la dinámica de las corrientes de agua de la zona, que no tienen un cauce definido y cuya zona de retiro se encuentra invadida por asentamientos. Además, por la inadecuada segregación de residuos y el mal estado de las estructuras hidráulicas, se producen los taponamientos y con estos, el desbordamiento de las quebradas. En temporada lluviosa, a lo largo del recorrido de las quebradas, se crean avenidas torrenciales por las condiciones anteriormente mencionadas y por el incremento en la precipitación.

En la margen izquierda de la quebrada La Máquina y en la margen derecha de la quebrada La Honda, se presentan algunos incendios de cobertura vegetal en áreas que son muy escarpadas y que contienen pastos de la estructura ecológica principal, generalmente en temporadas de bajas precipitaciones, correspondientes a los meses de enero y febrero o julio y agosto.

7.3.2 Zona 2

Esta zona contiene una red compleja de aguas subterráneas que ha llegado a ocasionar deterioro de algunas de las viviendas más antiguas. Allí se concentra una parte importante del riesgo tecnológico que presenta el municipio, debido a amenazas de origen térmico y químico (como incendios y fugas de gases tóxicos) en el corredor industrial de la carrera 65 hasta Zenú. Además, se presentan algunos riesgos provenientes de las unidades geomorfológicas. En estas áreas se tiene una gran densidad poblacional y una alta susceptibilidad a la ocurrencia de emergencias debido a la construcción.

La multiamenaza se debe a procesos de movimientos en masa de magnitud media e inundaciones, propiciados por el impacto antrópico y el mal estado de las estructuras hidráulicas y de drenaje. Los movimientos en masa se dan especialmente en el sector de El Picacho, donde hay presencia de caída de rocas y deslizamientos rotacionales. Los movimientos en masa son más superficiales en la zona de expansión de Pajarito, y en los barrios Olaya y Santa Margarita, los cuales están asociados a los procesos de reptación.

En la zona de la quebrada La Iguaná y el suelo de expansión, hay procesos de socavación de orillas y procesos de incisión en canales. Las inundaciones en esta zona se generan debido a procesos de ocupación de cauce como construcciones, ocupación de las zonas de retiro, transvase de cuencas e intervención en las coberturas vegetales sin tener autorizaciones. Además, las inundaciones son

provocadas también por disposición de escombros en los cauces, los cuales obstruyen la infraestructura vial y las estructuras hidráulicas de los canales. Los incendios de cobertura vegetal presentados en esta zona provienen de intervenciones antrópicas, especialmente en temporada seca. Con relación al poliducto Sebastopol Medellín, el escenario de riesgo corresponde a la ruptura del ducto con el fin de hurto del combustible, lo cual ocasiona impactos en el ambiente.

7.3.3 Zona 3

Esta zona tiene un escenario de multiamenaza muy crítico debido a su infraestructura, por ser una zona receptora de baja calidad para población desplazada, por las pérdidas en vidas humanas, por su historial de emergencia, por su fragilidad en asuntos sociales y económicos y la por la falta de seguimiento a obras públicas, entre otras razones.

El mayor riesgo lo representan los movimientos en masa y las inundaciones. Los movimientos en masa se intensifican en zona de alta pendiente, con depósitos de vertiente, que generan deslizamientos rotacionales principalmente debido a la intervención humana y a la creciente de pluviosidad. Existe además una serie de inundaciones en corrientes torrenciales como las quebradas Santa Elena, La Espadera, La Loca, La Castro, La Ñato y La Mediagua. Estas inundaciones son agravadas por vertimientos de aguas residuales, segregación y disposición inadecuada de residuos sólidos en los cauces, ocupación de zonas de retiro y por las condiciones inadecuadas de las estructuras hidráulicas.

También en esta área hay una alta ocurrencia de incendios de cobertura vegetal, con gran frecuencia en el cerro Pan de Azúcar y de frecuencia media en los cerros La Asomadera y El Seminario. Estos son producidos mayoritariamente por quemas o vandalismo. Los barrios en los cuales más se reportan estos incendios son La Sierra, Villa Lilliam, El Pinal, Llanaditas y 13 de Noviembre.

7.3.4 Zona 4

En esta zona se presenta una alta densidad poblacional con una gran tendencia a la expansión debido a que se trata de una zona relativamente plana, esta tendencia deteriora el ambiente y lo modifica, predisponiéndolo a la ocurrencia de fenómenos de origen antrópico. Se presentan inundaciones lentas, movimientos en masa a causa de la dimensión antrópica y su tendencia a la expansión. Generalmente, el riesgo más importante proviene de las inundaciones a causa del aumento de caudales por la incorrecta disposición de residuos sólidos. En esta zona se presenta el 20 % de los deslizamientos de la ciudad.

En cuanto a incendios, su dimensión es competente, pero la intervención humana fomenta su crecimiento, estos procesos son presentados especialmente en San Javier La Loma, parte alta de El Socorro, cañón entre San Javier La Loma y Eduardo Santos, Altos de La Virgen y límite con los corregimientos de Altavista y San Cristóbal. Además, en los barrios Olaya, Blanquizal y La Quiebra hay presencia de incendios estructurales por las viviendas construidas con material frágil.

Por otro lado, se presenta riesgo por la afectación en los servicios públicos domiciliarios, como por ejemplo en la quebrada del sector La Hueso, debido a los perjuicios causados por terceros o por origen natural. Esta última condición se encuentra determinada en algunos casos por la ubicación de redes debajo de puentes cuya estructura no tiene capacidad hidráulica para albergarlos ni para grandes crecientes, lo que genera probabilidad de daños y colapso de tuberías (Alcaldía de Medellín y DAGRD, 2015).

7.3.5 Zona 5

Esta zona tiene un riesgo generado por una alta exposición a procesos de remoción en masa, material que proviene de las zonas altas de las cuencas y de los bordes del altiplano. En Alto Verde, por ejemplo, ocurrieron desastres a causa de la remoción de la cobertura nativa o por el cambio de esta por otras especies vegetales, lo cual, con las intervenciones en las corrientes de agua y la aplicación de cortes de taludes, que en ocasiones no poseen obras de contención, aumentaron la exposición de la comunidad a este riesgo. Estas actividades fueron empleadas con el fin de mejorar el proceso de expansión y con ello se aumenta la probabilidad de avenidas torrenciales para la parte baja.

A pesar de que esta zona se trata de la menos densamente poblada y su baja vulnerabilidad social y económica, es la que está más expuesta debido a la expansión de los asentamientos. Es por esta razón que se ve con frecuencia la ocupación de las zonas de retiro de los cuerpos de agua con parqueaderos y cerramientos, lo cual fomenta la disminución de la capacidad hidráulica de los

canales. Además, se encuentran movimientos en masa en los lugares en los que hay incisión de las quebradas y en inmediaciones del corregimiento Santa Elena. Debido a esto, la multiamenaza se genera por movimientos en masa e inundaciones, causados especialmente por la actividad antrópica.

Esta zona contiene cerca de 25 quebradas con procesos de incisión en sus canales. Las quebradas más torrenciales corresponden a La Zúñiga y La Poblada y sin embargo, en ellas existe ocupación de sus zonas de retiro, socavación en sus márgenes, ausencia de estructuras hidráulicas bien definidas y gran cantidad de puentes.

Con relación a los incendios de cobertura vegetal, se tiene que su amenaza es baja. A lo largo del tiempo no ha sido una zona en la cual se ha presentado este tipo de incendios. Sin embargo, en julio de 2015 se presentó uno con tres días de duración, desde la vía Las Palmas hasta la quebrada La Presidenta, el cual consumió la cobertura vegetal hasta el borde del altiplano. Además, en cuanto a actividad sísmica, la vulnerabilidad es baja pues se tiene una gran cantidad de edificaciones construidas bajo parámetros sismorresistentes y estructuras fabricadas en hormigón; no obstante, en el borde superior hay edificaciones de dos pisos con vulnerabilidad alta.

7.3.6 Zona 6

Esta zona tiene menor nivel crítico de desastres gracias a su configuración geomorfológica, su vulnerabilidad social y económica tiene una magnitud de media

a baja y posee algunos movimientos en masa que son generados por la actividad minera en el límite con el corregimiento de Altavista. En relación con las inundaciones, son generadas por construcciones sobre las quebradas, por vertimientos de escombros y de residuos sólidos, por ocupación de las zonas de retiro y por la inadecuada disposición de vertimientos mineros, lo cual genera poca disposición hidráulica. Las quebradas más torrenciales son La Picacha y Altavista, las cuales tienen desbordamientos que afectan parte de la población.

Con respecto a los incendios de cobertura vegetal, el riesgo es bajo, estos incendios ocurren en los pastos bajos del límite con el corregimiento de Altavista y los límites con Itagüí, y son principalmente de origen antrópico; como también, estos ocurren en los sectores de Belén Las Violetas y Belén Las Mercedes. Además, entre la Loma de los Bernal y Belén Rincón se está presentando un fenómeno demográfico en ascenso, el cual fomenta la creación de senderos y estos están siendo constantemente incendiados (Alcaldía de Medellín y DAGRD, 2015).

7.3.7 Zona Río

Este sector presenta un riesgo asociado a la geomorfología aluvial y un riesgo latente debido a ser la zona receptora de los depósitos de los afluentes de las otras zonas. Con relación a la población, posee una mediana densidad poblacional.

Se considera la presencia de movimientos en masa por socavación en el río en el área que no está canalizada en el sector de la Curva del Diablo. Se presentan deslizamientos rotacionales en el cerro Nutibara, aunque ya se han ejecutado obras

de mitigación, de otro lado, persiste el riesgo no mitigable en la zona de Moravia. A lo largo de su curso por el valle, se presentan asentamientos diferenciales de terreno, algunos por llenos inestables y por coberturas de sus afluentes (Alcaldía de Medellín y DAGRD, 2015).

Además, hay presencia de algunos encharcamientos en Villanueva y Caribe, como también, desbordamientos a causa de avenidas torrenciales en las desembocaduras de algunos de los principales afluentes del río Medellín, como son las quebradas La Iguaná, Santa Elena, La Presidenta, La Picacha, La Hueso y Doña María. Para el diseño del soterrado de Parques del Río se contemplaron las inundaciones y encharcamientos, pero a pesar de ello, hay probabilidad de encharcamiento en el nivel más bajo del soterrado, en momentos de alta precipitación.

Con relación a los incendios de cobertura vegetal, a pesar de la cobertura boscosa en los cerros El Volador, Nutibara y Moravia, en esta zona no hay amenaza alta, pero en Moravia existe una amenaza latente causada por las concentraciones de vapores y gases inflamables emanados por el antiguo basurero del municipio (Alcaldía de Medellín y DAGRD, 2015).

7.4 Presencia de islas de calor: influencia del tipo de geometría urbana y coberturas vegetales en la temperatura superficial del Valle de Aburrá

El efecto de la isla de calor se refiere comúnmente a la diferencia entre las temperaturas observadas, tanto a nivel superficial como en el aire. La diversidad urbanística de las ciudades, en términos de materiales, distribución espacial de las edificaciones, presencia de vegetación, entre otros factores, ha causado cambios en los balances energéticos superficiales superficial de manera diferenciada, en las distintas escalas, desde el nivel de las edificaciones, pasando por el cañón urbano, el vecindario, hasta el nivel de la ciudad. Las islas de calor se asocian con el desarrollo urbano. El crecimiento de las ciudades origina el reemplazo de las coberturas naturales con superficies artificiales, lo que reduce la permeabilidad del suelo y con ello el proceso de evapotranspiración que favorece la refrigeración del entorno. La intensidad de las islas de calor depende de múltiples factores, entre ellos la densidad constructiva, la orientación de las edificaciones, el comportamiento térmico de los materiales utilizados y la disponibilidad y configuración de los espacios abiertos y áreas verdes (Soto, 2019).

A partir del análisis de la información de temperatura corregido se pueden identificar los barrios que deberían priorizarse en las medidas de adaptación al cambio climático orientadas al cambio de propiedades radiactivas superficiales, por presentar condiciones desfavorables para el calentamiento urbano (islas de calor), según lo planteado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

7.4.1 Temperatura superficial del Valle de Aburrá

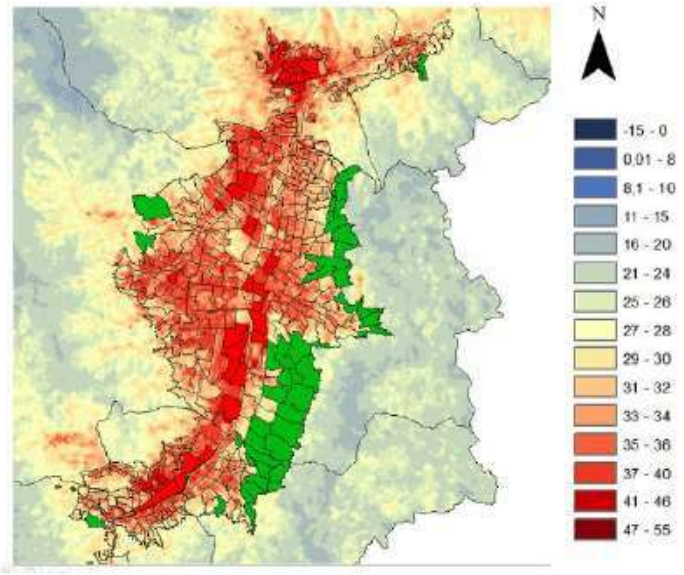
Los resultados obtenidos muestran que existe una variabilidad intraanual de esta variable, dada principalmente por la variación del ángulo de declinación del sol a lo largo del año y la interacción de la radiación con la topografía del valle. Sin embargo, se observa en todas las imágenes que el rasgo predominante es una variación en la temperatura regida por el límite urbano-rural. Se observa también que el eje del río Aburrá y los cerros tutelares de Medellín presentan temperaturas superficiales menores que sus áreas vecinas y que la temperatura como se esperaba no es continua dentro de la zona urbana.

En el análisis por barrios y municipios dentro del Valle de Aburrá se utilizaron los polígonos de los barrios como unidad mínima territorial, ya que muchos de estos presentan características homogéneas de geometría urbana y vegetación. Como era de esperar, la variabilidad entre las imágenes produce diferencias en la distribución de probabilidades de los barrios, y la temperatura media para los mismos varió entre 30,34 y 35,32 °C, y las medianas entre 30,64 y 36 °C.

Se observa que el intervalo de temperatura para los barrios oscila aproximadamente en 15 °C y además se muestran los veinte barrios más frescos y cálidos dentro del Valle de Aburrá según la media y mediana de cada uno de los polígonos. **La Figura 19** muestra un acercamiento del mapa de temperatura superficial para mostrar la ubicación de los barrios más cálidos y fríos. Las temperaturas máximas en el Valle de Aburrá tienden a estar asociadas a barrios de vocación industrial, de pocas plantas y buen espaciamiento entre calles, generalmente ubicados en el eje del río,

pero no es la regla general. También se observan altas temperaturas en barrios residenciales que presentan construcciones de baja altura y poca arborización.

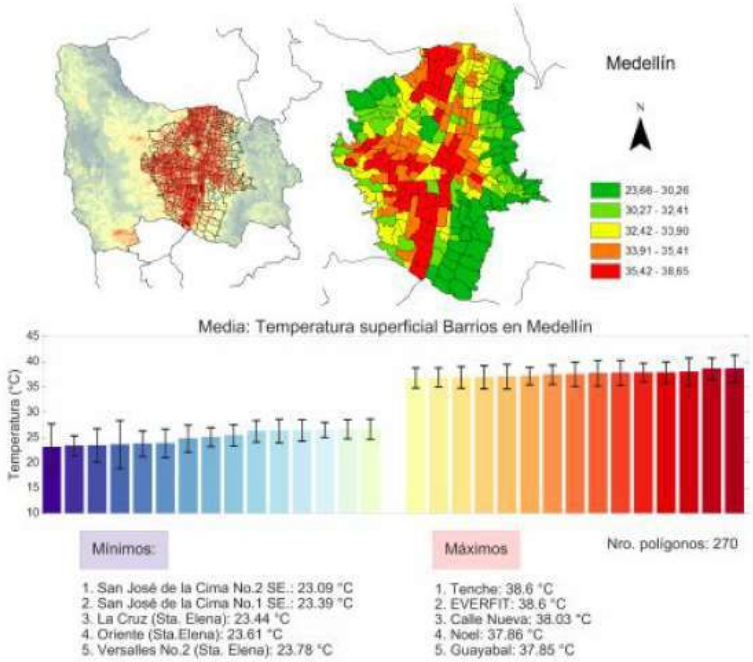
Figura 19.
Ubicación de los barrios más cálidos y frescos en el Valle de Aburrá, según temperaturas superficiales



Los barrios con temperaturas más bajas se localizan sobre el límite urbano rural de la ladera oriental, a una altura considerablemente distinta de la base del Valle. La mayoría los barrios tienen un valor de NDVI que corresponde a vegetación escasa, seguido por vegetación densa y poco suelo desnudo. Se observa una relación lineal inversa entre la temperatura superficial de los barrios y su densidad en la vegetación, con coeficientes de correlación que no superan -0,6. Los valores del índice para suelos desnudos (0-0.2) corresponden a los barrios que están entre los

que presentan las temperaturas superficiales más altas, esto es coherente con que en las zonas industriales el componente arbóreo es prácticamente nulo.

Figura 20.
Temperatura superficial de barrios de Medellín



7.4.2 Identificación de posibles zonas a intervenir por sus condiciones térmicas

Dado que las altas temperaturas resultantes de las imágenes satelitales dan un diagnóstico de propiedades superficiales desfavorables para el balance radiactivo urbano, y por consiguiente de condiciones para el calentamiento urbano dado por

el efecto isla de calor, se plantea aquí cuáles zonas podrían ser susceptibles de intervención dado su bajo nivel de vegetación y altas temperaturas superficiales, las cuales son elementos fundamentales para la focalización del plan de adaptación en salud al CYVC

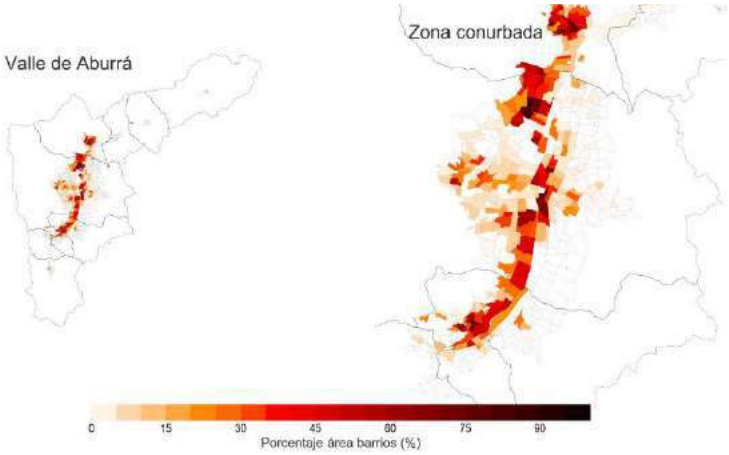
A continuación, se muestra el porcentaje de área resultante por cada barrio susceptible a ser intervenida para el Valle de Aburrá y para la zona conurbada del mismo (donde se localizan la mayoría de los barrios con porcentajes altos).

Los resultados apuntan a que 94 de las áreas incluidas en el análisis presentan al menos un 30 % de área susceptible de intervenir, en 41 barrios se supera en 50 % y en 14 se supera el 70 % del área de estos a intervenir. El barrio que se muestra con un porcentaje de área mayor es el barrio La Gloria en el municipio de Itagüí.

Los resultados sugieren, que a pesar de que es marcada una variación con la altura en los datos, no necesariamente la temperatura superficial dentro del Valle de Aburrá en su zona urbana responde a los gradientes topográficos, ya que es marcado el límite entre lo urbano y lo rural, y además porque se evidencian cambios térmicos debido al tipo de coberturas (urbanas como de vegetación) para niveles altitudinales similares para los barrios más y menos cálidos de cada municipio. En casi todos los municipios aparece su zona centro como una de las zonas más calientes, lo que puede explicarse por el poco componente arbóreo en las calles relacionado con dichas zonas, a pesar de que algunos municipios cuenten con parques con buena vegetación. En cuanto a las zonas con temperatura superficiales más altas dentro del valle, todas corresponden a barrios con vocación industrial que

presentan construcciones de baja altura y grandes superficies, y zonas residenciales con pocas plantas en altura y poca vegetación. Las zonas con temperaturas superficiales más bajas tienden a darse en sitios ubicados en la ladera oriental, en asentamientos colindantes con zonas rurales, zonas con vegetación y cuerpos de agua, o barrios con edificios altos y buen componente de sombra.

Figura 21.
Porcentaje de área de cada barrio para ser intervenidos según la radiación y la conformación de las islas de calor



7.5 Exposición a la radiación. Modelación de la radiación en el Valle de Aburrá

El sol tiene unas pequeñas variaciones en tamaño y brillo a lo largo del tiempo, estas variaciones son de apenas el 0,1 % a través de su ciclo solar en once años. Sin embargo, estudios realizados por algunos investigadores demuestran que estas pequeñas variaciones en la actividad solar pueden crear un efecto significativo

sobre el clima de la Tierra. Greg Kopp, del laboratorio de física atmosférica y espacial de la Universidad de Colorado, señala que a pesar de que esa variación es tan diminuta, es de una alta importancia, pues incluso las variaciones de corto plazo típicas de 0,1 % en la irradiación solar incidente supera a todas las demás fuentes de energía (como la radiactividad natural en el núcleo de la Tierra) combinadas (Kopp, 2014).

La cantidad de radiación incidente sobre cualquier lugar del planeta depende de diversos factores, comenzando por la distancia entre el sol y la tierra, que depende de la latitud, el momento del año y la hora del día en curso, y que determina la cantidad que llega al tope de la atmósfera. La radiación que efectivamente llega a superficie también depende de las condiciones atmosféricas, ya que en su paso por la atmósfera sufre diversas modificaciones como la absorción, la reflexión, y la dispersión molecular y por aerosoles. Adicionalmente, en la escala local la topografía es el factor más importante en la determinación de la radiación solar en la superficie, y más en zonas de topografía complejas (AMVA, 2018).

Se ha demostrado que la variabilidad del sol produce un efecto directo en el clima terrestre, sobre todo en el pacífico. Según Gerald Meelh (2013), al analizar la temperatura superficial del océano durante los años en que hay más manchas solares, el pacífico tropical muestra un pronunciado patrón similar a La Niña, con regiones del Pacífico ecuatorial oriental que pueden enfriarse hasta un 1 °C. Adicionalmente, en los picos del ciclo de manchas solares ocurren incrementos de precipitación en la zona intertropical de convergencia del Pacífico y en la zona de

convergencia del Pacífico sur, como también, se presentan aumentos en las presiones a nivel del mar en latitudes medias del Pacífico norte y sur.

A partir de las investigaciones que se han realizado al pasar los años, se ha considerado que el sol tiene un papel importante en el calentamiento global. Sin embargo, un informe presentado por el Consejo Nacional de Investigaciones de Estados Unidos (NRC), sugiere que el aporte del sol en la variabilidad climática es más regional que global, cuando el equilibrio de la radiación en la Tierra se altera, por ejemplo, con la influencia producida por el ciclo del sol, todos los lugares son afectados de diferente manera. Es así como Raymond Bradley, investigador de la Universidad de Massachusetts, menciona que las precipitaciones de nivel regional, al parecer se ven más afectadas que la temperatura, por los episodios acontecidos a partir del comportamiento de la radiación solar. Esta conclusión va en sintonía con lo propuesto por el IPCC, el cual manifiesta que la variabilidad de la radiación solar no es causa del calentamiento global (como se citó en Kopp, 2014).

La población de Medellín está constantemente expuesta a niveles muy altos de radiación ultravioleta durante todo el año. La OMS, en compañía de otras entidades, idearon el índice ultravioleta (IUV), el cual sirve para describir el grado de intensidad de la radiación solar y a su vez, es un indicador del daño potencial que puede tener la piel con relación a la exposición (Sanclemente y Hernández, 2010). Este índice no presenta unidades de medida, sus valores oscilan en un intervalo de 1 a 16 y se categoriza con una serie de colores basados en las referencias de color Pantone Matching System (PMS).

Figura 22.
Código de colores para el Índice Ultravioleta IUV

CATEGORÍA	RANGO IUV
BAJO	<2
MODERADO	3-5
ALTO	6-7
MUY ALTO	8-10
EXTREMO	>11

Fuente: Sanclemente y Hernández (2010).

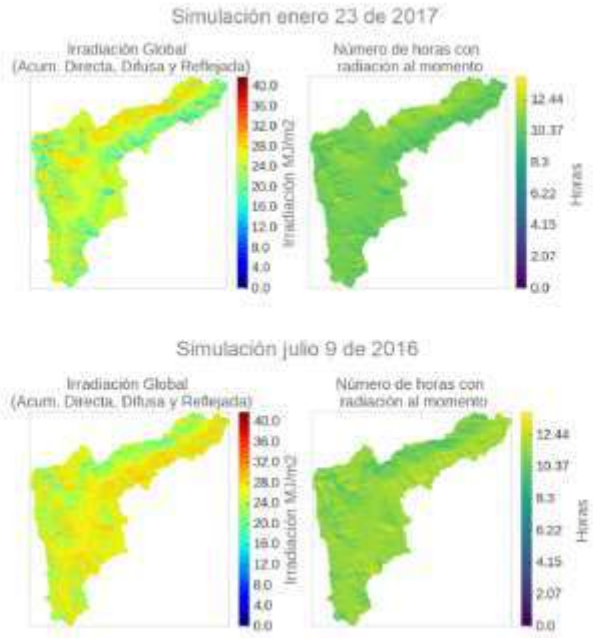
En Medellín en 2000 y 2003, conforme se realizó un estudio descriptivo y observacional para cuantificar el IUV del municipio, se encontraron niveles altos a las 10:00 a. m., niveles muy altos entre las 11:00 a. m. y 12:00 m., niveles extremos entre las 12:00 m. y la 1:00 p. m. y un nivel moderado aproximadamente a las 3:00 p. m. Además, la cantidad de radiación UV depende también de la latitud del área de interés, incrementándose en las zonas cercanas a la línea ecuatorial, por lo cual, Medellín presenta una radiación UV alta. La vulnerabilidad y susceptibilidad a desarrollar cáncer de piel debido a la exposición a la radiación UV depende de la edad y de la piel o fototipo (con mayor sensibilidad a la exposición, los fototipos relacionados a I-IV).

En los últimos catorce años se ha detectado un incremento en la radiación

ultravioleta B (UV-B) y por ende del IUV en la Antártica, en Canadá, en Los Alpes suizos, en el Ártico, en Chile y en Argentina. En estos dos últimos países se ha encontrado incluso un incremento de aproximadamente el 10 % por década en los últimos quince años. Es de anotar que de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), las personas que residen en países ubicados entre los 30º latitud sur y 30º latitud norte, como Colombia, deben protegerse del sol durante todo el año, pero infortunadamente, según lo demuestra un estudio realizado recientemente en Medellín, nuestra población se protege poco del sol (Sanclemente y Hernández, 2010).

Considerando la topografía y posición de la ciudad, se encontró que las laderas que tienen orientación hacia el sur reciben más radiación solar en el mes de enero, mientras que las laderas orientadas hacia el norte reciben una mayor cantidad en el mes de julio, tal como se muestra en la **Figura 23** (AMVA, 2018).

Figura 23.
Variabilidad espacial de la radiación alcanzada en el modelo desde el amanecer hasta el atardecer del 23 de enero de 2017 y 9 de julio de 2016 (izquierda), y el número de horas con radiación solar directa (derecha)



7.6 Disponibilidad y acceso a agua potable

Según la OMS, el agua en condiciones óptimas de calidad es necesaria para abastecer las necesidades básicas del ser humano, ya sea para uso doméstico, de consumo, para fines recreativos, para la producción de alimentos, etc., por ello se hace necesario un adecuado almacenamiento y distribución de este recurso, su saneamiento y su gestión en general, con el fin de fomentar el crecimiento económico de las regiones, mejorar la condición y calidad de vida de sus pobladores

y erradicar la pobreza. Una de cada tres personas en el mundo no tiene acceso al agua potable (OMS 2019).

De acuerdo con la OMS (2019), en los objetivos de desarrollo del milenio (ODM) se establece la meta de reducir la proporción de población mundial sin acceso sostenible a agua potable (ODM n.° 7). Sin embargo, aún persisten grandes desigualdades geográficas, económicas y socioculturales, en las cuales las personas con asentamientos ilegales, informales y de bajos ingresos poseen restricciones en cuanto al acceso a fuentes de agua potable. Se encuentra entonces que, en 2015, tan solo el 71 % de la población del mundo utilizaba el servicio de agua potable gestionada de forma segura.

Por otra parte, de acuerdo con la OMS, aproximadamente 1,5 millones de personas mueren al año a causa de diarrea y de esta cantidad, el 58 % de ellos (842.000 personas) tienen condiciones de ausencia de saneamiento, condiciones insalubres, higiene deficiente. Se incluyen 361.000 muertes de niños menores de 5 años, todo ello debido a la insalubridad del agua, de un inadecuado saneamiento o de mala higiene en las manos. En todo el mundo, por lo menos 2.000 millones de personas se abastecen de una fuente de agua potable que está contaminada por heces. A pesar de ello, la muerte de unos 361.000 niños menores de cinco años podría prevenirse pues la diarrea es bastante prevenible, lo cual requiere abordar los factores de riesgo y así disminuir la carga de enfermedad asociada al agua (OMS, 2019).

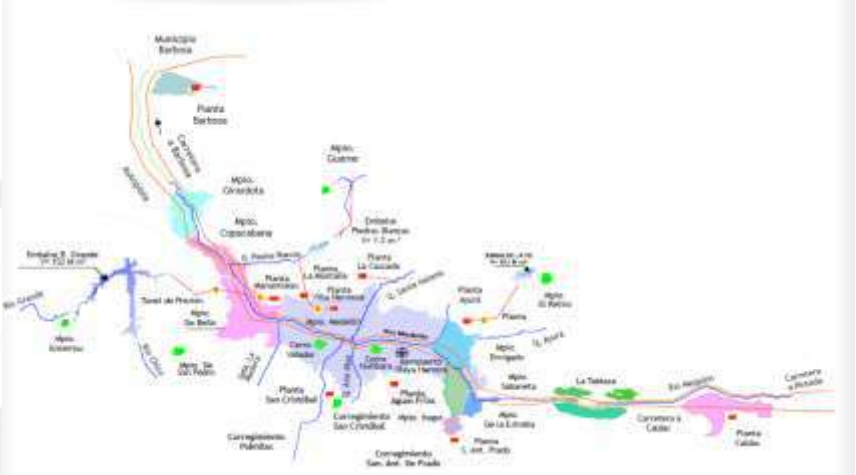
El cambio climático, la reducción en la disponibilidad del agua, los cambios demográficos, la urbanización, entre otros factores, suponen desafíos para el abastecimiento del agua. De aquí a 2025, la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua. La reutilización de las aguas residuales para recuperar agua, nutrientes o energía se está convirtiendo en una estrategia importante. El 7 % de los países en desarrollo, por ejemplo, se están dedicando a utilizar esta agua tratada para el regadío (OMS, 2019).

Actualmente, los mares, que son el 71 % del agua del planeta, absorben grandes cantidades de CO_2 producto de las actividades humanas, que sumado a la energía del sol, provocan cambios en la química y la temperatura del agua marina, poniendo en peligro a muchos de los organismos acuáticos, como los corales y las especies que de ellos dependen. Además, por los deshielos provocados con el aumento en la temperatura en el Ártico, en Groenlandia, en la Antártida y en todas las regiones alpinas del mundo, el mar aumenta su nivel, lo cual modifica las costas y socava los edificios, poniendo en riesgo la vida humana. Con el deshielo, además, se verá reducida la cantidad de agua de escorrentía superficial, con lo cual disminuirá el agua dulce disponible (National Geographic, 2019).

Con relación a los cuerpos de agua subterráneos, al menos la mitad de la población del mundo depende directamente de estos para el consumo seguro de agua. La disponibilidad de esta para la población se condiciona por su tasa de crecimiento que se incrementa a un ritmo acelerado. Para el año 2050 se espera que la demanda crezca en un 55 %, por lo cual es necesaria la prudente gestión del recurso (National Geographic, 2019).

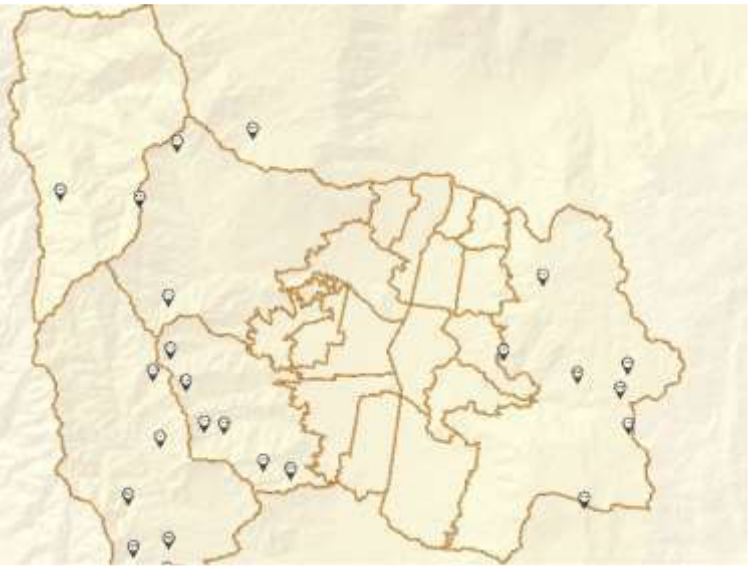
El agua para consumo humano en la ciudad de Medellín se dispone a través del sistema de acueducto, que para la zona urbana es administrado por Empresas públicas de Medellín EPM, con diez plantas de tratamiento, y en los corregimientos y zonas urbanas periféricas se cuenta con veintiún acueductos veredales. En las siguientes figuras se puede evidenciar cómo se encuentra la provisión de agua para el área metropolitana y Medellín desde el acueducto de EPM y la ubicación de los acueductos veredales en los diferentes corregimientos de Medellín.

Figura 24.
Provisión de agua para el Valle de Aburrá



Fuente: EPM (2019).

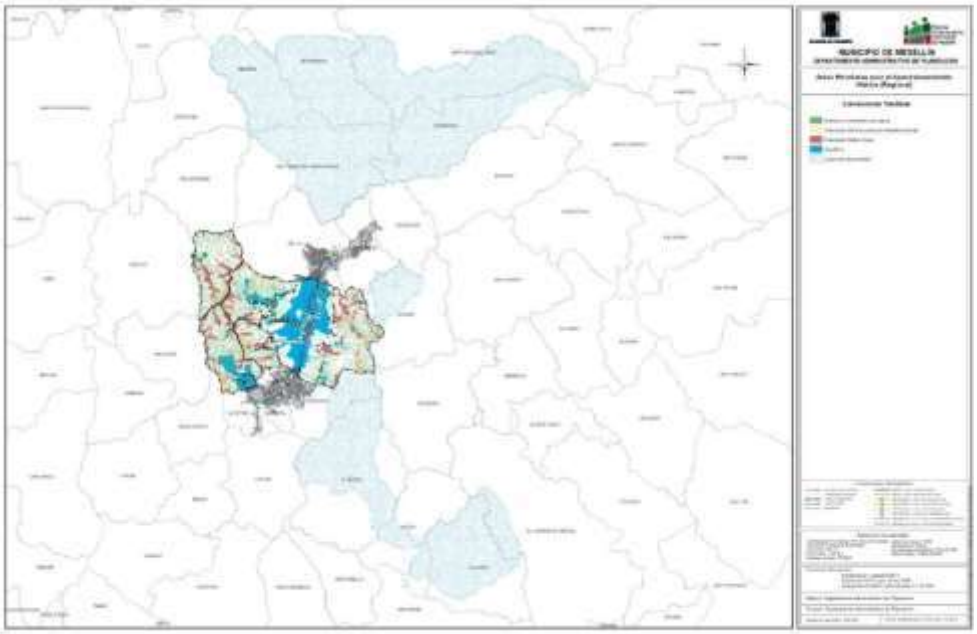
Figura 25.
Ubicación planta de tratamiento acueductos veredales. Corregimientos de Medellín



Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2017).

De acuerdo con información de EPM, la mayor empresa prestadora del servicio en la región, las áreas que ofrecen el recurso hídrico para el abastecimiento de agua para el Valle de Aburrá son: el embalse de La Fe (58 %), embalse Riogrande II (33 %), embalse Piedras Blancas (3,5 %) y varias áreas en Medellín, (San Cristóbal, San Antonio de Prado, Altavista y Santa Elena), Caldas y Barbosa (5,5 %), lo que nos convierte en una zona de alta dependencia hídrica (Alcaldía de Medellín, 2014), como se muestra en la **Figura 26**.

Figura 26.
Áreas prioritarias para el aprovisionamiento de agua superficial dentro y fuera de Medellín



Fuente: Alcaldía de Medellín (2014).

En cuanto al análisis de calidad de las fuentes, el AMVA ha realizado estudios del índice de calidad del agua para corrientes superficiales (ICACOSU) en once de las quebradas afluentes al río Aburrá para los años de 2012 y 2015. Se encontró que de las once, solo una no empeoró sus condiciones según tal índice, manteniendo su mismo valor desde el 2012; las demás presentaron valores peores en el año 2015 en comparación con el año 2012 y por ello, la calidad de las once quebradas fue mala para el año 2015, mientras que para el 2012, una tuvo la calificación de

aceptable, dos fueron regular y las restantes, obtuvieron calificación de mala (Medellín Cómo Vamos, 2020).

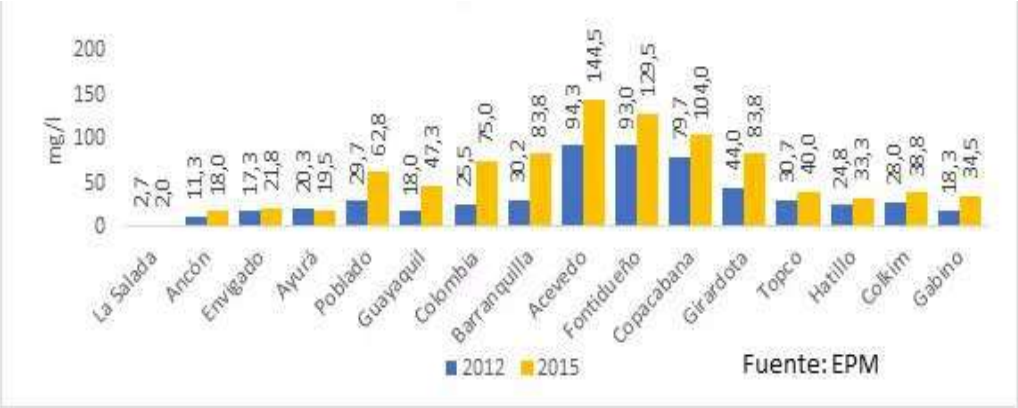
Por otro lado, en Colombia, el MSPS viene normalizando desde hace varios periodos la calidad del agua potable en el país y lleva a cabo la vigilancia de esta a través de las entidades territoriales de salud. Para perfeccionar la realización de esta tarea, se creó el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua, el cual fue adoptado mediante el Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones expedidas posteriormente.

Los resultados obtenidos de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano contenidos en este documento se basan en el seguimiento realizado por la autoridad sanitaria municipal durante los años 2010 y 2015, con base en el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), como uno de los instrumentos básicos para garantizar dicha calidad.

La huella hídrica que deja el municipio de Medellín también es de alta importancia ya que afecta los ecosistemas en los municipios que tienen relación, especialmente con la cuenca del río Porce debido a su alta densidad industrial y poblacional, por lo que es necesario medir la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la cual es un indicador de la calidad del agua del río Aburrá. Este parámetro se deterioró sensiblemente a partir de la estación de medición ubicada en El Poblado entre 2012 y 2015, luego de esta estación, las concentraciones de DBO en el río Aburrá aumentaron bastante en comparación con lo ocurrido en el año 2012; este aumento

fue mucho mayor en las estaciones Acevedo y Fontidueño (Medellín Cómo Vamos, 2020).

Figura 27.
Concentraciones de DBO en las estaciones a lo largo del río Aburrá, años 2012 y 2015

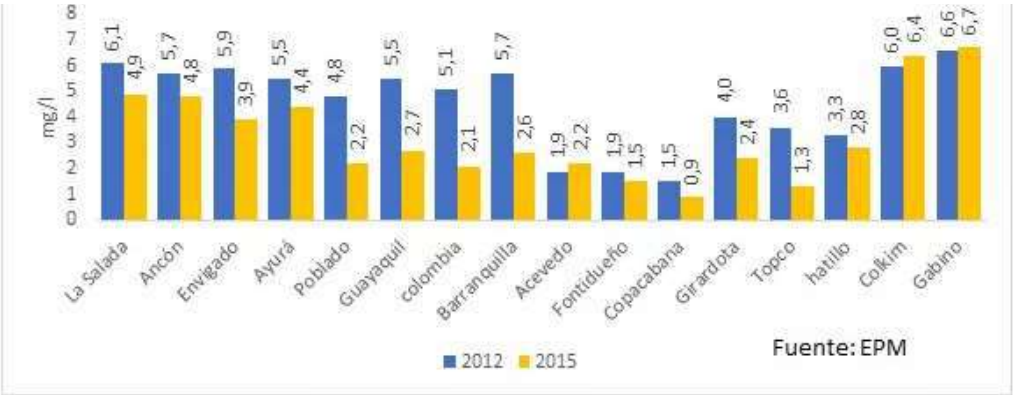


Fuente: EPM (2016).

Con relación al indicador oxígeno disuelto (OD), se evidenció un comportamiento muy similar al de la DBO. En este parámetro se tienden a empeorar los resultados al acercarse al final de la cuenca y este comportamiento se empieza a revertir desde Girardota, iniciándose un aumento del OD disponible en el flujo del agua. Con respecto al año, la concentración de OD disminuye en 2015, en comparación con el año 2012; este comportamiento se da sobre todo en la estación Poblado, en la cual se reduce a la mitad con respecto al año 2012 (Medellín Cómo Vamos, 2020).

Con relación a esto, EPM tiene un plan de saneamiento y manejo de los vertimientos del río Medellín, a través del tratamiento en sus cuatro plantas, donde se evidencia el aumento de OD después de poner en funcionamiento las plantas de San Fernando y Bello.

Figura 28.
Concentraciones de OD en las estaciones a lo largo del río Aburrá, años 2012 y 2015



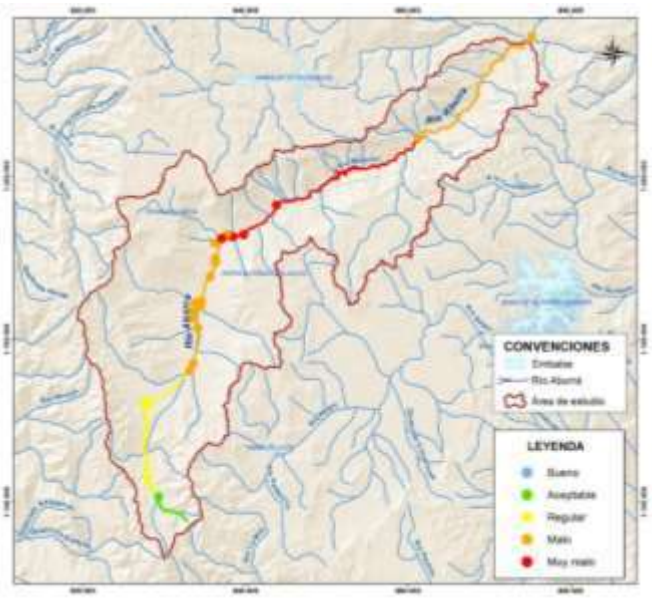
Fuente: EPM (2016).

Si bien las descargas del acueducto metropolitano, que se realizan entre las estaciones de medición de Barranquilla y Acevedo, han implicado tradicionalmente un empeoramiento de las condiciones de calidad del agua del río Aburrá en este punto, la disminución de la calidad en las estaciones previas a Barranquilla entre 2012 y 2015 evidencia el deterioro de los vertimientos realizados en esta zona. (Medellín Cómo Vamos, 2020).

Según el resultado del índice de calidad de agua (ICA), calculado utilizando los parámetros OD, pH, sólidos suspendidos totales (SST), demanda química de oxígeno (DQO), DBO5, coliformes fecales, conductividad eléctrica y la relación nitrógeno total/fósforo total (NT/PT), se deduce que los objetivos de calidad propuestos para el río en el corto plazo se cumplieron parcialmente, aunque cabe destacar que la situación del río de un año a otro mantuvo en su tendencia a mejorar. Se deberán esperar los resultados luego de la entrada en funcionamiento de los nuevos sistemas de tratamiento en construcción, y revisar y replantear las actividades realizadas para la consecución de estos objetivos, teniendo en cuenta que el enfoque mayoritario ha sido la remoción de contaminantes al final de los procesos, frente a un menor enfoque en el uso eficiente del recurso y de la movilización a tecnologías limpias y de reducción en la fuente que ha promovido el AMVA para el sector productivo (AMVA, 2019).

El índice de alteración potencial a la calidad del agua (IACAL) permite conocer la afectación a causa de las presiones de diferentes actividades socioeconómicas; los insumos para obtener el cálculo del índice corresponden a las variables fisicoquímicas (DBO_5, DQO, SST, NT/PT) ponderadas con la oferta hídrica. La cuenca del río Aburrá tiene una situación crítica debido a la calidad del recurso hídrico y a la presión alta que le genera la actividad de los asentamientos humanos.

Figura 29.
Índice de Calidad ICA del río Aburrá

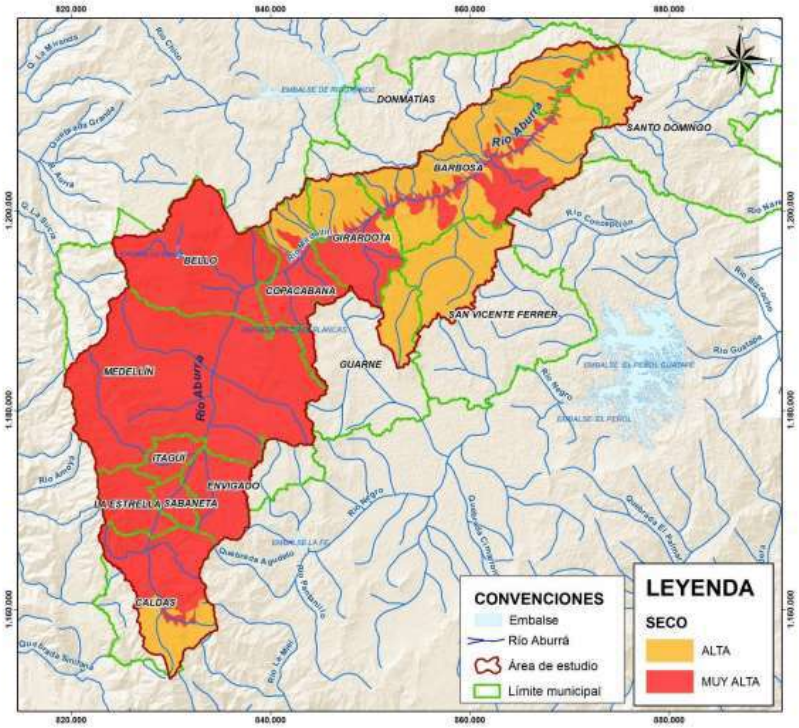


Fuente: Corantioquia *et al.* (2016).

En general, el IACAL para año medio y para año seco es de muy alto y alto (AMVA, 2019).

Según el diagnóstico realizado, se precisa que EPM tiene asegurada la oferta hídrica para la población urbana del Valle de Aburrá por veinte años más, teniendo en cuenta la capacidad instalada de las plantas de tratamiento, sin embargo, por fuera de su área de cobertura se usa necesariamente el agua del interior de la cuenca.

Figura 30.
IACAL río Aburrá en año seco



Fuente: Corantioquia *et al.* (2016).

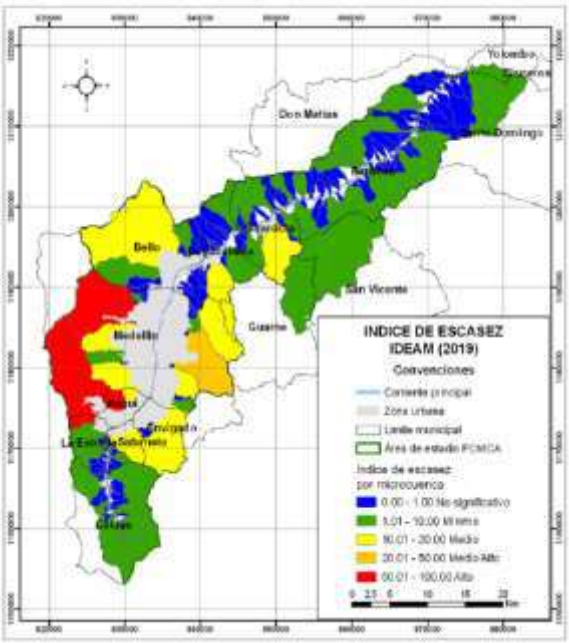
En algunos sectores, a pesar de existir la posibilidad de contar con el servicio de EPM, se recurre a fuentes propias y en otros, se cuenta con los dos servicios: el agua de EPM y el servicio de acueductos locales; en algunos casos ambas fuentes compartan la misma tubería, con la consecuente contaminación del agua de mejor calidad (Alcaldía de Medellín, 2014).

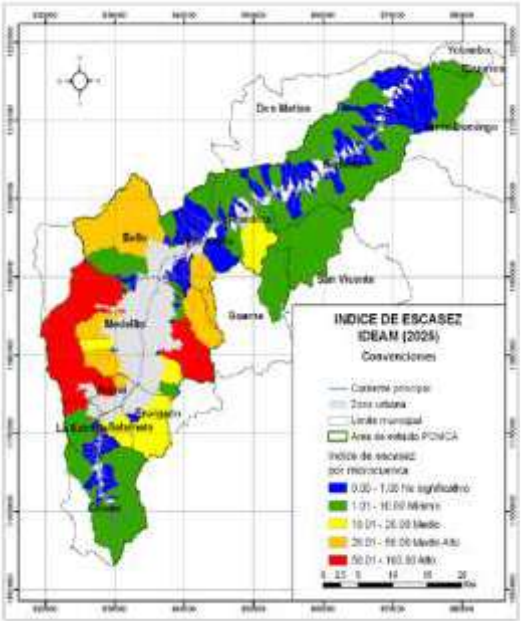
Los acueductos comunitarios son actualmente elementos claves en el abastecimiento de agua en zonas periurbanas y rurales. La calidad del servicio es muy variable, pero no solo depende de la administración de los sistemas, sino de las condiciones ambientales en las cuencas abastecedoras. En este mismo sentido, se anota que el gran potencial relacionado con la oferta hídrica estaría condicionado por escenarios de calidad del recurso y esta a su vez, con la gestión ambiental en cada una de las microcuencas y su adaptación frente a las variables climáticas,

Aunque los estudios en su fase diagnóstica no muestran riesgo por la disponibilidad del agua a mediano plazo desde las fuentes de abastecimiento, esto no incluye algunas variables de afectación de la calidad de la misma, Para mejorar el análisis frente a la dinámica ambiental y climática que pueda afectar la disponibilidad del agua, se midió el índice de escasez para Medellín como parte del diagnóstico en el POT, utilizando la metodología propuesta por el IDEAM (Alcaldía de Medellín, 2014).

Para la zona urbana, se encontró que sí existe un nivel de índice de escasez alto, así mismo para la zona rural se identificó un índice alto de escasez en las quebradas Santa Elena y La Iguaná, y un índice medio en las quebradas Altavista, La Presidenta, así mismo se observa aumento de este índice de escasez proyectado a 2025 (Alcaldía de Medellín, 2014).

Figura 31.
Índice de escasez para el Valle de Aburrá 2019 y 2025





Año 2019 Año 2025

Fuente: Alcaldía de Medellín (2014).

Por otro lado, según el índice del uso del agua (IUA), el uso del agua para la cuenca del río Aburrá y sus subcuencas arrojó que varias subcuencas y microcuencas abastecedoras tienen un porcentaje correspondiente al 20 % o más y una categoría de uso del agua de muy alto y alto, lo cual indica la necesidad de iniciar programas de ordenamiento y de conservación de cuencas para evitar la afectación en el abastecimiento futuro de agua. Algunas de las quebradas en la clasificación de alto son Los Chorros, La Iguaná, La Valeria, La Presidenta, Ovejas, La Bermejala y La

Miel, entre otras; y en la clasificación de muy alto se encuentran Mandalay, El Salado, La Doctora y Piedra Gorda, entre otras. Adicionalmente, se determinó el índice de regulación hídrica (IRH), para el cual se obtuvo una retención de humedad de las cuencas con las calificaciones de alta y muy alta, explicando la buena capacidad de la subzona de mantener los regímenes de caudales, especialmente en la región central del valle, con in IRH muy alto, como se puede evidenciar en el siguiente mapa (Corantioquia *et al.,* 2016).

Figura 32.
Índice de Regulación Hídrica para la cuenca del río Aburrá

Fuente: Corantioquia *et al.* (2016).

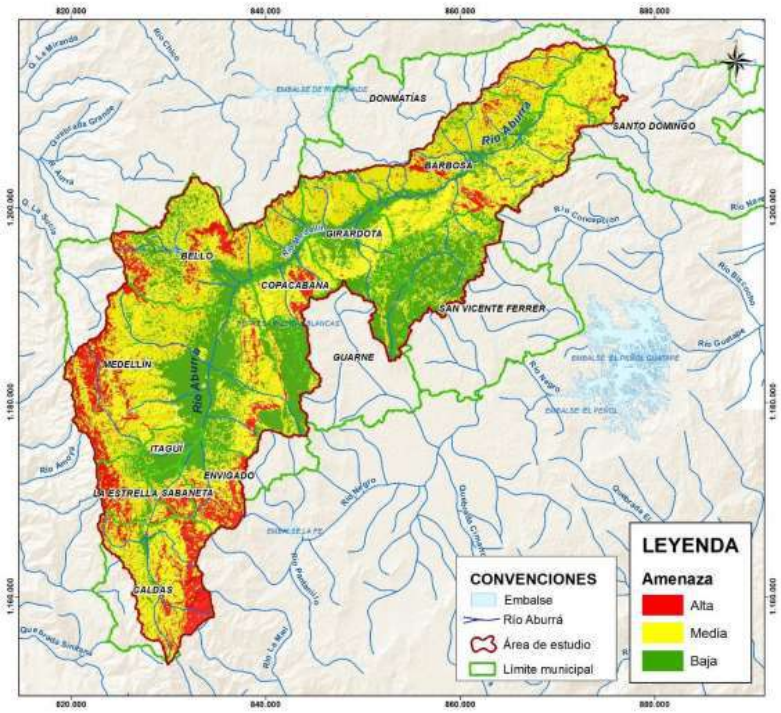
A pesar de tener en general un índice medio de vulnerabilidad en el recurso hídrico, es frecuente que se tenga la preocupación por eventos de desabastecimiento del recurso en condiciones normales y en condiciones extremas, reconociendo la situación real en el territorio, en la cual se presenta informalidad alta en el aprovechamiento del agua, alta remoción de cobertura vegetal para creación de potreros y establecimiento de cultivos y plantaciones forestales, e impermeabilización, entre otras actividades que afectan la dinámica regulativa del ciclo hidrológico. En condición hidrológica seca, el panorama empeora debido al incremento de la vulnerabilidad por desabastecimiento en la cuenca, por lo cual es necesario formular e implementar medidas de mejora de la regulación del ciclo hidrológico.

Para conocer si habrá agua suficiente para abastecer la demanda, es necesario combinar los índices IUA e IVH. Las quebradas que cumplen con las condiciones de IUA de alto y muy alto y además con el IVH medio para la condición hidrológica media y seca, serán aquellas quebradas con tendencia a agotar más rápidamente sus reservas y con base a esto, será entonces necesario aplicar en ellas la reglamentación de corrientes y el desarrollo de programas, promoviendo el uso eficiente de ahorro del agua con mayor urgencia.

Otro riesgo identificado en las cuencas son las amenazas por movimientos de tierra. La región sur de la cuenca del río Aburrá presenta los mayores niveles en pendientes, como también presenta valores geomecánicos menores que aumentan la tendencia a la inestabilidad de taludes. En la ciudad de Medellín existen

variaciones bajas en pendientes y unidades litológicas de origen fluvial y metamórfico, lo cual favorece la estabilidad de los taludes en el municipio.

Figura 33.
Amenaza por movimientos en masa en la cuenca del río Aburrá

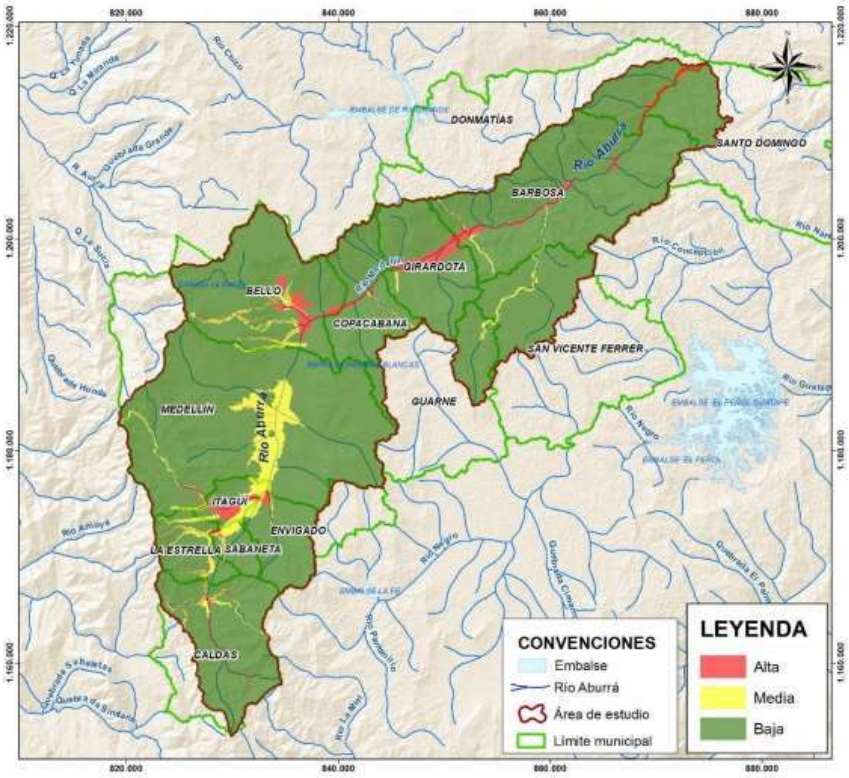


Fuente: Corantioquia *et al.* (2016).

En cuanto a las amenazas de inundación, las zonas de amenaza media conforman el 2 % del área total de la subzona hidrográfica. Las zonas de amenaza baja corresponden a las zonas donde no hay registros históricos del evento, donde el cuerpo hídrico tiene una menor incidencia y donde hay un aumento en el índice de

relieve; estas contienen el 92 % del área total, especialmente, al occidente y al centro de la subzona hidrográfica.

Figura 34.
Amenaza por inundaciones en la cuenca del río Aburrá

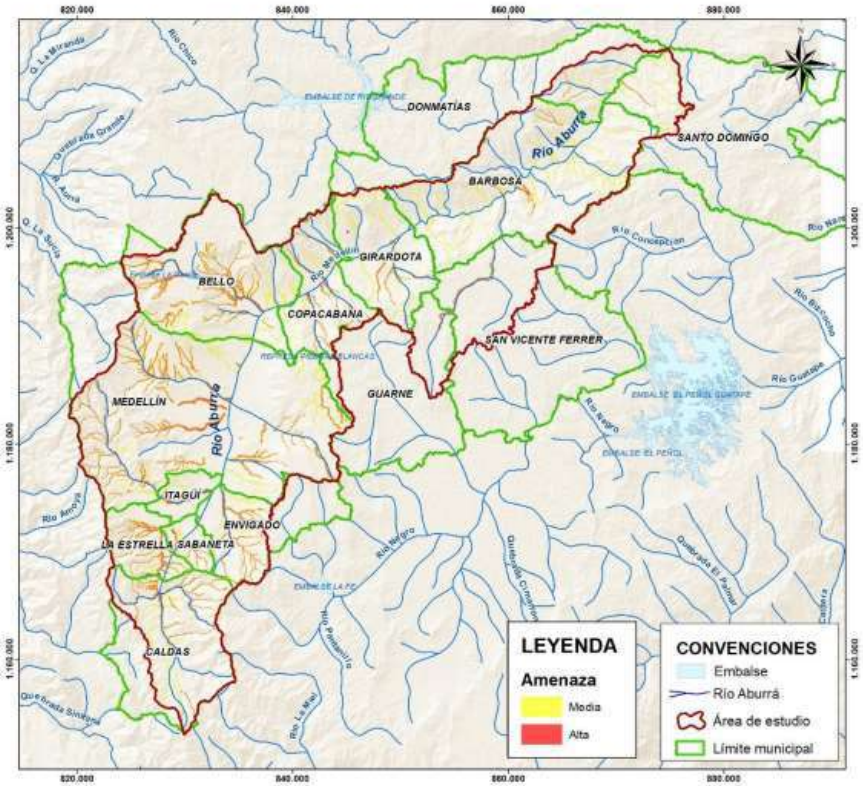


Fuente: Corantioquia *et al.* (2016).

La amenaza proveniente de las avenidas torrenciales no es propia de la microcuenca, sino del cuerpo de agua que tiene un comportamiento torrencial. Por

ello, para calificar la amenaza en los cuerpos de agua se debe tener en cuenta la susceptibilidad encontrada de la microcuenca, la influencia de la amenaza por movimientos en masa y la pendiente del terreno. Los cuerpos de agua con susceptibilidad media, alta o muy alta y con amenaza media o alta de movimientos en masa, tendrán amenaza media o alta de avenidas torrenciales.

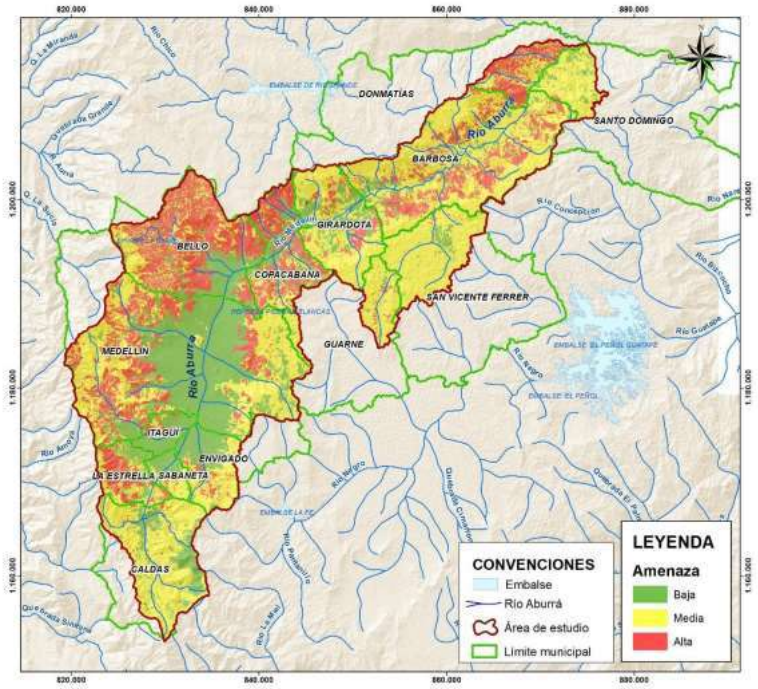
Figura 35.
Amenazas por avenidas torrenciales en los cuerpos de agua de la cuenca del río Aburrá



Fuente: Corantioquia *et al.* (2016).

La amenaza por incendios forestales es calificada como muy alta en los alrededores de los centros urbanos, como alta en la parte alta de la cuenca y como baja, en su mayor proporción, en las áreas urbanas. La distribución de amenaza por áreas es la siguiente: muy baja 308 hectáreas, baja 24.815 hectáreas, moderada 24.244 hectáreas, alta 62.585 hectáreas y muy alta 8.971 hectáreas (Corantioquia *et al.* 2016).

Figura 36.
Amenaza de incendios de coberturas vegetales en la cuenca del río Aburrá



Fuente: Corantioquia *et al.* (2016).

7.7 Afectación seguridad nutricional

En la cumbre mundial sobre la alimentación (1996) los países definieron que “la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades alimenticias y sus preferencias a fin de llevar una vida activa y sana” (FAO, 1996).

Posterior a esta cumbre y en el contexto nacional, Colombia emitió la *Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional* (PSAN) y en ella, se define a la seguridad alimentaria y nutricional como

> La disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa (Conpes, 2003).

Esta política, además de contemplar que la población debe tener una alimentación adecuada, resalta el derecho de la población a no padecer hambre y el deber que tiene la persona y la familia de procurarse una alimentación apropiada. Se establece además bajo cinco ejes: i) disponibilidad de alimentos; ii) acceso físico y económico a los alimentos; iii) consumo de alimentos; iv) aprovechamiento o utilización biológica y v) calidad e inocuidad de los alimentos.

La disponibilidad puede ser entendida entonces como la cantidad y suministro suficiente de alimentos con que se cuenta a nivel nacional, regional y local, el acceso a los alimentos como la posibilidad de alcanzar una alimentación adecuada y sostenible. El consumo se refiere a los alimentos que comen las personas de acuerdo con sus creencias, prácticas y educación. El aprovechamiento o utilización biológica se relaciona con el cómo y el cuánto aprovecha el cuerpo los alimentos que consume y los convierte en nutrientes. Y finalmente, la calidad e inocuidad están asociadas a las condiciones y características de los alimentos que los hacen aptos para el consumo humano.

La FAO expresa que el cambio climático tiene efectos directos sobre la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina, debido a que impacta en sus dimensiones: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad de los alimentos. Cambios como el aumento de precipitaciones, el incremento de temperaturas y los cambios en los niveles de CO_2 conllevarán a modificar el potencial agrícola de los territorios, el rendimiento de los cultivos, los tipos, distribución e intensidad de las plagas, lo que genera a su vez cambios en los cultivos y uso de la tierra, cambios en la producción, ingresos agrícolas y empleo rural, y aumento de los precios de los alimentos, entre otros (FAO, 2016).

En Colombia, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), a través del IDEAM, modela diferentes escenarios ambientales para varias décadas. Para el 2030, los escenarios reflejan impactos preocupantes sobre el territorio colombiano en lo relacionado con la afectación sobre el sector agrícola; los escenarios muestran que el cambio climático va a modificar las condiciones hidrológicas en casi todo el

país a través de lluvias severas e inundaciones (fenómeno de La Niña), como también a través de sequias prolongadas (fenómeno de El Niño). De acuerdo con este panorama, el MADR considera al cambio climático como un grave riesgo para la seguridad alimentaria y considera además que la agricultura será uno de los sectores más afectados y vulnerables por las condiciones cambiantes del clima, especialmente en los países en desarrollo, como es el caso de Colombia. Como resultado de los escenarios modelados, serán los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Tolima los más afectados por inundaciones y deslizamientos, y la Costa Atlántica y la Sabana de Bogotá, los más afectados por eventos de déficit hídrico.

En síntesis, el cambio climático altera la seguridad alimentaria y nutricional ya que modifica la disponibilidad física de los alimentos, lo que provoca una disminución de los cultivos y por tanto, el incremento en los precios, reduciendo el acceso físico y provocando la inseguridad alimentaria de las personas.

El quinto informe del IPCC, identifica una serie de riesgos relacionados con el clima para América Latina, como por ejemplo la disminución de la producción y la calidad de los alimentos debido a las precipitaciones y temperaturas extremas y resalta la reducción en la producción de alimentos como trigo, maíz y arroz y por ende, el aumento en sus precios debido a la escasez.

Cabe resaltar que la agricultura en Colombia representó aproximadamente el 62,5 % del PIB agropecuario y el 3,9 % del PIB nacional, y alcanzó una producción

de 25,7 millones de toneladas de producción de cultivos que ocuparon 4,7 millones de hectáreas (DNP, 2011).

En Medellín, por su ubicación y por ser ciudad capital, la disponibilidad se define bajo el concepto de abastecimiento y se configura bajo una dinámica de demanda regional más que municipal. La ciudad se encuentra ubicada en el centro del Valle de Aburrá y ocupa una extensión de 106 kilómetros cuadrados de suelo urbano (27,9 % del territorio), 270 de suelo rural (71 % del territorio) y 5,2 de suelo de expansión (Medellín Cómo Vamos, 2018).

Así las cosas, la disponibilidad y el abastecimiento de alimentos en la ciudad dependen de otros municipios del departamento (26 %), otras ciudades del país (37 %) y de las importaciones de países de América del Norte y del Sur y de otros departamentos (34 %), razón por la cual el sistema agroalimentario de Medellín y el Valle de Aburrá se considera entonces bajo un enfoque de ciudad-región, ya que debido a su alta concentración poblacional el territorio no cuenta con suficientes áreas, pisos térmicos y suelos aptos para asegurar una variada oferta frente a la demanda de su población, lo que pone a Medellín y al Valle de Aburrá en un escenario de dependencia frente al abastecimiento de alimentos debido a que estos provienen en su mayoría de otras regiones y de dependencia también frente al sector transporte (Alcaldía de Medellín , 2011).

Hay que mencionar además que, según un análisis multisectorial publicado por el DNP y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en 2014 sobre las implicaciones físicas y económicas del cambio climático en Colombia en el periodo 2010-2100, el

sector agrícola tendría una reducción a nivel nacional entre 1,9 % y 2,8 % promedio anual y el sector transporte entre el 2,5 % y 2,7 % anual, y contempla además que el incremento de precipitaciones y extremas sequías pueden causar daños en la vías, inundaciones, cierres e interrupciones en el tráfico situación que generaría desabastecimiento, incremento en los precios y deterioro de los alimentos por el represamientos de estos en las vías, lo que afectaría el acceso físico a los mismos (DNP-BID, 2014).

En el año 2008 ingresaron a Medellín 1.148.588 toneladas de alimentos, de las cuales 40.122 toneladas (3,49 %) procedieron del Valle de Aburrá, 298.074 toneladas (25,95 %) de diferentes municipios del departamento de Antioquia, 425.282,02 toneladas (37,02 %) de ciudades y de otros departamentos, y de países de América del Norte y del Sur ingresaron 385.079 toneladas de alimentos (33,52 %) (Alcaldía de Medellín, 2011).

Para ese entonces, 18 de los 115 municipios de Antioquia abastecían a Medellín y al Valle de Aburrá, entre ellos Santuario (18,98 %), La Unión (11,38 %), Apartadó (6,02 %), Marinilla (5,94 %), San Pedro de los Milagros (5,64 %), Sonsón (5,18 %), Mutatá (4,61 %), Santa Rosa de Osos (4,08 %), Entrerríos (2,77 %), Carmen de Viboral (2,62 %), La Pintada (2,38 %), Andes (2,30 %), Támesis (2,27 %), Turbo (2,18 %), Yolombó (2,09 %) y el Peñol (2,03 %). Y los alimentos asociados correspondían a zanahoria, repollo, papa capira y criolla, frijol verde, cereales y granos, verduras y hortalizas, frutas frescas, plátano hartón, arroz, panela, yuca, tomate de árbol y naranja valenciana. Y de departamentos como Tolima (28 %), Norte de Santander (20 %), Cundinamarca (12,6 %), Nariño (8,7 %), Córdoba

(8,3 %), Caldas (6,2 %), Valle del Cauca y Quindío (3,1 %) ingresaron alimentos como azúcar, maíz amarillo y blanco, panela, piña, variedad de frutas, arroz, papa capira, lechuga, cebolla blanca, zanahoria, plátano hartón, naranja valenciana y tomate chonto. De otros departamentos, pero en menor porcentaje, ingresaron alimentos como arroz, aceite, frijol, cebolla roja y panela, alimentos considerados como prioritarios[7] para Medellín. En cuanto a las importaciones, fueron 96.000 toneladas de maíz amarillo las que ingresaron al departamento, algunos de estos alimentos con potencial productivo en Antioquia (Alcaldía de Medellín, 2011).

Son pocos los casos en que las actividades de cultivo y transporte se encuentran integradas en toda la cadena de comercialización, situación que poco favorece la economía de la agricultura familiar, por lo tanto, el transporte y el abastecimiento en las centrales de abasto se hace a partir de intermediarios, aspecto que además encarece el precio del alimento y los destinos de estos alimentos para su posterior distribución son principalmente las dos plazas ubicadas en el Valle de Aburrá; a la Plaza Minorista llega el 15 % y la Central Mayorista de Antioquia llega el 85 % (Alcaldía de Medellín, 2010).

En relación con la capacidad productiva de Antioquia, el departamento contaba en 2016 con un área rural dispersa de 6.258.861 ha, de las cuales 2.427.227 ha están conformadas por bosques naturales, 3426.582 ha por área con uso agropecuario (786.570 ha con uso agrícola y de esta área 719.037 ha cultivadas), 216.020 por

[7] Los alimentos considerados como prioritarios para Medellín según su Plan de Seguridad Alimentaria (2015) son; leche y derivados, carnes frescas, huevos, cereales y derivados, tubérculos y plátanos, leguminosas, frutas, verduras, grasas y aceites y azúcares.

tierras con uso no agropecuario y 189.033 por área con otros usos. Además, fueron censadas 226.956 unidades de producción agrícola que ocupan un territorio de 6.042.841 ha, de ellas 81.622 unidades de producción se dedican al uso agrícola y 137.723 al uso pecuario (DANE, 2016).

Según el Anuario Estadístico del Sector Agropecuario de 2014, Antioquia contaba con un área sembrada de 719.037 ha y entre sus principales cultivos estaba el café (30,6 %), el plátano (14,5 %), caña panelera (9,2 %), banano (8,8 %), maíz tradicional (7,6 %), cacao (4,6 %), frijol (3,6 %), arroz secano manual (3,5 %), caucho (2,2 %), papa (2,1 %) y otros cultivos (13,4 %) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. ADR, 2014).

Según proyecciones realizadas, se observó que para el año 2032 Antioquia tendría la capacidad de responder con el 49 % de los 47 productos recomendados por el Perfil SAN (PSAN) de Medellín del año 2010 y su déficit sería del 51 % de ellos (PSAN, 2010). Sin embargo, se desconoce si dicha aproximación contempló un análisis de los posibles impactos generados por el cambio climático sobre la actividad agrícola en Antioquia, que según los escenarios climáticos modelados por el IDEAM, Antioquia presenta una tendencia en el incremento de lluvias durante los dos semestres del año, lo que conllevaría a ser uno de los departamentos más afectados por inundaciones y deslizamientos de origen hidrológico, situación que representa una amenaza para el sector agrícola y que afectaría todos los pilares de la seguridad alimentaria: estabilidad, acceso y utilización (IDEAM, 2011).

En cuanto al acceso, tanto físico como económico a los alimentos, este podría verse afectado por el cambio climático ya que la capacidad de compra de las familias más vulnerables, quienes son las que destinan una mayor proporción de sus ingresos a la compra de alimentos, pude reducirse por el aumento de los precios como consecuencia de la afectación en la cantidad, calidad y diversidad de los alimentos debido a las variaciones en el clima, repercutiendo en una dieta menos nutritiva y saludable, y generando problemas de malnutrición (FAO, 2016).

Se evidenció que la proporción del gasto alimentario en Medellín disminuye a medida que el estrato socioeconómico asciende. El 61,3 % de los hogares de estrato uno y el 12,3 % de los hogares de estrato cinco invierten más del 50 % de sus ingresos en la alimentación. Los hogares seguros ganan más de tres veces el salario mínimo legal vigente (SMLV) y gastan menos del 30 % de este dinero en alimentos. Por su parte, los hogares inseguros ganan menos de 1 SMLV y gastan porcentualmente el doble en alimentos (alrededor del 60,6 %). Se observa alta prevalencia de inseguridad alimentaria severa en hogares con ingresos menores de 1 SMLV (23,6 %). Para los primeros estratos, alimentos como el arroz y la panela resultan esenciales, mientras que para los estratos cinco y seis prefieren comprar alimentos como leche y productos lácteos, cárnicos, frutas, verduras y alimentos procesados, y gastan menos en cereales y tubérculos. El 55,6 % de los hogares de estrato 1 compran sus alimentos en tiendas de barrio debido a su cercanía, precio y calidad, seguidos de minimercados, supermercados y plazas de mercado, y el 92 % de los hogares de estrato cinco y seis los compran en los supermercados. Entre los quince alimentos más consumidos por los habitantes de Medellín se encuentran el arroz (82,2 %), aceite vegetal (81,4 %), panela (67 %), arepa (65,1 %),

azúcar (51,5 %), huevo (51,5 %), papa (49,4 %), plátano (42,4 %), leche líquida (41,6 %), chocolate (41,5 %), grasa vegetal (36,5 %), café (32,6 %), bebidas gaseosas (32,4 %), queso (31,8 %) y carne de res (30,1 %) (Alcaldía de Medellín y Universidad de Antioquia, 2015).

En cuanto a alimentos como la carne y la leche, su producción y calidad podrían también verse afectadas por los cambios de temperatura y precipitaciones, ya que estos perturbarían la producción de pasturas y forrajes como también producirían estrés calórico en los animales afectando la calidad y la producción (DNP y BID, 2014). Antioquia es el departamento con mayor inventario de ganado, 2.289.770 de cabezas (el 10 % a nivel nacional); actividad agropecuaria que a nivel nacional contribuye con el 20 % del PIB agropecuario. Aunque en los escenarios modelados por el IDEAM, se refleja una disminución debido a las precipitaciones, especialmente en los altiplanos del país, Antioquia presenta ganancias para la producción de leche y carne hasta la década de 2070.

Se encontró que 46,4 % de los hogares ubicados en Medellín y sus corregimientos se encontraban en situación de seguridad alimentaria y el 53,6 % con inseguridad leve (26,8 %), moderada (15,4 %) y severa (11,4 %), y con un nivel mayor de prevalencia de inseguridad alimentaria en los estratos 1 y 2 y en las comunas Santa Cruz (77,9 %), Aranjuez (76,9 %), Popular (75,1 %) y Manrique (74,4 %). En estas mismas comunas se presentaron las mayores prevalencias de inseguridad alimentaria severa; 31,6 %, 25 %, 21,2 % y 19,7 %, respectivamente. Las comunas con las menores prevalencias de ISAN fueron El Poblado (8,1 %), Laureles Estadio (14,5 %) y La América (24,4 %) (Alcaldía de Medellín, 2011).

En cuanto al área urbana y rural, se presentó una prevalencia menor en el área urbana (52,3 %) con respecto al área rural (60,6 %). Los corregimientos que presentaron prevalencia de inseguridad alimentaria superior al promedio rural fueron San Cristóbal (65,2 %) y Altavista (74,4 %).

En el perfil alimentario realizado en el año 2015 se encontró que, en Medellín el 55,3 % de las personas tuvieron riesgo de deficiencia en la ingesta de energía y que el 20,1 % superó la recomendación diaria de kilocalorías. Las mujeres presentaron mayor riesgo con respecto a los hombres y los niños entre 6 meses y 8 años presentaron valores más bajos de deficiencias y más altos en exceso en la ingesta de energía, mientras que los adolescentes presentaron el porcentaje de deficiencia más alto (70 %).

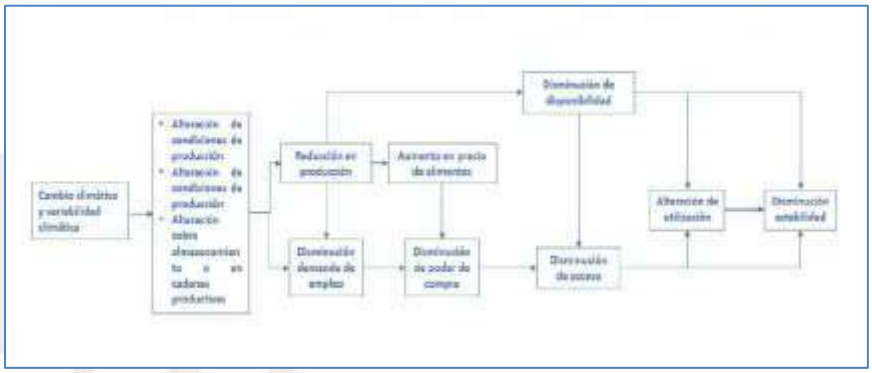
En cuanto al consumo de proteínas, se encontró baja prevalencia de riesgo de deficiencia en los niños de 4 a 8 años (2,1 %) y en los de 9 a 13 años (7,7 %). La zona centro oriental se identificó como la de mayor riesgo por deficiencia y la zona suroriental como la de menor. En el caso del consumo de grasas, la zona nororiental presentó mayor porcentaje de personas que estuvieron por debajo del porcentaje AMDR (12,3 %), al contrario de la zona suroriental que presentó el porcentaje más alto (22,5 %).

En general, el promedio de frutas y verduras consumido al día es bajo (122,3 g) comparado con la recomendación de la OMS y la FAO (400 g). En cuanto al consumo de carne, la comuna que presentó mayor riesgo de deficiencia fue la

nororiental (70 %) y la de menor riesgo fue la suroriental (63,6 %); a medida que aumenta el estrato socioeconómico aumenta la cantidad media ingerida.

Finalmente, como ya se ha mencionado, el cambio climático podrá incidir en el componente de utilización de los alimentos. La modificación en la disponibilidad y la posible reducción física o económica en el acceso puede generar cambios en las dietas de la población, tendientes a patrones alimentarios de consumo de alimentos poco variados y saludables, trayendo como consecuencia problemas en la salud. Por otro lado, como consecuencia de un escenario en medio de escasez y falta de calidad del agua, podría verse afectada la inocuidad de los alimentos, las condiciones sanitarias y el saneamiento en los hogares, lo que aumentaría el riesgo de contraer enfermedades infecciosas, disminuir la calidad de la alimentación y disminuir la capacidad de absorción de los nutrientes (FAO, 2016).

Figura 37.
Impactos y consecuencias del impacto climático sobre la seguridad alimentaria y nutricional



Fuente: FAO (2016).

7.8 Presencia de contaminación atmosférica

Las emisiones al aire, relacionadas con el cambio climático, aumentan el efecto perjudicial ocasionado por la contaminación atmosférica en la salud, tanto por los impactos generados en la dinámica meteorológica, como también por los efectos de los contaminantes directamente sobre la salud. A pesar de la relación directa entre estos dos fenómenos, a lo largo del tiempo se han tratado separadamente a partir de la creencia de que los beneficios de la mejora de las condiciones climáticas serían obtenidos a largo plazo, aunque en los últimos años se han realizado varios esfuerzos para poner de manifiesto la prioridad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero con el fin de disminuir el impacto de los contaminantes atmosféricos sobre la salud de las personas (Ferrán Ballester, 2005).

En cuanto al ozono, se considera como el componente más tóxico de la mezcla entre la luz solar, la temperatura, los óxidos de nitrógeno (NOX) y los compuestos orgánicos volátiles (COV), entre otros, y corresponde a un contaminante que tiene un aumento episódico con el cambio climático. Este gas ha causado una gran cantidad de efectos en la salud, entre los cuales están los relacionados con el sistema respiratorio, como la disminución de la función pulmonar, aumento de riesgo de visitas a urgencias, agravamiento del asma y aumento de ingresos hospitalarios (Ferrán Ballester, 2005).

En varios estudios, se ha evidenciado que algunos contaminantes atmosféricos presentan mayor afectación sobre la salud durante los meses más cálidos. Por su parte, en el estudio APHEA–2 se indica que algunos componentes relacionados con

el clima, como la temperatura media anual y la ubicación, servían como modificadores de los efectos que tiene la contaminación sobre la mortalidad. Algunos sostienen que la medida de la contaminación del aire durante los meses cálidos puede ser un indicador de la exposición, teniendo en cuenta que en los meses más cálidos las personas pasan más tiempo en la calle y las ventanas pasan más tiempo abiertas. En el estudio EMECAS por ejemplo, se identificó el efecto que tiene el ozono sobre la cantidad de ingresos a consulta por enfermedades circulatorias, incrementado estadísticamente en los meses cálidos (Ferrán Ballester, 2005).

La concentración de los contaminantes en el aire depende de su producción y también de otros procesos como la dispersión. El cambio climático puede alterar cualquiera de los dos procesos mencionados. Con base en la meteorología, por ejemplo, una mayor frecuencia de fenómenos ciclónicos puede incrementar la dispersión. Adicionalmente, otro fenómeno relacionado con la meteorología y que ha sido concebido como consecuencia del cambio climático, corresponde al aumento de episodios de tormenta seca con transporte de polvo de desiertos como el Sahara. Por otra parte, se conoce la relación entre el aumento de la temperatura con el incremento de las concentraciones de ozono y también, el aumento de la temperatura puede estar asociado con el incremento de las emisiones atmosféricas por la necesidad de utilizar sistemas de acondicionamiento de aire, refrigeración, conservación de alimentos, los cuales demandan un consumo mayor de energía (Ferrán Ballester, 2005).

Con relación a las partículas suspendidas en el aire, estas poseen un efecto de calentamiento o enfriamiento sobre el clima local y mundial, esto sucede principalmente por el color que tengan, esto es, las partículas blancas reflejan la luz del sol, y las partículas negras u oscuras tienden a absorberla. Además, estas participan en el proceso de formación de las nubes e igualmente intervienen en su comportamiento, en su proceso de condensación y, por ende, en los patrones de precipitación. Los cambios abruptos en las cantidades de precipitaciones tienen costos económicos y sociales variables al afectar la normal producción de alimentos (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2016). El IPCC, a través de las evaluaciones que realiza desde el 2007, ha podido determinar que el cambio climático llegará a afectar las condiciones climáticas, como la frecuencia de las ondas de calor, y a generar un descenso de la calidad del aire en las diferentes ciudades (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2016).

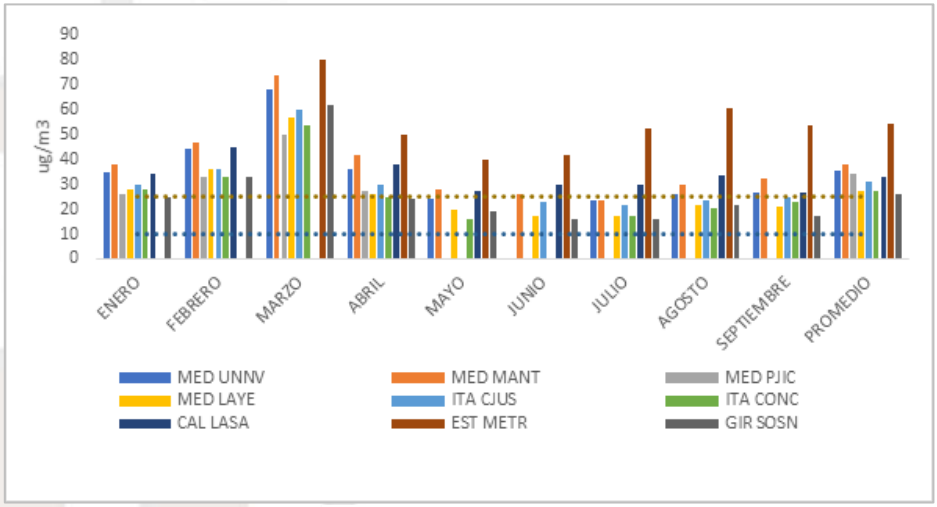
Según la información que se recopila en las diferentes estaciones de monitoreo para el año 2016 y 2017, todas las estaciones en Medellín reportaron concentraciones que exceden el nivel permisible de partículas de PM 2,5 y ozono, lo que conlleva a un riesgo para la salud humana.

Por otra parte, considerando lo reportado por Redaire para el 2016, en toda el Área Metropolitana del Valle de Aburrá **(Figura 38),** todas las estaciones de medición con registros válidos para marzo de 2016 superaron los valores guía establecidos por la OMS para PM2,5, tanto para exposiciones de larga duración como para períodos cortos de exposición. Entre abril y septiembre, los niveles de contaminación se redujeron significativamente, sin embargo, las estaciones de monitoreo ubicadas en

la Corporación Universitaria Lasallista en Caldas, la estación Metro de La Estrella en Sabaneta y el Museo de Antioquia en Medellín permanecieron durante todo el año 2006 con promedios altos en relación con la norma colombiana y los valores guías de calidad de aire de la OMS. Ya para el 2017, una de las tres estaciones de monitoreo de la ciudad de Medellín cumple el nivel máximo permisible, estando por debajo de la norma anual (25 µg/m^3).

La percepción frente a la satisfacción con la calidad del aire de las personas en la ciudad de Medellín ha disminuido, pasando en el año 2012 de 36 % de personas satisfechas a 13 % en 2016 (Medellín Cómo Vamos, 2016).

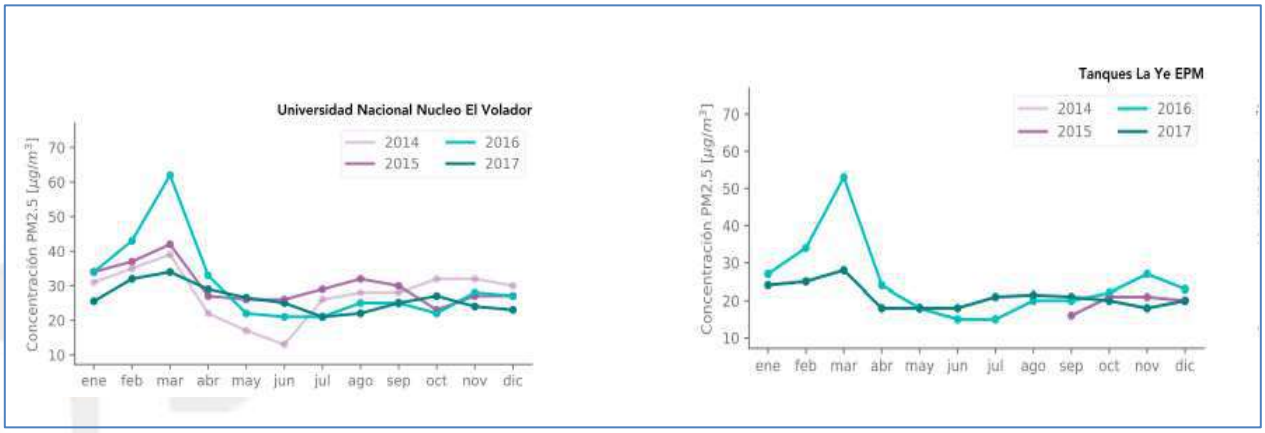
Figura 38.
Concentraciones promedio mensuales de PM 2,5 en estaciones de monitoreo de Red Aire. 2016.



Fuente: Medellín cómo vamos (2017).

Para el año 2017, las mayores concentraciones de PM2,5 se encontraban hacia la zona sur de Medellín y el área metropolitana del Valle de Aburrá, especialmente entre las 5:00 a. m. y las 10:00 a. m. Las estaciones seleccionadas ubicadas en la ciudad de Medellín, tiene un comportamiento similar durante los últimos años, a excepción del 2016 cuando se refleja un aumento de la concentración en los meses de febrero y marzo **(Figura 39)** (EAFIT, 2018).

Figura 39.
Ciclo anual del PM2.5 para las diferentes estaciones durante el 2017 y comparación con años anteriores. Estaciones monitoreo en Medellín



Fuente: AMVA (2017).

8. Eventos en salud asociados al cambio climático y priorizados para la vigilancia e intervención

Las dos principales amenazas para la ciudad de Medellín están asociadas a la variabilidad climática por los cambios en temperatura y radiación, y humedad y precipitación, los cuales tienen efectos sobre la salud humana en tanto afectan la disponibilidad y el acceso al agua potable, la seguridad alimentaria, los eventos asociados a zoonosis y vectores, inciden en la conformación de islas de calor con cambios en la morbilidad y mortalidad y lesiones de causas externas por eventos de tipo físico en el territorio.

En la siguiente tabla, se presentan los principales eventos en salud asociados a cada una de estas amenazas, priorizados de acuerdo con las condiciones propias de la ciudad, su magnitud y severidad, a los cuales se les realizará vigilancia y seguimiento de la influencia que tengan en ellos CYVC, y plantear las acciones de adaptación para su prevención e intervención.

Tabla 12.
Eventos en salud asociados a amenazas

Efectos en salud	Referencia	Riesgo	Amenaza
Incidencia de fiebre tifoidea	OMS, 2017	Disponibilidad y acceso a agua potable	Variabilidad en las precipitaciones y temperatura
Aumento y brotes en la incidencia de hepatitis A	OMS, 2017		
Aumento y brotes en la incidencia de leptospirosis	INS, 2019		
Aumento y brotes en la incidencia de rotavirus	OMS, 2018		
Aumento y brotes en la incidencia de EDA	INS, 2019		

Efectos en salud	Referencia	Riesgo	Amenaza
Brotes de enfermedades transmitidas por alimentos	OMS, 2018		
Aumento en la incidencia y mortalidad por enfermedades causadas por arbovirosis	OMS, 2018. EPA, 2017 USGCRP, 2016	Cambios en los patrones de vectores	Variabilidad en las precipitaciones y temperatura
Mortalidad por ahogamiento y sumersión	OMS, 2018.	Presencia de desastres naturales	Aumento precipitaciones
Mortalidad por lesiones externas	EPA, 2017		
Estrés postraumático y otras alteraciones psicológicas	OMS, 2018.		
Aumento prevalencia de anemia nutricional y mortalidad por desnutrición	Pita Rodríguez *et al.*, 2007, OMS,2018 EPA, 2017	Afectación seguridad nutricional	Aumento de la temperatura
Eritema solar	OMS, 2018	Radiación UV	Aumento de la temperatura
Cáncer de piel y melanoma	De la Fuente y Ocampo, 2010 American Cancer Society, 2018		
Queratitis actínica	Ministerio de Salud y Protección Social y Colciencias, 2014		
Cataratas y pterigios	National Eye Institute, 2019		
Enfermedades respiratorias agudas de las vías superiores e inferiores	OPS, 2011 Muñoz Guerrero *et al.*, 2018	Contaminación atmosférica	Aumento de la temperatura y variabilidad precipitaciones
Insolación y golpe de calor	Kenney, 1998 EPA 2017	Islas de calor urbano	Aumento de la temperatura
Complicaciones clínicas en pacientes con trastornos mentales (46)	EPA, 2017		
Complicaciones clínicas en pacientes con enfermedades endocrinas (51), (52), (53)	EPA, 2017, Horrigan, 2002,		

Efectos en salud	Referencia	Riesgo	Amenaza
	Malagón Rojas *et al.*, 2017		
Complicaciones clínicas en pacientes con enfermedades cardiovasculares (48), (49)	OMS, 2018 EPA, 2017		
Complicaciones clínicas en pacientes con enfermedades renales (55), (56)	Kjellstrom *et al.* 2010		

8.1 Eventos en salud asociadas a disponibilidad y acceso a agua potable

La creciente variabilidad de las precipitaciones afecta el suministro de agua apta para consumo humano y su escasez puede poner en peligro la higiene y aumentar el riesgo de enfermedades transmisibles, es por esto que muchas personas en países con infraestructura pobre y poca gobernabilidad pueden verse obligadas a desplazarse, lo que acentúa a su vez el riesgo de efectos en la salud incluyendo trastornos mentales. La variabilidad climática afecta el régimen de lluvias al interferir en el ciclo del agua, especialmente en la evaporación de la misma, pues se tiene que ha aumentado a lo largo del planeta, sobre todo en áreas altamente intervenidas por factores antrópicos, lo que significa que las acumulaciones de agua en la atmósfera son más elevadas y la cantidad de agua disponible en el suelo disminuye, lo que al mismo tiempo incrementa la tasa de escorrentía superficial, aumentando la intensidad y la fuerza de las crecientes, provocando inundaciones más fuertes (Secretaría de Salud de Medellín, 2018).

El hecho de poseer más eventos de precipitación, como se expuso anteriormente, crea condiciones favorables de humedad para la reproducción de mosquitos, virus y de bacterias, debido a que una mayor disponibilidad de agua ha creado un mayor

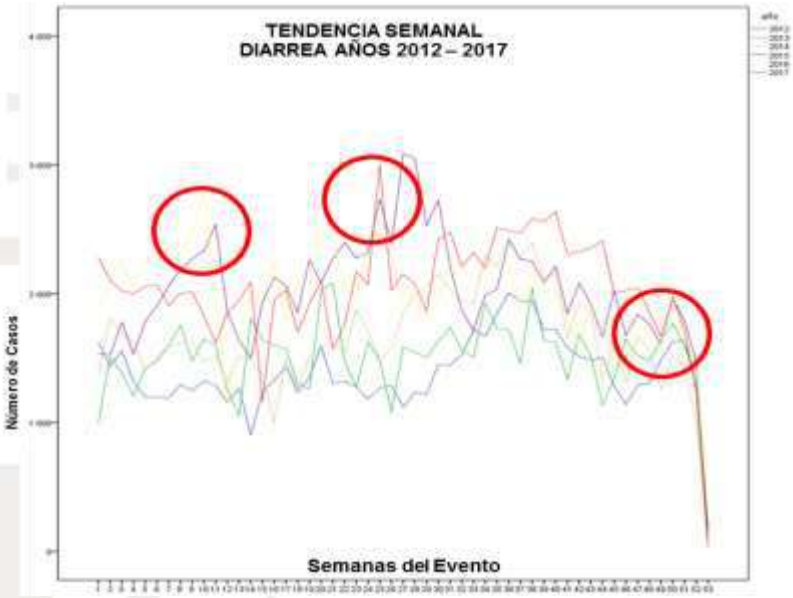
número de sitios reproductivos; las infecciones por vía acuática, por ejemplo, se incrementan debido a las lluvias torrenciales, pues las zonas inundadas crean nuevas áreas en las que es posible contagiarse de disentería o diarrea, tanto al entrar en contacto directo con los habitantes, como cuando el exceso de agua en alcantarillados y canalizaciones invade las redes de acueducto y contamina el agua potable (Secretaría de Salud de Medellín, 2018).

Estos aumentos inusuales en la precipitación también ponen en riesgo la disponibilidad de agua potable debido a que, como se dijo anteriormente, las aguas de exceso llegan hasta las redes de acueducto y las contaminan con toda clase de partículas disueltas y suspendidas, y sustancias como la materia orgánica, metales, químicos, etc., provenientes de desechos cloacales, desechos industriales y agrícolas. Aparte de esto, también pueden llevar las mismas partículas y sustancias hacia los reservorios de agua potable de las ciudades, taponando filtros y dañando equipos, lo que lleva a la suspensión del servicio de agua potable (Secretaría de Salud de Medellín, 2018).

Por otro lado, cuando hay muy poca precipitación y se evidencia un déficit en la humedad del suelo, junto a otras variables complejas y aún poco comprendidas como régimen hídrico, erosión e intensidad de explotación de recursos, lleva a declarar estados de sequía en una región. Como se mencionó anteriormente, las sequías son desastres naturales complejos y normalmente de larga duración, que tienen consecuencias graves para los sistemas naturales y humanos en donde ocurren (Secretaría de Salud de Medellín, 2018).

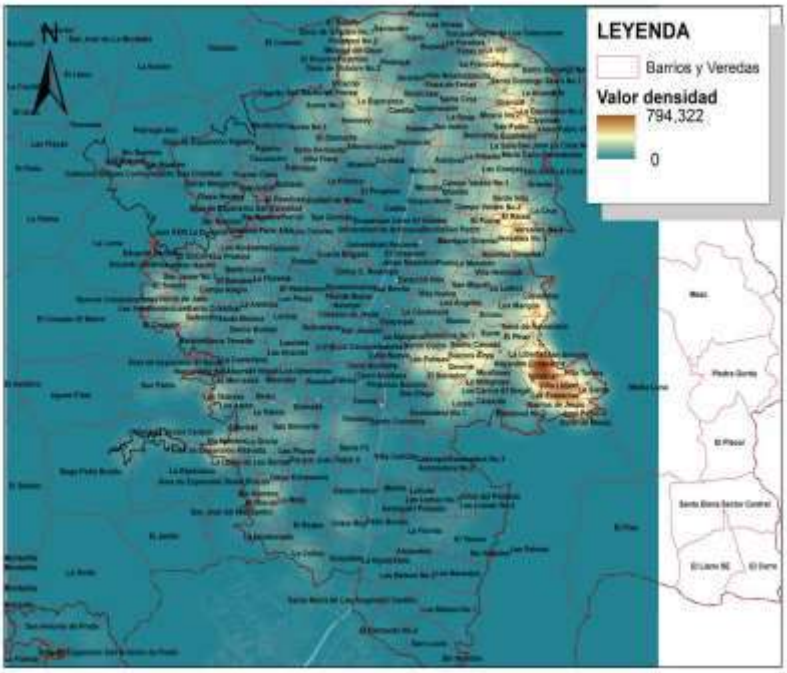
En Medellín entre el periodo 2012 a 2017, se presentó un aumento de la prevalencia consultada por enfermedad diarreica aguda (EDA) como se muestra en **la Figura 40** con variaciones en el aumento de casos para las semanas 8-10, y 23-29, correspondientes a los meses de febrero, marzo y junio. Para el final del año en las semanas 48-53, el número de eventos disminuye en todas las series, lo que corresponde a los meses con disminución en el número de días con lluvia. Así mismo, se observa que existe una concentración de los casos en las comunas 1, 2, 5 y 6.

Figura 40.
Tendencia semanal para el evento EDA años 2012 - 2017



Fuente: elaborado por el equipo profesional y técnico Universidad de Medellín a partir de Secretaría de Salud Municipio de Medellín (2018).

Figura 41.
Distribución espacial de los casos de EDA en la ciudad de Medellín en el año 2017



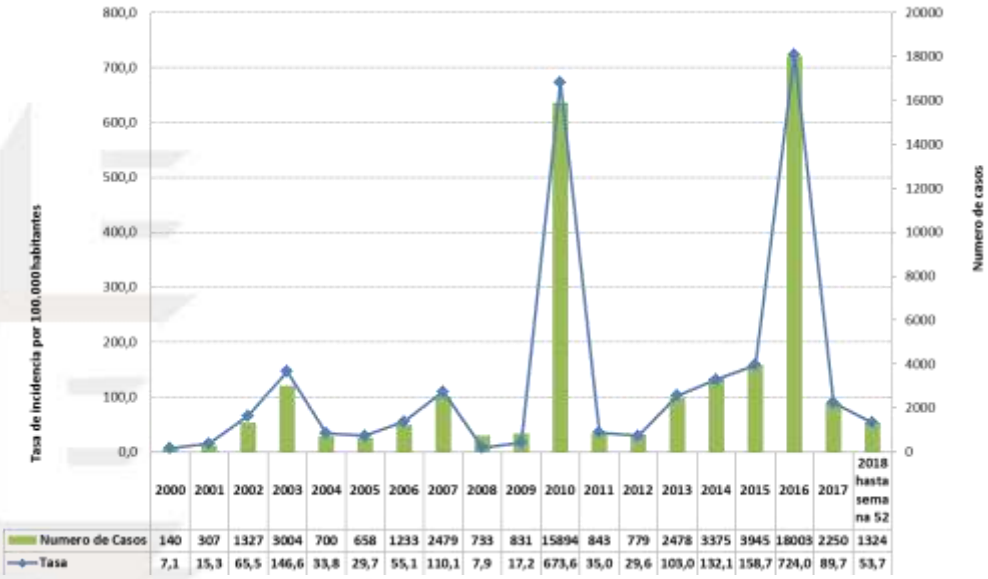
Fuente: elaborado por el equipo profesional y técnico Universidad de Medellín a partir de Secretaría de Salud Municipio de Medellín (2018).

8.2 Eventos en salud asociadas a los cambios en los patrones de vectores y zoonosis

La ciudad de Medellín ha presentado picos epidémicos por dengue en los años 1998, 2003, 2007, 2010 y 2016, se destacan los años 2010 y 2016 como los de mayor incidencia con cerca de los 18.000 casos. En los otros años, se han venido

presentando más de los 2.500 casos en forma progresiva hasta llegar a cerca de los 4.000 en el 2015. Igualmente se observa una disminución progresiva de los periodos interepidémicos al disminuir de cinco años entre el 1997 y 2003 a cuatro años entre el 2003 y 2007, a tres años entre el 2007 y 2010. A partir del año 2013 el número de casos se ubicó por encima de las epidemias pasadas, con dos grandes hiperepidemias en los años 2010 y 2016, lo que ha convertido a Medellín en los actuales momentos como una ciudad hiperendémica a enfermedades vectoriales.

Figura 42.
Tasa de incidencia y número de casos de dengue en Medellín años 2000 -2018



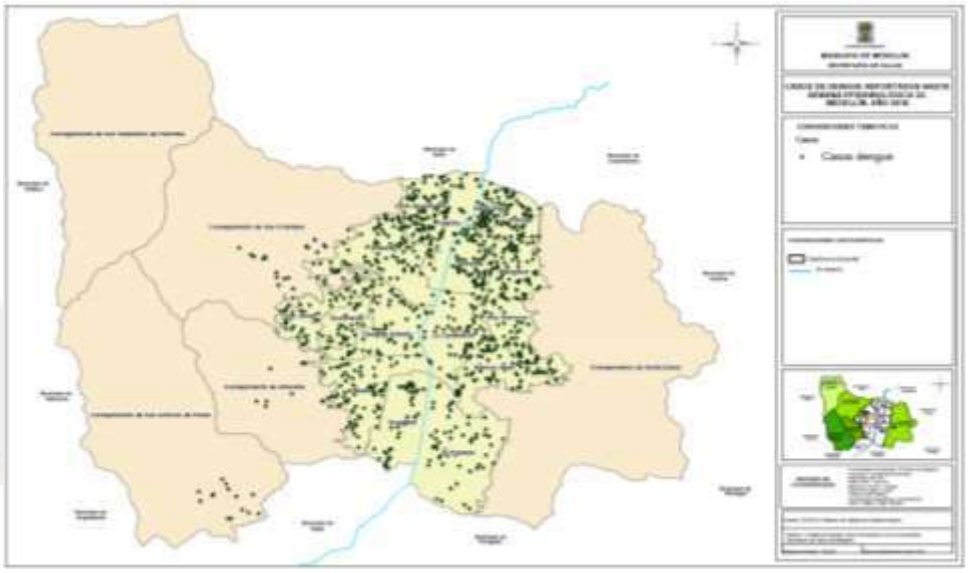
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 hasta semana 52
Numero de Casos	140	307	1327	3004	700	658	1233	2479	733	831	15894	843	779	2478	3375	3945	18003	2250	1324
Tasa	7,1	15,3	65,5	146,6	33,8	29,7	55,1	110,1	7,9	17,2	673,6	35,0	29,6	103,0	132,1	158,7	724,0	89,7	53,7

Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

De acuerdo con los análisis de la distribución espacial de la transmisión de las enfermedades vectoriales en la ciudad (dengue, zika y chikunguña), los casos se

registran en forma indiscriminada en todos los barrios y comunas y en los corregimientos de San Antonio de Prado y San Cristóbal. Sin embargo, en algunos barrios se presenta con mayor intensidad la transmisión, en especial donde las condiciones socioeconómicas y culturales.

Figura 43.
Georreferenciación de casos de dengue Medellín año 2018



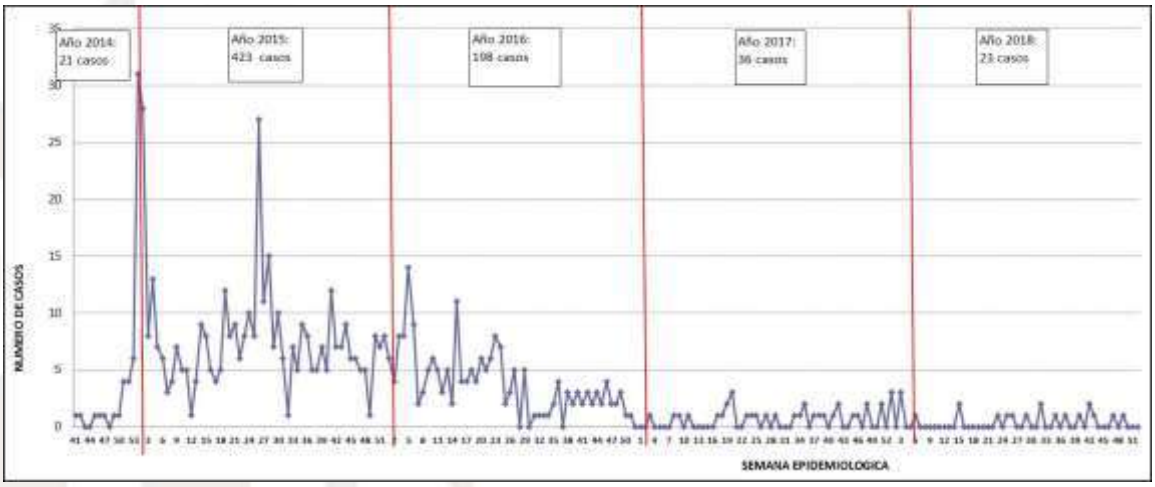
Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

En cuanto a zika y chikunguña, estas enfermedades ingresaron recientemente al país. Los primeros casos en Colombia de esta última arbovirosis se registraron en Mahates (Bolívar) en septiembre del 2014, mientras que el zika se reportó por primera vez, un año después, a partir de pacientes residentes en Turbaco y Cartagena (Bolívar). Se ha indicado que las implicaciones en salud son más graves

para el zika que para el chikungunya debido a que puede ser causante de microcefalia en neonatos de madres infectadas con el virus. También se ha observado asociación de zika con el síndrome de Guillain-Barré, una enfermedad del sistema nervioso, en la cual el sistema inmune de una persona afecta sus propias neuronas, causando debilidad muscular y a veces parálisis.

La tendencia semanal en Medellín para chikunguña en el 2018 presenta un marcado descenso del 96 % con respecto al año anterior, llegando a la finalización de la epidemia y considerándose el municipio “endémico bajo” para chikunguña en donde se reporta un caso semanal durante el año 2018.

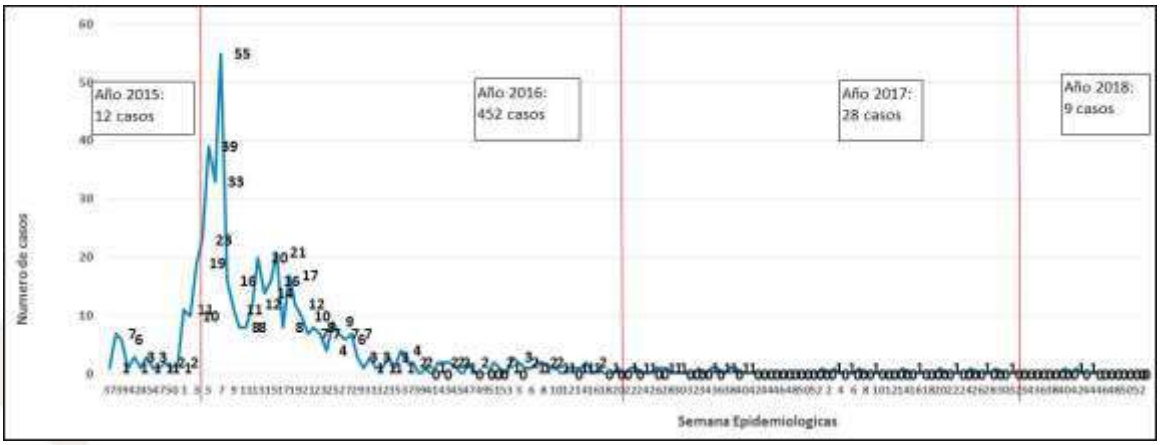
Figura 44.
Chikunguña según número de casos por semana epidemiológica Medellín, 2014-2018



Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

Por otra parte, el comportamiento semanal de la epidemia de zika, se observa una disminución significativa a partir de la semana 30 del año 216, con su pico máximo en la semana 13 del mismo año. En las últimas semanas del 2018 no se reportan casos, evidenciando la finalización de la epidemia y convirtiéndose el municipio en zona “endémica baja” para zika. El número total de casos notificados desde el inicio de la epidemia correspondió a 501 personas.

Figura 45.
Zika según número de casos por semana epidemiológica Medellín, 2015-2018



Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

8.3 Lesiones de causa externa relacionados con aumento de las precipitaciones, temperatura o remociones en masa

El comportamiento de los eventos relacionados con el cambio climático en Medellín se muestra en la **Tabla 13**, donde se pueden observar las comunas y corregimientos con mayores afectaciones por eventos de desastres naturales relacionados con

cambios en las variables climáticas como son movimientos en masa, inundaciones e incendios de cobertura vegetal:

Tabla 13.
Eventos reportados en DAGRD relacionados con movimientos en masa, discriminado por comunas y corregimientos. Medellín 2005-2018

Comuna	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
01. Popular	154	288	298	550	293	488	726	255	212	92	129	127	173	147
02. Santa Cruz	77	104	119	200	127	183	222	75	77	40	39	57	54	47
03. Manrique	76	110	179	278	209	282	438	192	198	130	114	160	202	126
04. Aranjuez	43	84	80	251	78	117	134	45	47	25	11	37	39	15
05. Castilla	14	31	20	45	17	29	20	4	10	6	7	8	13	9
06. 12 de Octubre	36	42	69	115	50	60	121	25	24	23	12	19	22	25
07. Robledo	126	124	157	295	117	263	263	69	79	66	43	54	70	80
08. Villa Hermosa	218	365	366	675	345	718	784	249	194	153	148	230	212	192
09. Buenos Aires	77	127	65	158	104	112	161	91	38	43	29	42	60	42
10. La Candelaria	8	15	12	30	9	24	10	5	2	7	6	8	5	5
11. Laureles Estadio	4	5	4	5	3	8	7		1	2	4			
12. La América	16	13	17	50	15	16	15	7	7	3	2	7	4	7
13. San Javier	323	334	480	1179	328	634	693	251	221	121	134	153	222	197
14. El Poblado	23	25	33	156	82	115	117	50	35	22	16	26	26	24
15. Guayabal	4	10	6	21	11	12	8	4	6	3	2	5	7	11
16. Belén	57	67	135	188	62	132	138	43	48	27	37	40	48	49
50. Palmitas	9	18	14	36	12	19	27	14	29	15	14	15	10	24
60. San Cristóbal	62	61	146	245	101	116	245	57	38	28	19	64	49	117
70. Altavista	13	39	80	186	74	105	134	60	48	38	34	32	57	57
80. San Antonio de Prado	52	223	42	93	81	92	69	57	35	33	25	81	79	57
90. Santa Elena	2	16	8	24	8	17	44	5	12	8	7	15	16	13
Total general	1394	2101	2330	4780	2126	3542	4376	1558	1361	885	832	1180	1368	1244

Tabla 14.
Eventos reportados en DAGRD, relacionados con inundaciones y avenidas torrenciales, discriminado por comunas y corregimientos. Medellín 2005-2018.

Comuna	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
01. Popular	7	19	8	26	19	21	27	5	6	5	1	4		2
02. Santa Cruz	2	6	5	16	11	10	8	5	6	5	3	2	1	

03. Manrique	7	9	18	20	26	18	24	9	7	4	3	2	5	5
04. Aranjuez	6	11	21	32	25	8	19	5	13	3		6	6	3
05. Castilla	5	10	8	4	2	10	4	5	4	7	1	4	1	1
06. 12 de Octubre	4	17	5	18	4	11	12	4	3	8	3	2		2
07. Robledo	13	26	18	56	19	13	10	5	5	6	1	7	4	6
08. Villa Hermosa	12	39	65	30	31	19	16	9	9	3	3	3		1
09. Buenos Aires	6	17	19	17	14	16	7	7	4	2	4	1	5	
10. La Candelaria	3	5	5	7	2	4	1	2		1	1	1	2	
11. Laureles Estadio		7		7		2		1						
12. La América		6	2	7	1	5	3		1	1		2	1	1
13. San Javier	19	26	41	25	13	18	14	5	6	7	1	4	2	5
14. El Poblado	5	5	7	14	22	11	8	5	1			2		1
15. Guayabal	1	2		4	2	1	2		2					1
16. Belén	8	16	11	15	7	7	12	5	2		1	1	1	
50. Palmitas	1			1		1	1							
60. San Cristóbal	3	8	7	12	7	4	4	5	3	5		4		2
70. Altavista	2	1	11	9	5	12	10	4	2	1				1
80. San Antonio de Prado	8	14	2	7	6	17	3	5	5	1	2	3	3	4
90. Santa Elena					1	1				1		1	1	
Total general	112	244	253	327	217	209	185	86	79	60	24	49	32	35

Tabla 15.
Eventos reportados en DAGRD relacionados con incendios de cobertura vegetal, discriminado por comunas y corregimientos. Medellín 2016-2018

Comuna	2016	2017	2018
01. Popular	2	3	1
02. Santa Cruz	13	2	3
03. Manrique	8	3	4
04. Aranjuez	1		

05. Castilla	19	3	9
06. 12 de Octubre	53	23	33
07. Robledo	10	5	2
08. Villa Hermosa	21	9	7
09. Buenos Aires	62	23	23
10. La Candelaria	3	2	3
11. Laureles Estadio	18	5	9
12. La América	10	3	2
13. San Javier	20	5	3
14. El Poblado	5	6	5
15. Guayabal	86	27	22
16. Belén	30	14	22
50. Palmitas	24	6	9
60. San Cristóbal	9	1	4
70. Altavista	20	6	3
80. San Antonio de Prado	51	24	38
90. Santa Elena	53	30	15
Total general	536	214	226

En cuanto a las afectaciones a la salud se han identificado principalmente tres grupos de causas de mortalidad, probablemente asociadas a desastres naturales, relacionados con el CCYVC, como son el ahogamiento, exposición al fuego y exposición a corriente, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16.
Comportamiento de la mortalidad por accidentes probablemente relacionados con aumento de las precipitaciones, temperatura o remociones en masa. Medellín 2005-2016

Tipo de causa/año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ahogamiento y sumersión accidentales	1,105	1,228	0,964	1,054	0,774	0,879	0,784	0,663	0,883	0,612	0,946	0,718
Exposición al humo, fuego y llamas	0,14	0,439	0,195	0,327	0,33	0,11		0,07	0,249	0,112	0,142	0,399
Exposición a la corriente eléctrica	0,38	0,68	0,276	0,228	0,171	0,115	0,233	0,167	0,151	0,249	0,17	0,205
Total Causas externas	18,0	19,5	19,8	24,6	23,7	24,7	21,4	18,2	17,4	15,2	15,7	15,9

Nota: Tasas ajustadas por edad por cada 100 mil personas.

Fuente: Secretaría de Salud (2018).

8.4 Eventos en salud relacionados con la afectación a la seguridad nutricional

La Secretaría de Salud de Medellín, teniendo en cuenta que dentro de sus competencias se encuentra la vigilancia permanente a los eventos más relevantes en salud pública, entre ellos el evento de la malnutrición, tanto desde el déficit con la desnutrición, como el exceso con el sobrepeso y la obesidad, ha estado liderando desde el año 2011 el sistema de vigilancia del estado nutricional de la población menor de 6 años de la ciudad de Medellín.

La vigilancia al estado nutricional se realiza a través de los datos captados en el programa de detección de alteraciones del crecimiento y desarrollo para menores de diez años *Programa de crecimiento y desarrollo*, con la notificación y reporte de datos a la Secretaría de Salud desde cada una de las instituciones de salud de la ciudad que implementan dicho servicio, convirtiéndose así en las unidades

primarias generadoras de datos (UPGD) para el sistema de vigilancia al estado nutricional. Lo que se muestra a continuación hace parte del análisis situacional de salud en el componente de seguridad alimentaria y nutricional, de los eventos relacionados con las variaciones climáticas.

Según los datos reportados en la **Tabla 17**, de los 114.496 niños de 0 a 6 años de edad que asistieron al programa de crecimiento y desarrollo en el año 2018 y fueron reportados por las EAPB de la red pública y privada de la ciudad de Medellín al Sistema de Vigilancia Nutricional, el 2,4 % presentó desnutrición global, equivalente a 2.781 niños y niñas. El grupo de edad con mayor afectación en este indicador es el de 0 a 2 años con 2,8 % equivalente a 1.243 niños.

Tabla 17.
Prevalencia indicador global (peso/edad), por grupo de edad y sexo

Edad	Sexo	Clasificación del estado nutricional								Total	
		Desnutrición global		Riesgo de desnutrición global		Peso adecuado para la edad		No aplica			
		n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%
0 a < 2 años	Femenino	481	2,2%	2865	13,3%	15412	71,5%	2807	13,0%	21.565	100%
	Masculino	762	3,4%	3635	16,3%	15152	68,1%	2710	12,2%	22.259	100%
	Total	**1.243**	**2,8%**	**6.500**	**14,8%**	**30.564**	**69,7%**	**5.517**	**12,6%**	**43.824**	**100%**
2 a 5 años	Femenino	611	2,1%	4558	15,7 %	20537	71,0%	3239	11,2%	2 8.945	100%
	Masculino	694	2,3%	4874	15,8%	21618	70,2%	3622	11,8%	30.808	100%
	Total	**1.305**	**2,2%**	**9.432**	**15,8%**	**42.155**	**70,5%**	**6.861**	**11,5%**	**59.753**	**100%**
> 5 a < 6 años	Femenino	128	2,4%	758	14,0%	3805	70,2%	731	13,5%	5.422	100%
	Masculino	105	1,9%	770	14,0%	3797	69,1%	825	15,0%	5.497	100%
	Total	**233**	**2,1%**	**1.528**	**14,0%**	**7.602**	**69,6%**	**1.556**	**14,3%**	**10.919**	**100%**
Total general	Femenino	1.220	2,2%	8.181	14,6%	39.754	71,1%	6.777	12,1%	55.932	100%
	Masculino	1.561	2,7%	9.279	15,8%	40.567	69,3%	7.157	12,2%	58.564	100%
	Total	**2.781**	**2,4%**	**17.460**	**15,2%**	**80.321**	**70,2%**	**13.934**	**12,2%**	**114.496**	**100%**

Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

El 15,2 % de los niños reportados presentó riesgo de bajo peso para la edad, lo que equivale a 17.460 niños, la prevalencia de riesgo de bajo peso para la edad fue mayor en el grupo de 2 a 5 años con 15,8 % (9.432 niños). Según la clasificación por sexo, la prevalencia de bajo peso para la edad y muy bajo peso para la edad fue superior en el grupo de los niños con 0,5 puntos porcentuales por encima del grupo de las niñas.

La cifra de desnutrición global en niños menores de 5 años reportados al SISVIN es superior a los datos de ciudad, ya que el perfil de seguridad alimentaria y nutricional de Medellín 2015 (Perfil de SAN) arrojó que el 2,1 % de los niños evaluados presentaron esta alteración. El dato de bajo peso para la edad reportado en este informe se ubica por debajo de la prevalencia nacional ya que, según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional –ENSIN 2010, en Colombia el 3,7 % de los niños menores de cinco años presentó desnutrición global.

Según los datos reportados en la **Tabla 18**, de los 114.496 niños de 0 a 6 años de edad que asistieron al programa de crecimiento y desarrollo en el año 2018 y fueron reportados por las EAPB de la red pública y privada de la ciudad de Medellín al sistema de vigilancia nutricional, el 6,9 % presentó talla baja para la edad, equivalente a 7.857 niños. El grupo de edad entre 0 y 2 años fue el que presentó mayor prevalencia de baja talla con 8,0 % equivalente a 3.509 niños.

Tabla 18.
Prevalencia indicador crónico (talla/edad), por grupo de edad y sexo

Grupo de edad	Género	Clasificación del Estado Nutricional						Total	
		Talla baja para la edad o retraso en talla		Riesgo de talla baja		Talla adecuada para la edad			
		n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%
0 a < 2 años	Femenino	1327	6,2%	4.953	23,0%	15.285	70,9%	21.565	100%
	Masculino	2.182	9,8%	5.689	25,6%	14.388	64,6%	22.259	100%
	Total	**3.509**	**8,0%**	**10.642**	**24,3%**	**29.673**	**67,7%**	**43.824**	**100%**
2 a 5 años	Femenino	1.785	6,2%	7.270	25,1%	19.890	68,7%	28.945	100%
	Masculino	2.047	6,6%	7.622	24,7%	21.139	68,6%	30.808	100%
	Total	**3.832**	**6,4%**	**14.892**	**24,9%**	**41.029**	**68,7%**	**59.753**	**100%**
> 5 a < 6 años	Femenino	247	4,6%	1.143	21,1%	4.032	74,4%	5.422	100%
	Masculino	269	4,9%	1.135	20,6%	4.093	74,5%	5.497	100%
	Total	**516**	**4,7%**	**2.278**	**20,9%**	**8.125**	**74,4%**	**10.919**	**100%**
Total general	Femenino	3.359	6,0%	13.366	23,9%	39.207	70,1%	55.932	100%
	Masculino	4.498	7,7%	14.446	24,7%	39.620	67,7%	58.564	100%
	Total	**7.857**	**6,9%**	**27.812**	**24,3%**	**78.827**	**68,8%**	**114.496**	**100%**

Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

El 24,3 % de los niños evaluados presentó riesgo de talla baja, equivalente a 27.812 niños, la mayor prevalencia de riesgo en este indicador se presentó en el grupo de 2 a 5 años con 24,9 % (9.417 niños). En cuanto a la distribución por sexo, en el grupo de niños se encontró la mayor prevalencia de talla baja, quienes superan al grupo de las niñas en 1,7 puntos porcentuales.

Para la población analizada en este informe, las cifras de déficit en el indicador talla/edad se ubican por debajo de los datos reportados en el Perfil de SAN 2015, donde el 13,2 % de los niños menores de cinco años presentó talla baja para la

edad, así mismo, a nivel de país esta cifra es mayor, representando el 10,8 % según la ENSIN 2015.

La prevalencia de baja talla para la edad en los niños menores de 6 años asistentes al programa de crecimiento y desarrollo en las IPS de la ciudad mostró una tendencia estable en los años 2013 a 2015, sin embargo, a partir del 2016 se observa un aumento importante en la prevalencia de esta alteración.

Según la **Tabla 19**, de los 103.577 niños de 0 a 5 años de edad, el 1,1 %, equivalente a 1.179, niños presentó desnutrición aguda distribuida así: el 1,0 % equivalente a 1.040 niños con desnutrición aguda moderada y el 0,1 % equivalente a 139 niños y niñas con desnutrición aguda severa. Por grupos de edad, los niños y niñas menores de 2 años presentaron la mayor prevalencia de desnutrición aguda con 1,4 %, lo que equivale a 627 niños.

Tabla 19.
Prevalencia indicador agudo (peso/talla), por grupo de edad y sexo, en niños y niñas menores de 5 años

Grupo de edad	Género	Clasificación del estado nutricional														Total	
		Desnutrición aguda severa		Desnutrición aguda moderada		Riesgo de desnutrición aguda		Peso adecuado para la talla		Riesgo de Sobrepeso		Sobrepeso		Obesidad			
		n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%
0 a 2	Femenino	39	0,2 %	208	1,0 %	1725	8,0 %	14673	68,0 %	3981	18,5 %	840	3,9 %	99	0,5 %	21.565	100 %
	Masculino	50	0,2 %	330	1,5 %	2029	9,1 %	14614	65,7 %	4035	18,1 %	1041	4,7 %	160	0,7 %	22.259	100 %
	Total	89	0,2 %	538	1,2 %	3.754	8,6 %	29.287	66,8 %	8.016	18,3 %	1.881	4,3 %	259	0,6 %	43.824	100 %

Grupo de edad	Género	Clasificación del estado nutricional														Total	
		Desnutrición aguda severa		Desnutrición aguda moderada		Riesgo de desnutrición aguda		Peso adecuado para la talla		Riesgo de Sobrepeso		Sobrepeso		Obesidad			
		n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%	n.°	%
2 a 5 Años	Femenino	27	0,1%	225	0,8%	2465	8,5%	20728	71,6%	4355	15,0%	942	3,3%	203	0,7%	28.945	100%
	Masculino	23	0,1%	277	0,9%	2729	8,9%	21524	69,9%	4883	15,8%	1101	3,6%	271	0,9%	30.808	100%
	Total	50	0,1%	502	0,8%	5.194	8,7%	42.252	70,7%	9.238	15,5%	2.043	3,4%	474	0,8%	59.753	100%
Total	Femenino	66	0,1%	433	0,9%	4.190	8,3%	35.401	70,1%	8.336	16,5%	1.782	3,5%	302	0,6%	50.510	100%
	Masculino	73	0,1%	607	1,1%	4.758	9,0%	36.138	68,1%	8.918	16,8%	2.142	4,0%	431	0,8%	53.067	100%
	Total	139	0,1%	1.040	1,0%	8.948	8,6%	71.539	69,1%	17.254	16,7%	3.924	3,8%	733	0,7%	103.577	100%

Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

8.5 Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)

El acceso a alimentos inocuos y nutritivos en cantidad suficiente es fundamental para mantener la vida y fomentar la buena salud. Los alimentos insalubres que contienen bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas nocivas causan más de 200 enfermedades, que van desde la diarrea hasta el cáncer. Se estima que cada año enferman en el mundo unos 600 millones de personas –casi 1 de cada 10 habitantes– por ingerir alimentos contaminados y que 420.000 mueren por esta misma causa, con la consiguiente pérdida de 33 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD).

Los niños menores de cinco años soportan un 40 % de la carga atribuible a las enfermedades de transmisión alimentaria, que provocan cada año 125.000 defunciones en este grupo de edad. Las infecciones diarreicas, que son las más comúnmente asociadas al consumo de alimentos contaminados, hacen enfermar cada año a unos 550 millones de personas y provocan 230.000 muertes. La inocuidad de los alimentos, la nutrición y la seguridad alimentaria están inextricablemente relacionadas, los alimentos insalubres generan un círculo vicioso de enfermedad y malnutrición, que afecta especialmente a los lactantes, los niños pequeños, los ancianos y los enfermos. Al ejercer una presión excesiva en los sistemas de atención de la salud, las enfermedades transmitidas por los alimentos obstaculizan el desarrollo económico y social, y perjudican a las economías nacionales, al turismo y al comercio.

Pocas personas saben que los alimentos que consumen todos los días pueden causarles enfermedades conocidas como ETA (enfermedad transmitida por alimentos), llamadas así porque el alimento actúa en la transmisión de organismos patógenos y sustancias tóxicas.

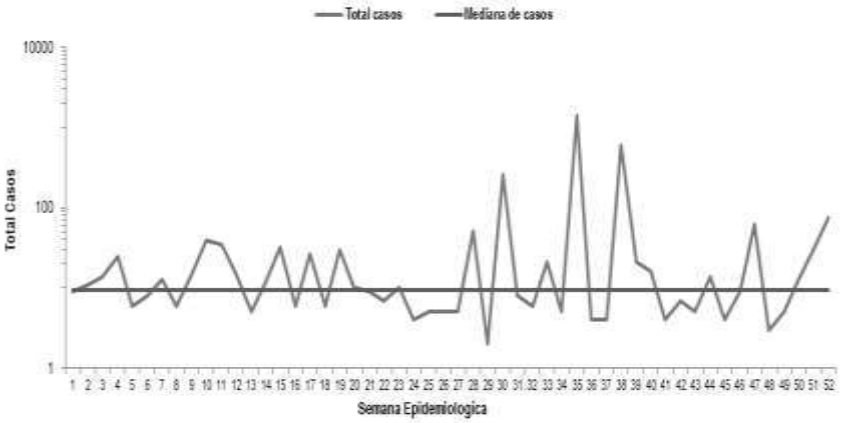
Las enfermedades transmitidas por los alimentos son generalmente de carácter infeccioso o tóxico y son causadas por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas que penetran en el organismo a través del agua o los alimentos contaminados. Los patógenos de transmisión alimentaria pueden causar diarrea grave o infecciones debilitantes, como la meningitis. La contaminación por sustancias químicas puede provocar intoxicaciones agudas o enfermedades de larga duración, como el cáncer. Las enfermedades transmitidas por los alimentos pueden causar discapacidad persistente y muerte. Algunos ejemplos de alimentos insalubres son los alimentos de origen animal no cocinados, las frutas y hortalizas contaminadas con heces y los mariscos crudos que contienen biotoxinas marinas.

Un brote de ETA se produce cuando dos o más personas sufren una misma enfermedad después de consumir el mismo alimento, incluida el agua, del mismo origen y donde la evidencia epidemiológica o el análisis de laboratorio implican a los alimentos o el agua como vehículos de la misma. Los síntomas pueden durar varios días, incluyen vómitos, diarreas, dolores abdominales y fiebre. También pueden presentarse síntomas neurológicos, ojos hinchados, dificultades renales, visión doble. La duración e intensidad pueden variar de acuerdo al alimento, la cantidad consumidos y a la salud de las personas. Se han registrado alrededor de 250 enfermedades transmitidas por alimentos.

Evaluando el comportamiento en la ciudad de Medellín de las enfermedades transmitidas por alimentos o agua, tanto a nivel individual como en los brotes, se observa que en el transcurso del año se ha notificado al sistema SIVIGILA 3.168 casos con una mediana de 9,5 casos por semana. De toda esta población reportada al municipio de Medellín, tres mil diecisiete personas consumieron alimentos y consultaron en Medellín (95, 2 %), cuatro casos reportados no cumplen criterio de caso por no tener consumo de alimento, se reportan siete personas con doble notificación y ciento cincuenta personas (4,7 %) consumieron alimentos en otros municipios o departamentos y consultaron en Medellín, estos casos se informan al referente departamental para que el realice la gestión de contacto con los referentes respectivos y se realicen los estudios pertinentes. Se reportan trescientos cincuenta y seis casos individuales y cuarenta y dos brotes que afectaron a dos mil seiscientas sesenta y una personas en Medellín.

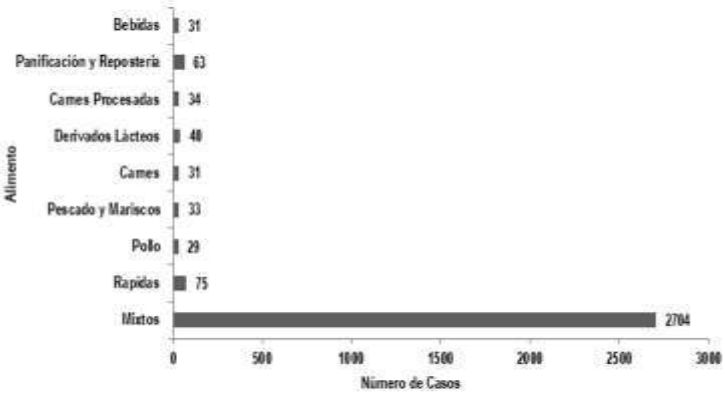
Los principales alimentos implicados son: los alimentos mixtos (cazuela de frijoles, sancocho, arroz mixto, arroz con pollo), comidas rápidas (sándwich, perro caliente, pizza, tacos mexicanos, salchipapas entre otros), pollo, productos de mar o río, carnes rojas, derivados lácteos, carnes procesadas y productos de panificación o repostería.

Figura 46.
Comportamiento de los casos de enfermedades transmitidas por alimentos o agua, por semana epidemiológica. Medellín 2018



Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

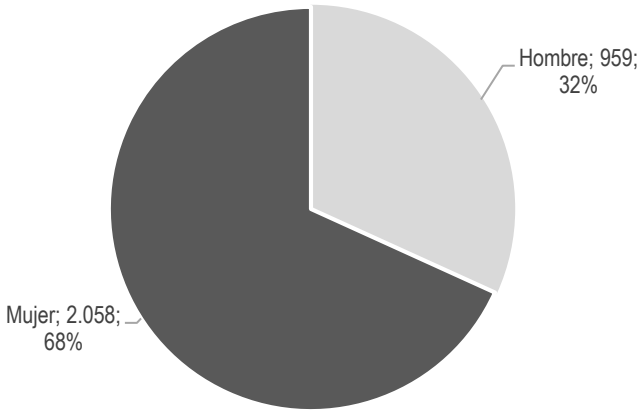
Figura 47.
Alimentos implicados en los casos de ETA, acumulado Medellín 2018.



Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

En las ETA reportadas de la ciudad se ven afectadas en mayor proporción las mujeres, 68 %-32 % **(Figura 48).**

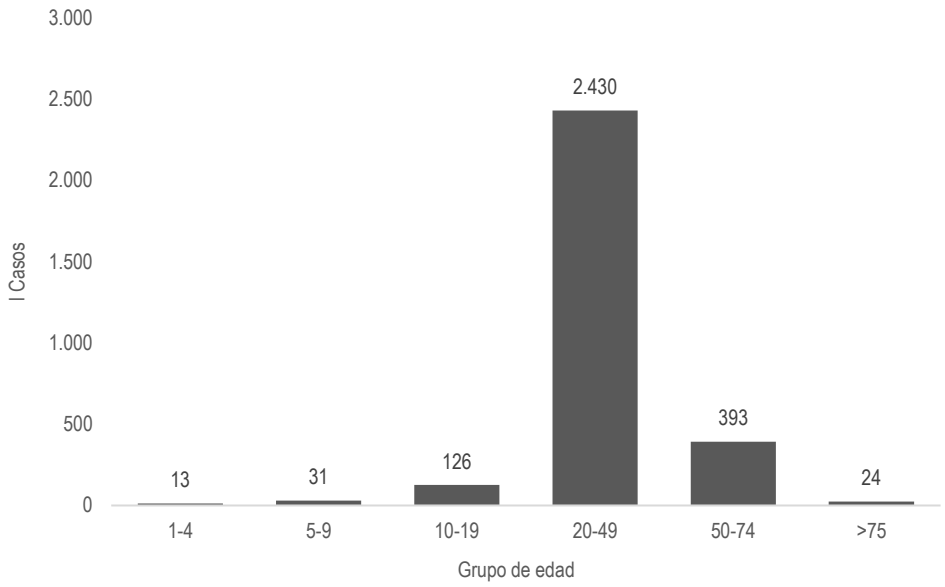
Figura 48.
Casos de enfermedades transmitidas por alimentos o agua, según sexo, Medellín 2018



Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

Los grupos de edad más afectados fueron los rangos de 20 a 49 años, son personas que trabajan yo estudian y por lo general se alimentan fuera de casa **(Figura 49).**

Figura 49
Casos de enfermedades transmitidas por alimentos o agua, según grupo de edad, Medellín 2018

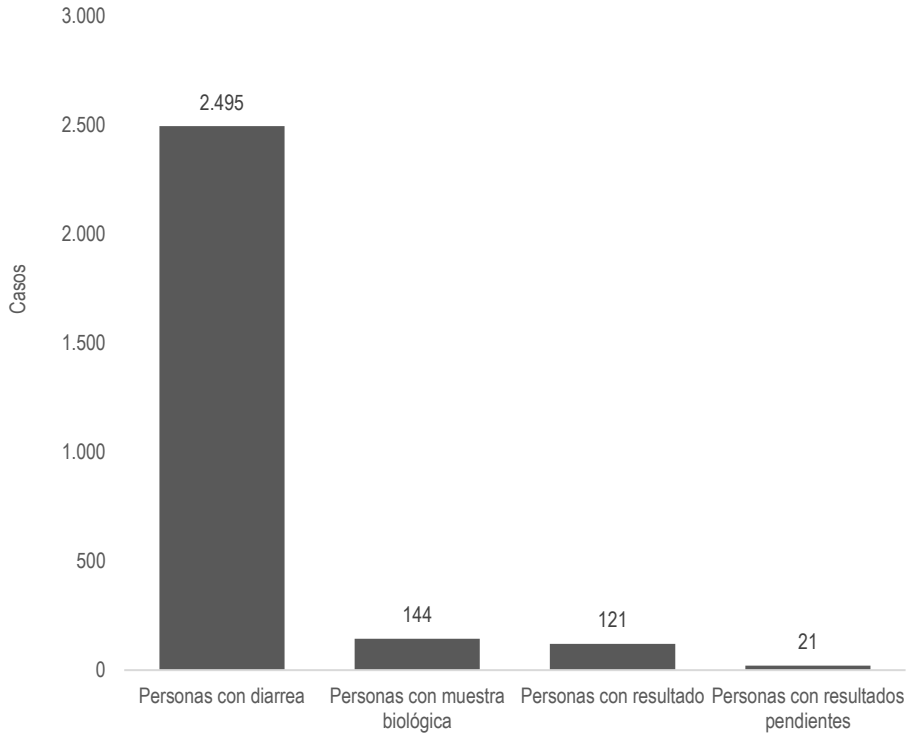


Secretaría de Salud de Medellín (2018).

A la fecha se han reportado treinta y cuatro personas hospitalizadas (1,1 %) y 2.983 han recibido atención ambulatoria (98, 9 %), a la fecha no se han presentado muertes.

Se observa la poca adherencia al protocolo pues de 2.495 personas con diarrea solo se les tomo muestra biológica a 144 de ellas (5,7 %). El 9,7 % de las muestras dieron positivas para algún microrganismo: cinco *Salmonella*, tres *Shigella*, dos *Campylobacter*, dos de las muestras dieron positiva para parásitos, una para *E. Coli.* Veintiuna quedaron pendientes por resultado (15,7 %) y 99 dieron negativas o no detectado (74,4 %).

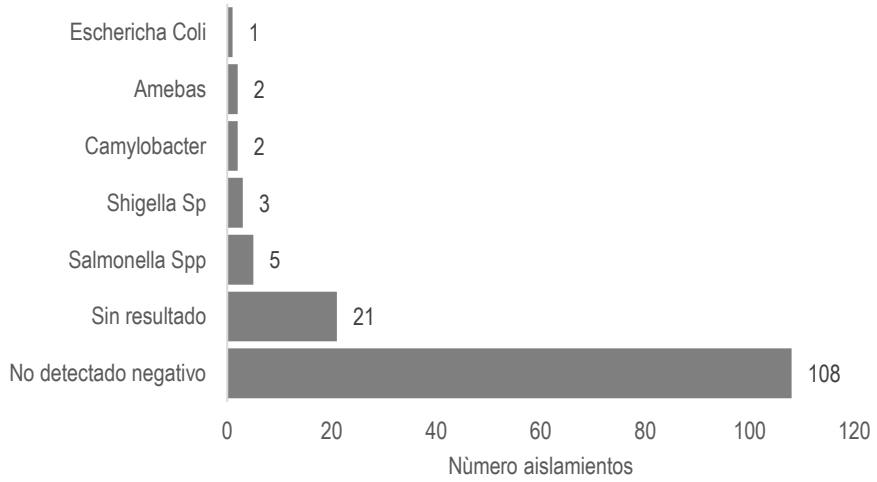
Figura 50.
Adherencia al protocolo: estudio agente microbiológico. Medellín 2018.



Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

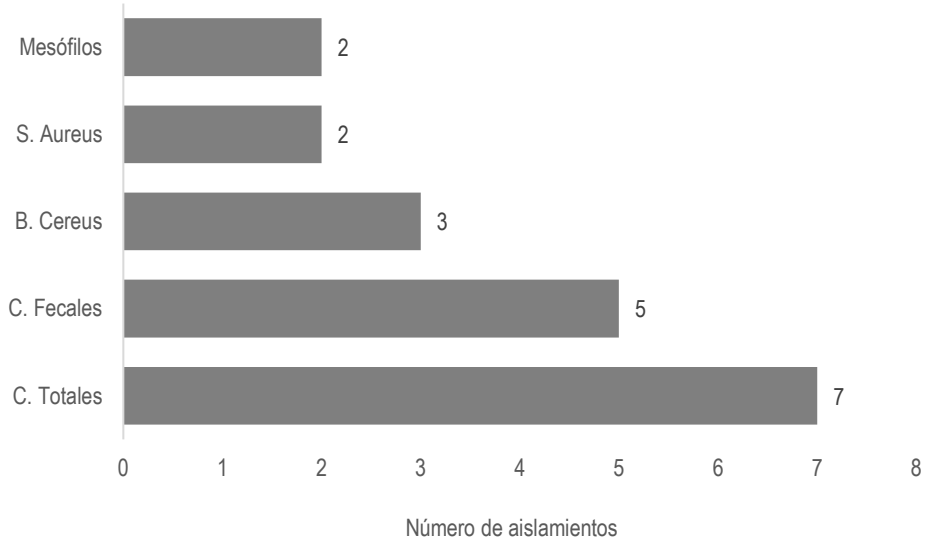
Se realizó análisis de alimentos a doce brotes (28,5 %), se encontraron nueve de ellos no conforme para el consumo, los resultados dieron: *Coliformes totales, Coliformes Fecales y Stafylococus Coagulasa Positivo, Bacilus Cereus* y microorganismos *mesofilos* por encima del rango permitido según la norma INVIMA **(Figura 51).**

Figura 51.
Adherencia al protocolo: agentes identificados en Brotes, Medellín 2018



Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

Figura 52.
Adherencia al Protocolo. Medellín 2018

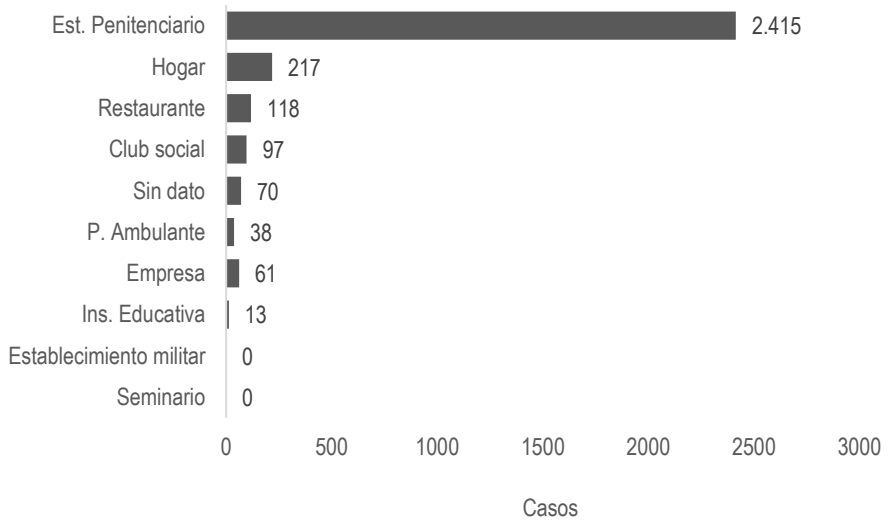


Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2108).

Dentro de los lugares de mayor ocurrencia se reporta que el establecimiento penitenciario donde han tenido ocurrencia varios brotes que han afectado a 2.415 personas privadas de la libertad, seguido del hogar que es donde se presentan más casos tanto individuales como brotes, en tercer lugar se encuentran los restaurantes.

El hogar ocupa un lugar importante en la enfermedad transmitidas por alimentos o agua, esto da cuenta de las falencias en la manipulación, conservación de los alimentos, así como en las inadecuadas prácticas higiénico-sanitarias. Se observa además que existe un gran número de personas que no dan a conocer el sitio de ocurrencia.

Figura 53.
Número de casos de enfermedades transmitidas por alimentos según lugar de consumo u ocurrencia. Medellín 2018

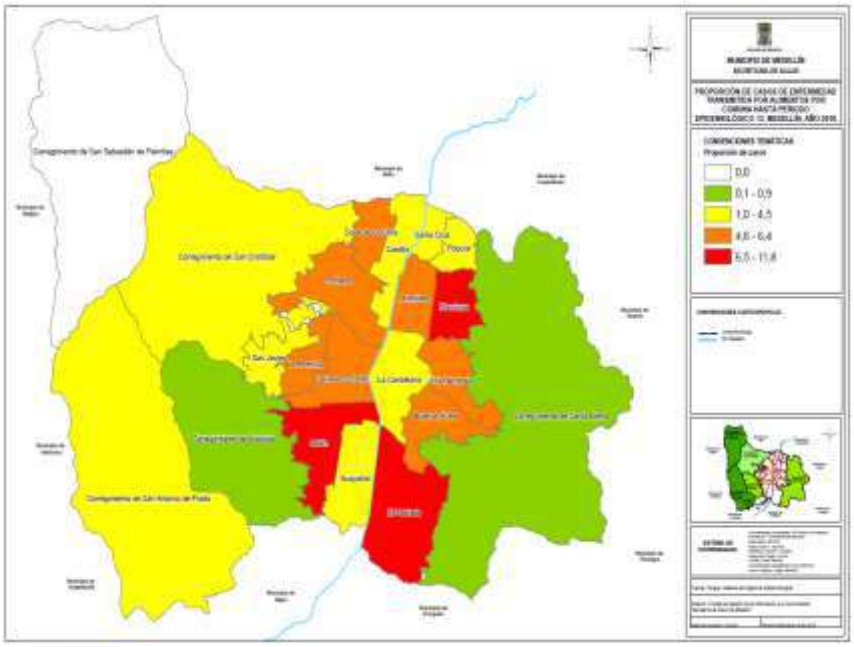


Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

Comparando el acumulado de los años 2015, 2016, 2017 y 2018 podemos observar que el comportamiento del evento en los casos individuales en el 2016 se notificó más casos que en 2015, 2017 y 2018.

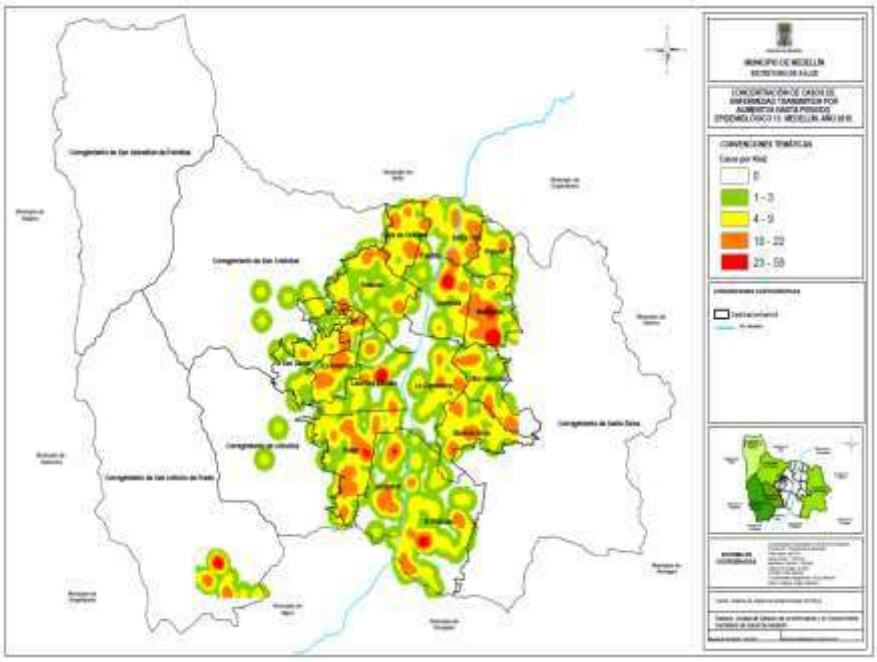
En relación a los brotes en 2015 y 2017 tienen un comportamiento similar al igual que en 2016 y 2018 en el mismo periodo de tiempo. Pero el número de personas afectadas en brotes es mayor este año, se han visto afectadas 2.661personas, un gran número de ellas son personas privadas de la libertad.

Figura 54.
Proporción de enfermedades transmitidas por alimentos o agua según comuna. Medellín 2018



Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

Figura 55.
Densidad de casos de enfermedades transmitidas por alimentos o agua según comuna. Medellín 2016



Fuente: Secretaría de Salud de Medellín (2018).

8.6 Eventos de salud que afectan la piel, relacionados con el aumento de las radiaciones UV

La radiación solar, es indispensable para el funcionamiento biológico de las plantas aéreas y acuáticas, así como el plancton y muchos otros tipos de microorganismos esenciales para la vida en la tierra. La radiación UV de onda más larga (UVA, 400-315 nm) participa en el proceso de síntesis de vitamina D en los seres humanos, sin

embargo, largas y desprotegidas exposiciones a los UVA y a los más escasos UVB, de onda más corta (315-280 nm), son los responsables de problemas graves en la salud tanto de las personas como de otras formas de vida.

La capa de ozono bloquea la mayor parte de los rayos UV más dañinos, sin embargo, la emisión de contaminantes producto de las actividades humanas ha causado la degradación de esta capa, lo que aumenta la intensidad de la radiación UV sobre la superficie de la tierra tanto de UVA como de UVB, especialmente en la zona antártica. La agravada variabilidad climática experimentada en las últimas décadas, provoca que los contaminantes emitidos por actividades antrópicas se esparzan en la atmósfera, ya allí, la radiación UV junto con otros componentes atmosféricos como el agua y el ozono, descomponen las moléculas contaminantes emitidas en la superficie y acortan la vida de dichas partículas, este proceso agota los componentes atmosféricos mencionados y, al mismo tiempo, incrementa la toxicidad de los contaminantes; al gastar componentes como el ozono, la intensidad de la radiación aumenta y este proceso también lo hace, incrementando entonces la toxicidad aún más, y provocando todo tipo de enfermedades respiratorias, cardiacas y mentales (Secretaría de Salud de Medellín, 2018)

La acción normal de la radiación solar en los humanos crea diferentes efectos en su salud, pero además, este proceso natural es indispensable para las labores normales y la funcionalidad del ser humano. Por ejemplo, la distancia que tenga el sol con respecto al planeta, define las estaciones y por ende sus climas, y la alternancia entre día o noche condiciona nuestro reloj biológico, lo que a su vez condiciona el ciclo de sueño, por otra parte, la radiación solar interviene en el

proceso de síntesis de vitamina D, la cual es antirraquítica y permite el buen estado de los huesos; también, la radiación solar produce efectos terapéuticos en diferentes dolencias de la piel, como ejemplo, la psoriasis que es una enfermedad cutánea, mejora notablemente si se tiene una exposición al sol controlada. A pesar de sus beneficios, una exposición excesiva genera daños, los cuales dependen en gran medida de la duración de la exposición al sol. Como se menciona en González *et al.* (2009) las radiaciones ultravioleta, corresponden a los componentes ambientales que poseen mayor incidencia en la inducción de daño al material genético de los seres humanos.

"Datos epidemiológicos y moleculares sugieren la existencia de una estrecha asociación entre el desarrollo de tumores de piel no-melanoma y una excesiva exposición a la radiación ultravioleta de la luz solar" (González *et al.,* 2009). Además, se considera que la radiación UV puede implicarse en los tres estadios de formación de cáncer, inicio, promoción y progresión. El inicio representa la no reparación de fotoproductos originados por radiación UV, los cuales pueden crear mutaciones en oncogenes y genes supresores de tumor (Cabrera y López, 2006) y las células epidérmicas portadoras de estas modificaciones pueden propagarse, mediante la expansión de clones.

De acuerdo con González (2003), a la superficie del planeta Tierra llega solo una fracción del amplio espectro de las radiaciones que pertenecen al sol. De esta fracción, un 5 % son los rayos UVA (con una longitud de onda de 320 y 400 nm), los cuales tienen la capacidad de penetrar el interior de las capas de la piel, se dice que el 39 % de la radiación UVA alcanza a llegar a la dermis. El efecto más

inmediato de este tipo de radiación corresponde a un bronceo. Otro tipo de radiación es la UVB, que corresponde al 0,1 % del total de radiaciones solares, esta radiación posee una longitud de onda inferior (280 a 320 nm) y también una menor capacidad de penetrar la piel. A su vez, la radiación UVB produce quemadura solar y genera la pigmentación conocida como pigmentación indirecta de la piel; para ello, la radiación UVB produce el aminoácido encargado de la pigmentación cutánea, la melanina, la cual llega a la superficie de la piel y se oxida, provocando el oscurecimiento de la piel o quemadura. “Tanto la radiación UVA que provoca la pigmentación inmediata como la UVB que produce la pigmentación tardía conducen a un aumento de la protección natural que la piel experimenta frente a la exposición solar” (González, 2003).

La mayor parte de la radiación que los seres humanos recibimos del sol, corresponde a la radiación infrarroja. Este tipo de radiación tiene un bajo poder energético, el cual genera un bajo poder de penetración de la piel y por ello no produce quemaduras. Esta radiación tiene una longitud de onda de 800 a 5000 nm y a pesar de que no genera grandes efectos nocivos en la piel, puede potenciar los efectos de las anteriores radiaciones, además produce una sensación de calor que ayuda a estimular la circulación sanguínea e interviene en los fenómenos de termorregulación y sudación en los que el organismo produce el ácido urocánico que funciona como un protector natural contra la radiación solar. Adicionalmente, otro tipo de radiación solar corresponde a la visible, la cual tiene bajo poder de penetración sobre la piel y su longitud de onda comprende de 400 a 800 nm; la última de las radiaciones se trata de la radiación UVC, la más nociva para el ser humano, esta radiación no alcanza a llegar a la superficie de la Tierra ya que es

absorbida por la capa de ozono (González, 2003).

La intensidad de la radiación solar, de acuerdo a González (2003), depende de la altitud con relación a la superficie terrestre (aumenta un 20 % por cada 1.000 metros de altitud), de la estación del año, de la latitud (en el Ecuador los rayos inciden de forma perpendicular), de la difusión de la radiación y los efectos de la reflexión (en presencia de la nieve por ejemplo, existe una reflexión mayor (85 %) que en la arena (17 %) y que en el césped (3 %), de las horas de mayor riesgo de quemadura (las cuales corresponden a la incidencia perpendicular de los rayos del sol en la superficie), y de la contaminación pues esta reduce la intensidad de radiación.

Con relación a los efectos dañinos en la piel causados por estos tipos de radiaciones, mencionan González *et al*. (2009) que las radiaciones UVA Y UVB generan la patogénesis de enfermedades fotosensibles como el eritema, la erupción polimórfica por la luz, la inmunosupresión, el fotoenvejecimiento y la fotocarcinogénesis, pero la radiación UVB tiene mil veces mayor capacidad de quemar y producir daño genotóxico. “La acumulación de daño en el DNA da lugar a la acumulación de mutaciones en genes vitales, como aquellos que juegan un papel esencial en mantener la homeostasis y la integridad del genoma, por ejemplo el gen p53 supresor de tumores” (González *et al*., 2009).

La radiación UVA por ejemplo, es la causante del envejecimiento prematuro de la piel o fotoenvejecimiento (la elastosis cutánea en zonas como la cara, cuello, escote), esto ocurre a pesar de que no es causante de quemaduras. Este fenómeno se caracteriza por presentar una piel engrosada, arrugas, manchas o zonas

hiperpigmentadas y una resequedad cutánea con los poros dilatados, efectos que son acentuados con la edad, y la intensidad y frecuencia de la radiación a la que se encuentre expuesta la persona. Esta anomalía es causada debido a la acumulación de una elastina anormal, por la alteración del material genético. El fotoenvejecimiento se presenta especialmente en aquellas personas que permanecen expuestas al sol durante largos periodos y altera las fibras de colágeno, las cuales pierden la capacidad de fijar el agua a la piel, lo que favorece el descolgamiento y la flacidez (González, 2003).

Otro de los efectos relacionados con la radiación UVA corresponde a la necrosis de las células endoteliales, según González *et al*. (2009). Este proceso daña los vasos sanguíneos dérmicos, además, puesto que este tipo de radiación puede dañar al DNA en su estructura y daña el sistema inmunológico, puede fomentar la formación de cáncer.

Como lo menciona González (2003), la radiación UVB por su parte, además de causar quemaduras solares o eritema solar, disminuye la defensa del sistema inmunitario en la zona expuesta a esta radiación y en todo el organismo en general. También altera la función de las células que contienen antígenos, incrementa la formación de los mediadores inmunorreguladores o citosinas y produce cambios en la circulación de los linfocitos, lo que activa los linfocitos T, supresores de antígenos. Estas acciones sobre el organismo también se relacionan con las reacciones fototóxicas originadas por la interacción de la radiación con algunas sustancias químicas presentes en el organismo, como los perfumes y los medicamentos. Además, como lo dicen González *et al*. (2009), un efecto típico de este tipo de

radiación corresponde a la formación de estrés oxidativo con la producción de radicales libres.

También hay que destacar el papel que desempeñan las radiaciones solares en la formación de los radicales libres, moléculas muy activas derivadas del oxígeno responsables de la producción de reacciones en cadena, que producen daños irreversibles en numerosas moléculas y estructuras celulares fundamentales para la vida de las células del organismo. Ya son ampliamente conocidos los efectos dañinos de los radicales libres en las proteínas, los lípidos de la membrana celular e incluso en el material genético o los ácidos nucleicos (González, 2003).

Añadiendo a las consecuencias de cada tipo de radiación descrito anteriormente, es necesario considerar que los tipos de piel influyen ampliamente en la vulnerabilidad o no de la persona, frente a las enfermedades o anomalías causadas debido a la radiación solar. Por ello, González (2003) identifica los distintos tipos de piel. “Los fototipos indican el límite de la tolerancia cutánea a la radiación ultravioleta en función de las características propias de cada tipo de piel” (González, 2003). El fototipo I es una piel clara que no se encuentra adaptada a los procesos de bronceo y por ello, en los momentos de exposición a la radiación solar, se quema con mucha facilidad (solo se necesita de diez minutos de exposición al sol para quemarse), debido a esto, este tipo de piel debe ser protegido con un factor de protección extremo (FP de 60).

Por su parte, el fototipo II, dice González (2003), es aquel tipo de piel blanca, con ojos pardos o azules y cabello castaño o rubio, se trata de una piel susceptible a

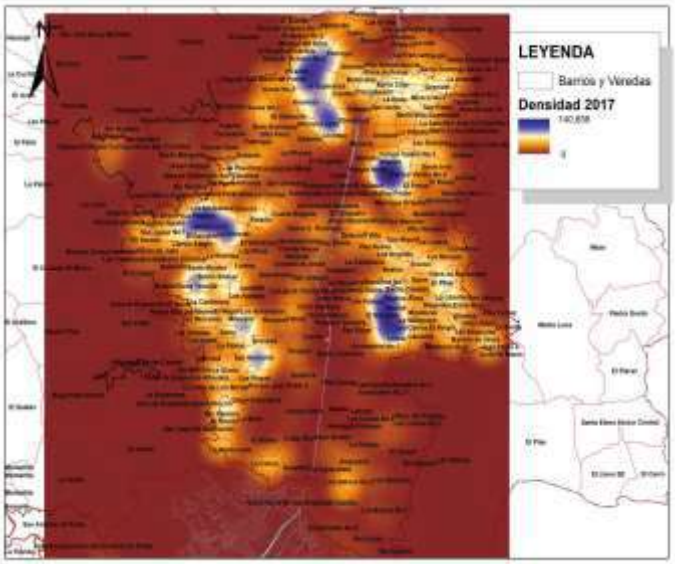
quemarse con facilidad, al igual que el fototipo I, pero esta se quema en un lapso de quince a veinte minutos de sol y es ligeramente bronceada. Su factor de protección adecuado es por encima de 30. El factor de protección corresponde a la cantidad de veces superiores (relacionadas al tiempo) en que una persona puede estar expuesta al sol, con el mismo efecto sobre la piel, al tener un producto protector aplicado, comparado con el hecho de que estuviera expuesto al sol sin usar ningún filtro protector.

El fototipo III es de piel clara, de ojos y cabellos castaños que no son susceptibles a quemarse con facilidad, aunque presentan quemaduras moderadas al principio de la exposición solar y se broncean fácilmente. Este fototipo requiere un factor de protección superior a 15.

De acuerdo con González (2003) el fototipo IV corresponde a una piel mediterránea, la cual tiene cabello y ojos castaños u oscuros. No se quema en todas las ocasiones de exposición solar, pero presenta una intensa pigmentación cuando se quema. Requiere una protección con un factor entre 6 y 8 a pesar de que no se quema continuamente, esto para evitar el fotoenvejecimiento. El fototipo V, según González (2003) es aquel que se caracteriza por tener una piel morena de ojos y pelo oscuro. Raramente se queman y su bronceado es intenso, rápido y muy persistente. Requiere protección entre 2 y 6. Por último, el fototipo VI es de raza negra con ojos y cabello oscuro; es una piel que no se quema y tampoco se oscurece en presencia del sol y por tanto requieren protección mínima, o en ocasiones no precisan protección.

Otro factor supremamente importante, el cual influye en las patologías causadas por la exposición a la radiación solar, corresponde a la edad. “Las pieles maduras, especialmente a partir de los 50 años de edad, son muy sensibles a las radiaciones solares por lo que necesitan un factor de protección elevado, generalmente por encima de 30” (González, 2003). Además, en este tipo de piel, es necesario prestarle atención especial a la hidratación de la piel, con el fin de mejorar las condiciones de firmeza, regeneración y humedad de los poros. Realizando un análisis exploratorio del comportamiento del melanoma en Medellín, vemos que hay un patrón de concentración de la distribución de los casos de prevalencia consultada, los barrios donde se presenta el mayor número de enfermos están ubicados en su orden: Campo Brasilia, Campo Valdez, San Pedro, Santa Lucía, La Pradera, La Floresta, El Salvador, Gerona, Loreto.

Figura 56.
Distribución espacial de los casos de melanoma en la ciudad de Medellín en el año 2017

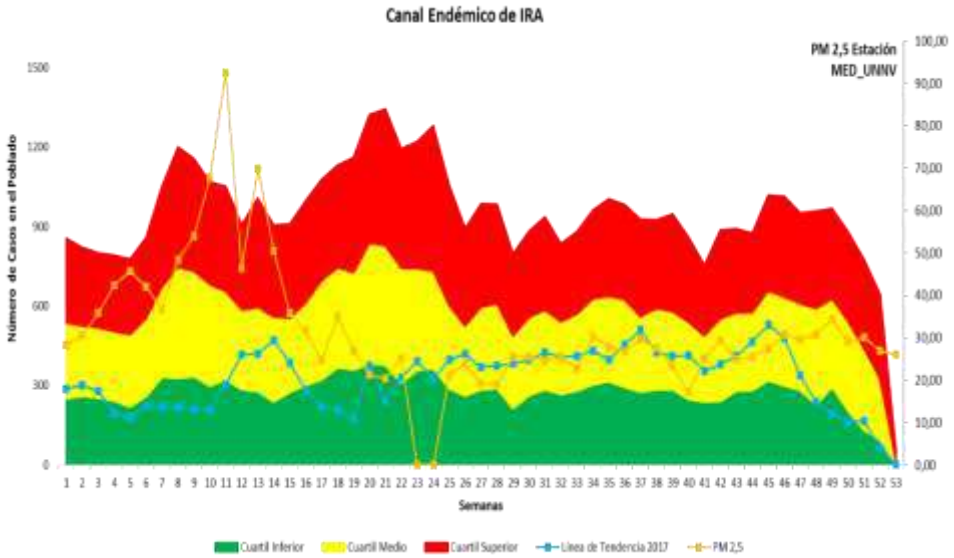


Fuente: elaboración equipo profesional y técnico Universidad de Medellín a partir de Secretaría de Salud de Medellín (2018).

8.7 Eventos respiratorios agudas de las vías inferiores y superiores, asociadas a la contaminación atmosférica

En Medellín, a través del seguimiento a la prevalencia de consultas para infección respiratoria aguda, se muestra en la siguiente gráfica la tendencia por semanas para el año 2017 y el comportamiento de la contaminación ambiental, se puede observar una posible relación entre el aumento de las enfermedades respiratorias agudas y el aumento de los picos de PM2.5 especialmente en los meses de marzo y abril.

Figura 57.
Canal endémico para el evento de IRA

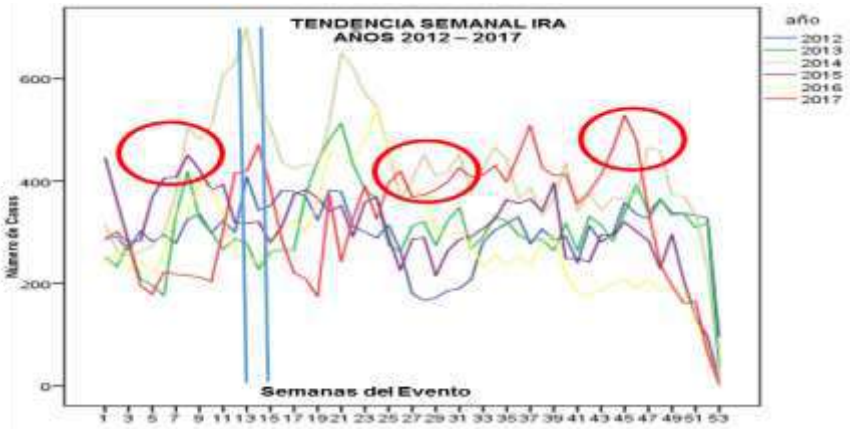


Fuente: elaboración del equipo profesional Universidad de Medellín a partir de Secretaría de Salud de Medellín (2018).

En el comportamiento multianual se identifican variaciones en las series, aunque en algunas semanas se presentan picos excesivos, no se presenta ninguna tendencia predominante. Se evidencia una variación coincidente con predominancia en el aumento de casos para los años 2013-2016 en la semana 7, seguidos por un aumento en los eventos para las semanas 13-15, y con un pico alto para las semanas 14 y 21 en 2014, 2016 y 2017. Para las semanas 43-51, correspondientes al mes de octubre se presenta un aumento en el número de casos para la serie analizada (excluyendo el 2016), octubre, según datos del IDEAM, es el que presenta

la tendencia más alta en el reporte de mayor número de días con lluvia. Finalmente, los casos disminuyen en su reporte para las semanas 49-53.

Figura 58.
Tendencia mensual en cada año de los eventos



Fuente: elaboración del equipo profesional Universidad de Medellín a partir de Secretaría de Salud de Medellín (2018).

8.8 Eventos en salud asociadas a los cambios de la temperatura con la producción de islas de calor, especialmente en áreas urbanas

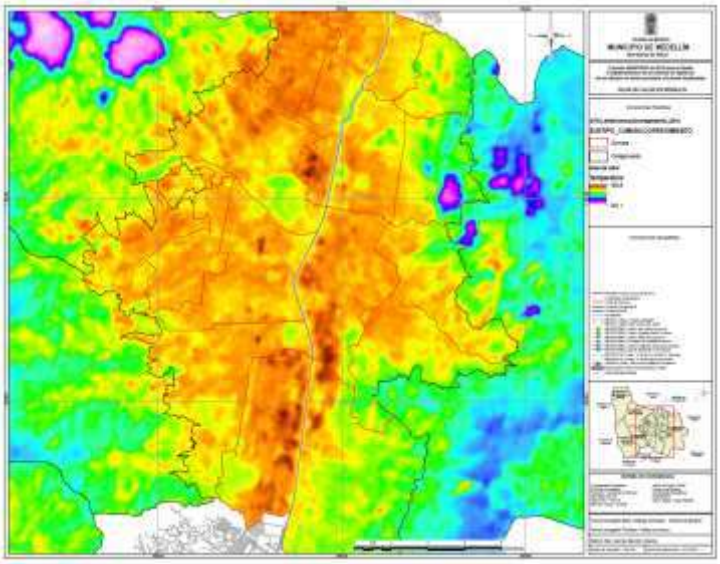
En prácticamente todas las áreas urbanas del mundo se presenta el fenómeno de isla de calor urbana (ICU), la cual es el incremento de la temperatura media y máxima ambiental de una zona urbana con respecto a los sitios aledaños causada por el reemplazo de vegetación natural por edificios, carreteras y demás tipos de infraestructura artificial. Este efecto es más severo en ciudades grandes, pero la

intensidad, periodicidad, características, tiempos de aparición y comportamiento dependen de los factores geográficos, climáticos, topográficos, antrópicos, atmosféricos y físico-químicos de cada ciudad en particular. A pesar de estas diferencias, los impactos de las ICU son muy similares en cuanto al aumento de la temperatura y riesgos para la salud humana por cuenta de las olas de calor.

Si bien la razón de la formación de islas de calor difiere de ciudad en ciudad, en términos generales, las superficies artificiales (sobre todo el concreto y el asfalto) poseen un albedo mucho más bajo que el de las superficies naturales, lo que hace que el calor de la luz solar en forma de radiación UV e infrarroja sea absorbida y almacenada en lugar de ser reflejada y disipada y, más tarde, en el día o en la noche, se libera en forma de calor residual. Este efecto de retención y liberación lenta de calor, combinado con el efecto de la emisión de contaminantes y calor residual de las actividades humanas y con las temperaturas crecientes, afecta seriamente la habitabilidad y sostenibilidad ambiental de las ciudades, especialmente en el ámbito de la salud pública , pues, como se dijo previamente, las altas temperaturas tienen un impacto negativo en la salud de los habitantes de una región, y si a esto se le suma el efecto de la ICU, se tiene un riesgo mucho mayor para una gran parte de la población (Secretaría de Salud de Medellín, 2018).

A partir de la construcción del sistema de vigilancia de salud ambiental y el análisis de información de variables climáticas, se realizaron de forma exploratoria la identificación de las posibles islas de calor en la ciudad de Medellín, como se observa en el siguiente mapa, donde puede identificarse claramente la zona del centro y sur, y otra zona en Castilla.

Figura 59.
Identificación de islas de calor en Medellín

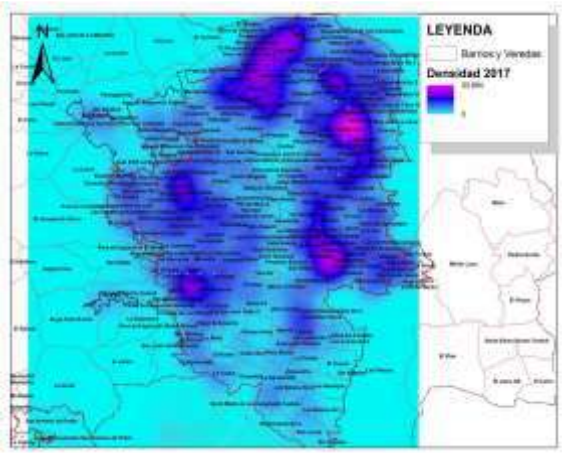


Fuente: elaboración del equipo profesional Universidad de Medellín a partir de Secretaría de Salud de Medellín (2018).

El golpe de calor es una condición atribuida al aumento anormal en la temperatura del ambiente. La población del mundo ubicada en zonas con estaciones se ve más afectada por este fenómeno, sin embargo, con el cambio climático y la variabilidad climática se ha observado que también está teniendo un efecto mayor en zonas relativamente estables como las presentes en la región ecuatorial. Si bien el número de casos reportados en la ciudad de Medellín atribuidos a golpes de calor es bajo, se espera que en momentos de El Niño estos se vean incrementados, es necesario contar con mayor cantidad de información para generar algún tipo de conclusión al respecto, tanto desde el punto de vista espacial como temporal. En la **Figura 60** se

puede apreciar la distribución espacial de los casos de golpe de calor en Medellín (Secretaría de Salud de Medellín, 2018).

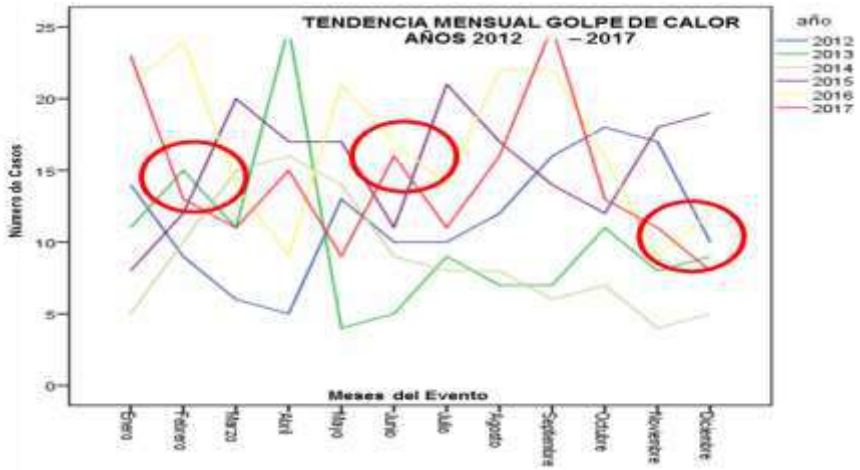
Figura 60.
Distribución espacial de los casos de Golpe de Calor en la ciudad de Medellín en el año 2017



Fuente: elaboración del equipo profesional Universidad de Medellín a partir de Secretaría de Salud de Medellín (2018).

Realizando un análisis exploratorio del comportamiento de la tendencia de los casos, se identifican variaciones con respecto al aumento en el reporte de número de casos para los meses de marzo y abril con temperaturas máximas de 28 a 29 °C, 4 y 5 horas día de brillo solar y humedad relativa de 67 % a 69 %, junio-julio temperaturas máximas de 28 a 29 °C, 5 y 6,5 horas día de brillo solar y humedad relativa de 65 % a 63 %.

Figura 61.
Tendencia mensual en cada año de los eventos de golpe de calor consultados

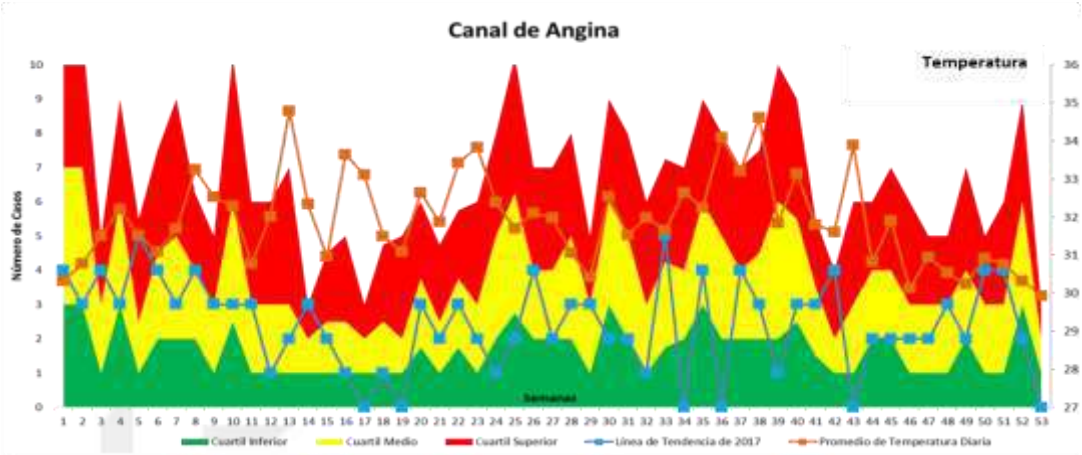


Fuente: elaboración del equipo profesional Universidad de Medellín a partir de Secretaría de Salud de Medellín (2018).

Otro de los eventos que puede estar asociados al aumento de la temperatura y exposición a islas de calor son las complicaciones cardiovasculares, una de ellas la angina, en el análisis exploratorio de la prevalencia consultada por urgencias y hospitalización por este evento en la ciudad de Medellín entre 2012 y 2017, se encuentra que el 73,8 % se presenta en personas mayores de 60 años. Comparando el comportamiento diario del evento con la temperatura, encontramos que coincide el aumento de reporte de número de eventos para las semanas 12 y 13 correspondientes a marzo-abril, y las de 35-37 correspondiente a agosto-septiembre. Aunque el análisis estadístico de la correlación entre la angina y los aumentos de la temperatura, es necesario desarrollar análisis de mayor profundidad

y territoriales en especial en las zonas ya identificadas como islas de calor en Medellín.

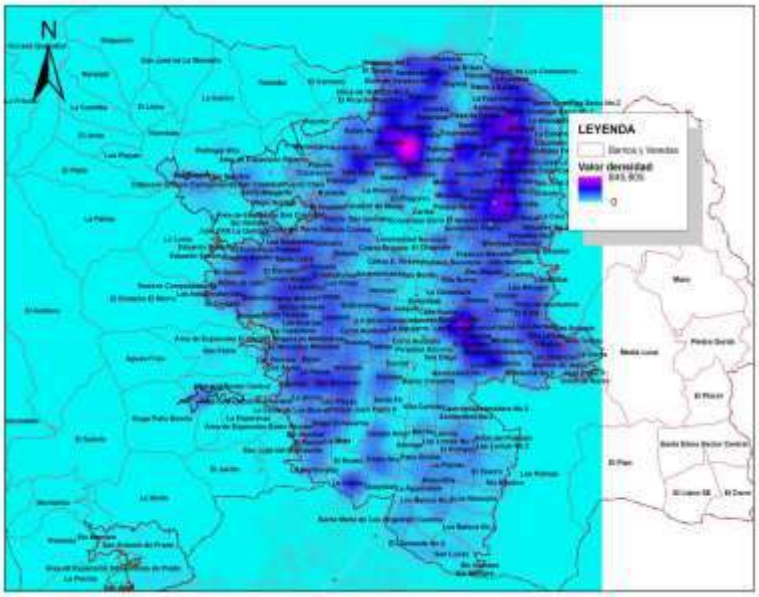
Figura 62.
Canal endémico para el evento de angina de pecho.



Fuente: elaboración del equipo profesional Universidad de Medellín a partir de Secretaría de Salud de Medellín (2018).

Así mismo, en la **Figura 63** se pueden observar la distribución y las densidades de la angina de pecho en la ciudad del Medellín para el 2017, la tendencia es marcada, con una distribución de los casos con aglomeraciones con *cluster* en las comunas 1, 2, 5 y 6. En el caso de la angina de pecho hay una mayor aglomeración de pacientes en los barrios Kennedy, Alfonso López, La Esperanza y Castilla.

Figura 63.
Distribución espacial de los casos de angina de pecho en la ciudad de Medellín en el año 2017



Fuente: elaboración del equipo profesional Universidad de Medellín a partir de Secretaría de Salud de Medellín (2018).

9. Adaptación en salud al cambio climático

En este capítulo se presenta la caracterización y mapeo de actores realizada en el marco de la construcción de la Política Integral de Salud Ambiental (PISA), la cual se realizó entre 2018 y 2019, por medio de una contratación con la Universidad de Medellín, la cual se realiza de forma participativa e intersectorial. La PISA incluye como una línea estratégica el cambio climático, y si se considera la vinculación que esta línea tiene con las demás líneas de salud ambiental, esta caracterización y el análisis de sus relaciones, fuerzas e influencias sobre el cambio climático es relevante. Dentro del análisis y resultados se extraerán los actores sectoriales e intersectoriales vinculados a la adaptación al CYVC.

9.1 Metodología

La caracterización de actores, también conocida como mapas sociales o sociogramas, a través del uso de esquemas, es un análisis que representa la realidad social del sistema de estudio, además de percibir la extensión más compleja posible y establecer estrategias de cambio para la realidad así comprendida. Es necesario conocer el papel, las acciones y los objetivos de los actores en el sistema y su perspectiva en escenarios futuros, para la vinculación estratégica dentro de los procesos o dinámicas desarrolladas.

Se fundamenta en una adaptación de la metodología propuesta por el Ministerio de Protección Social, la cual se trata de una herramienta analítica que hace énfasis en:

- Especificación de los roles a partir de las competencias y potencialidades.

- Caracterización del rol de cada actor con relación a la posición, interés e influencia sobre cada una de las líneas estratégicas.
- La influencia del actor sobre otras entidades y la dependencia del mismo respecto al resto de actores.

Se basa en los resultados obtenidos en el diagnóstico a través de un análisis de los actores institucionales, comunitarios, académicos, el sector industrial y de servicios, junto con las organizaciones no gubernamentales (ONG). Posteriormente, se determinan sus roles, competencias y potencialidades y se identifican los principales actores vinculados a la política integral en salud ambiental, de igual manera se analizan los intereses, la posición e influencia a partir de las siguientes condiciones:

- Análisis desde lo programático, estratégico, la estructura, intereses, interacción y conflictos del conjunto de actores involucrados.
- Entendimiento de la estructura y las relaciones de liderazgo, poder y decisión dentro del sector en sus diferentes ámbitos y niveles.

A partir de este análisis se adoptan dos categorías, la primera hace referencia a las relaciones predominantes entre los actores y, la segunda, a los niveles de poder o influencia sobre otros actores, el objetivo es reconocer las principales funciones de los actores, así como identificar las posibles acciones que podrían desarrollar, perfilando una red de alianzas interinstitucionales en relación con la salud ambiental.

En el mapeo se analiza la posición, interés e influencia de los distintos actores (Ministerio de Salud y Protección Social, 2011) y el análisis de los involucrados en el proceso, como una herramienta del enfoque de marco lógico utilizada en esta etapa de diagnóstico y diseño, aplicándose en función de los siguientes aspectos:

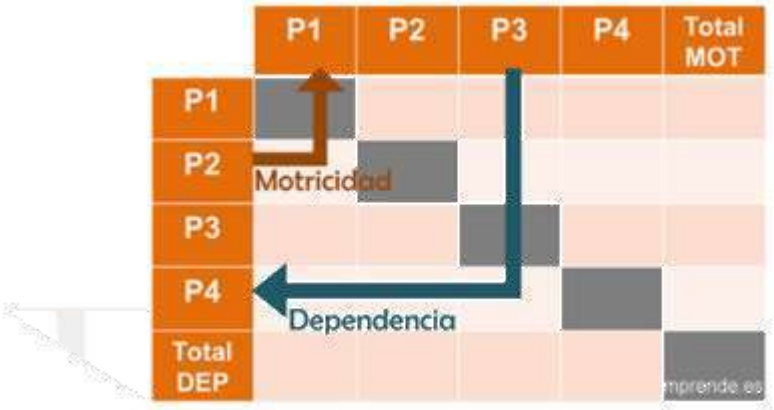
- Identificación del alcance o nivel de influencia de los actores y su ubicación.
- Identificación de los actores (sector que ejerce influencia).
- Identificación de la función que desempeña el actor.
- Identificación de las acciones de los actores para definir las estrategias, planes y proyectos mediante la integración de las redes.

La *matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación* (Micmac®) es un *software* útil para la caracterización de actores, el cual ofrece la posibilidad de describir un sistema con ayuda de una matriz que relaciona todos los elementos constitutivos, determinando las influencias y dependencias directas entre los actores. También permite la participación y reflexión colectiva, mediante la vinculación de cada uno de los actores en la política integral en salud ambiental, como mecanismo de gobernabilidad y gobernanza.

Por medio de una matriz de doble entrada, se aprecia la interrelación de los actores, se indica la influencia que pueden tener aquellas que están ubicadas en la fila, sobre las que están en la columna (Ministerio de Salud y Protección Social, 2011). Estas pueden ser de tres clases:

- Influencia directa: en este caso un actor, denominado P1, genera motricidad o influye sobre un actor denominado P2, es decir, cuando cualquier cambio modifica al actor P1, modifica también al actor P2.
- Influencia indirecta: en este tipo de influencia, si el actor P1 afecta al actor P2, y si P2 a su vez afecta al actor P3, entonces se puede afirmar que el actor P1 influye indirectamente sobre el actor P3.
- Dependencia: el actor P3 ubicado en la columna, depende de P4 localizado en la fila.

Figura 64
Matriz de análisis estructural de la MICMAC



Una vez consolidada la matriz con las respuestas de los actores identificados para el proceso, se realizó un posicionamiento de influencia directa e indirecta, donde se presenta el papel de los mismos en el sistema. En la primera parte se establecen los actores de entrada y salida, así:

- Actores de entrada: ubicados en la parte superior izquierda, de motricidad o influencia fuerte, baja dependencia y determinan el funcionamiento de la política.
- Actores de salida: ubicados en la parte de abajo y a la derecha, quienes dan cuenta de los resultados y del funcionamiento de la política, son poco influyentes y muy dependientes, también se les llama actores sensibles y se asocian a indicadores.

En segundo lugar, el plano ubica los actores entre los influyentes y dependientes, localizados en la diagonal estratégica así:

- Actores autónomos: se encuentran ubicados cercanos al origen, presentan baja influencia y baja dependencia.
- Actores objetivo: presentan una combinación entre un bajo nivel de influencia y de dependencia.
- Actores clave: se ubican en la zona superior derecha, presentan alta influencia y son muy dependientes, establecen el funcionamiento normal del sistema y lo sobredeterminan.

En tercer lugar, están los actores situados en la parte superior derecha del plano de influencia y dependencia, así:

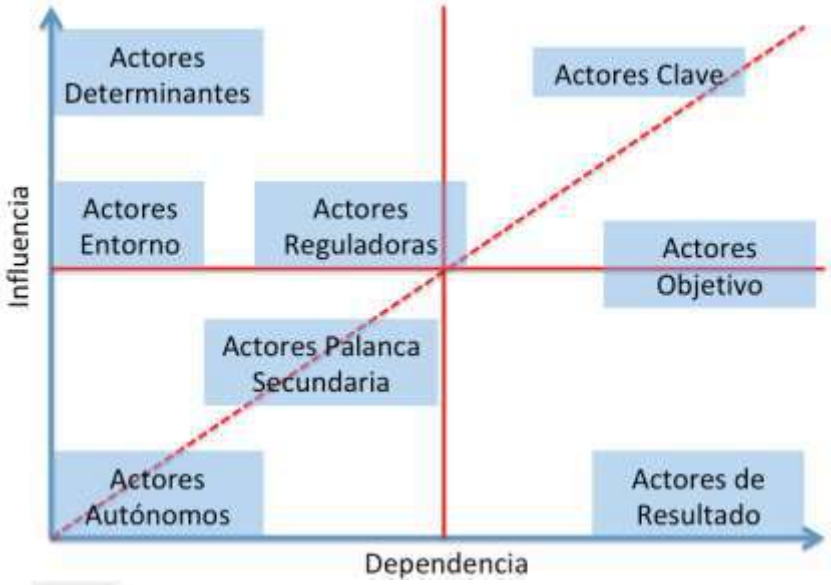
- Actores determinantes: se ubican en la zona superior izquierda, son poco dependientes y muy influyentes, según la evolución de la política integral en salud ambiental se establecen como el motor del sistema.

- Actores entorno: se sitúan en la parte superior media del costado izquierdo del plano, presenta baja dependencia y mediana influencia.
- Actores reguladores: situados en la zona central del plano, se convierten en los actores conectores para alcanzar el cumplimiento de las metas, determinan la funcionalidad de la política.
- Actores tipo palanca secundaria: producen la dinámica de evolución de la política, son de baja influencia y media dependencia.
- Actores resultado: se caracterizan por su baja influencia y alta dependencia, y suelen ser, junto con los actores objetivo, los indicadores descriptivos de la evolución de la política. Se trata de actores que no se pueden abordar directamente, sino a través de los que dependen en el sistema.

Mediante talleres participativos con los actores identificados, se utilizó el aplicativo Mentimeter®, el cual permite recopilar de forma cuantitativa, la influencia y la dependencia entre los mismos.

Diseño del cuestionario: es el instrumento básico empleado para la participación por encuesta, que se puede definir como el documento que recoge de forma organizada los indicadores de las variables. Las preguntas se presentan de manera neutral para que no generen tendencias o influyan en la respuesta de los sujetos, introduciendo sesgos que impiden el conocimiento de la verdadera opinión de los encuestados.

Figura 65.
Clasificación de actores y su ubicación de acuerdo con la influencia y dependencia



Fuente: elaboración propia a partir de Godet (2007).

Organización del trabajo de campo: una vez identificados los diferentes actores, se convocó por sectores al desarrollo de los veinte talleres, de una duración de cuatro horas cada uno de ellos, en donde se valoró el rol de cada actor dentro de la dinámica sectorial y la relación de cada uno de estos con las ocho líneas estratégicas, para la política integral en salud ambiental, incluyendo la línea de cambio climático.

Obtención y tratamiento de los datos: por medio de una guía de trabajo desarrollada mediante entrevistas, se consiguió información frente a los tópicos establecidos con

los actores, a través del aplicativo Mentimenter®; el cual permite la generación de información en tiempo real, a partir de la calificación y valoración de los asistentes a los talleres.

Análisis de los datos e interpretación de los resultados: la información cuantitativa generada desde el aplicativo Mentimenter®, producto de las entrevistas, se sintetizó en matrices analíticas y se procesaron estadísticamente los datos obtenidos.

9.2 Resultados

9.2.1 Caracterización de actores

A partir de la metodología explicada anteriormente y desarrollada durante la agenda de trabajo, y dada la interdisciplinariedad de los actores, se generaron diversas respuestas según el sector del que proveían los mismos. Es necesario aclarar que los porcentajes de los resultados que se muestran a continuación, representan el número de votos, más no de asistentes

Industrias y gremios

En el taller realizado con la participación del sector industrial y gremios, se determinó que seis asistentes se identificaron en tres roles a saber: planeador (33 %, correspondiente a 2 votos), ejecutor (33 %, 2 votos) y de participación (33 %, 2 votos). Posterior a la definición de los roles, se encontró que este grupo percibe un grado de desarrollo medio en las competencias de:

- Conocimiento de la regulación en ambiente.

- Capacidad de análisis, abstracción y síntesis en el área de salud ambiental.
- Procesamiento de la información proveniente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Dominio de conceptos, enfoque y teorías.
- Consolidación de referentes técnicos.
- Identificación de escenarios de participación.

En relación con las potencialidades, los convocados consideraron con una calificación media, las siguientes:

- Capacidad de liderazgo.
- Procesos organizacionales estandarizados, efectivos y eficientes.
- Movilización y capacidad de convocatoria para procesos y actores.
- Mecanismos de seguimiento-evaluación.
- Cohesión social, grupal y comunitaria.

Empresas prestadoras de servicio

En el encuentro se determinó, que cuatro participantes se identificaron en los roles: cooperador (29 %, 2 votos); en tanto que los roles de control, ejecutor, dinamizador del conocimiento, administrador y participante obtuvieron 1 voto cada uno correspondiente al 14 %.

Una vez los participantes al taller definieron los roles, se indagó por el grado de desarrollo en las diferentes competencias, encontrándose una alta calificación de las siguientes:

- Conocimiento de la regulación del ambiente.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Dominio de conceptos, enfoques y teorías.
- Consolidación de referentes técnicos.

Los participantes en el taller consideraron que el grado de desarrollo de potencialidades es alta en cuanto a:

- Suficiencia, cualificación y actualización permanente.
- Procesos organizacionales estandarizados, efectivos y eficientes.
- Gestión de recursos económicos y técnicos.
- Optimización de recursos.

Organizaciones no gubernamentales (ONG)

En el taller realizado con la participación del sector de ONG, tres asistentes seleccionaron cuatro roles, de la siguiente manera: rol de participante con un 43 %, que corresponde a 3 votos; de ejecutor con un 29 %, que equivale a 2 votos; de control 1 voto que representa el 14 % al igual que el rol de veedor (14 %).

Posterior a la identificación de los roles, se indagó por el grado de desarrollo de diferentes competencias, encontrándose una calificación media:

- Identificación de contextos de intervención.
- Capacidad para identificar, planear y resolver problemas.
- Identificación de planes, programas y proyectos.
- Dominio de procesos técnicos, sociales y políticos.

- Identificación de escenarios de participación.

Los participantes en el taller consideraron que el grado de desarrollo de potencialidades es medio en:

- Capacidad de liderazgo.
- Resolución de conflictos.
- Suficiencia, cualificación y actualización permanente.
- Movilización y capacidad de convocatoria a procesos y actores.
- Gestión de recursos económicos y técnicos.
- Sistematización y diseminación de experiencias exitosas.
- Grupos y redes de investigación consolidados.
- Cohesión social, grupal y comunitaria.

Academia

El taller en el que se convocó al sector académico presenta el resultado de la identificación de roles de los 36 asistentes: generador de conocimiento (29 %, equivalente a 14 votos), dinamizador de conocimiento (21 %, 10 votos), de participante (19 %, 9 votos) y con un (13 %, 6 votos) el rol de cooperador.

Una vez los participantes identificaron sus roles se les consultó por el grado de desarrollo de diferentes competencias, encontrándose una calificación alta en:

- Conocimiento de la regulación en ambiente.
- Conocimiento de la regulación en salud.
- Capacidad de análisis, abstracción y síntesis en el área de salud ambiental.

- Desarrollo de procesos de investigativos.
- Procesamiento de la información proveniente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Identificación de planes, programas y proyectos.

La academia consideró que el grado de desarrollo de potencialidades es alta en cuanto a:

- Grupos y redes de investigación consolidados.
- Procesos de comunicación y publicidad de producción científica.
- Capacidad de liderazgo.
- Resolución de conflictos.
- Suficiencia, cualificación y actualización permanente.
- Procesos organizacionales estandarizados, efectivos y eficientes.
- Trabajo en red institucional.
- Sistematización y diseminación de experiencias exitosas.
- Actualización de procesos.
- Cohesión social, grupal y comunitaria.

Institucionales

El taller en el que se convocó al sector institucional, contó con 39 personas distribuidas en dos sesiones con los resultados que se presentan a continuación.

Panel A: con 25 asistentes, el 20 % (17 votos) se identificaron con el rol de participante, seguido de un 15 % (13 votos) en el rol de control, en tercer lugar, con

un 13 % (11 votos) se definieron por el rol de planeador y de igual manera para el de ejecutor.

Panel B: con 14 asistentes, el 16 % (12 votos) se identificaron con el rol de participante y con un 14 % (11 votos) en el rol de cooperador.

Una vez los participantes del taller definieron los roles, se indagó por el grado de desarrollo de diferentes competencias, encontrándose para el panel A una calificación media en cuanto a:

- Identificación de planes, programas y proyectos.
- Conocimiento de la regulación en ambiente.
- Conocimiento de la regulación en salud.
- Conocimiento de la regulación en salud ambiental.
- Identificación de contextos de intervención.
- Activación de rutas de atención, protocolos e intervenciones.
- Capacidad de análisis, abstracción y síntesis en el área de salud ambiental.
- Procesamiento de la información proveniente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Dominio de procesos técnicos, sociales y políticos.
- Dominio de conceptos, enfoques y teorías.
- Desarrollo de procesos investigativos.
- Consolidación de referentes técnicos.
- Identificación de escenarios de participación.

En cuanto al panel B, los participantes calificaron con un valor alto, el grado de desarrollo de las siguientes competencias:

- Identificación de planes, programas y proyectos.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Conocimiento de la regulación en ambiente.
- Dominio de conceptos, enfoques y teorías.
- Identificación de escenarios de participación.

Los participantes del sector institucional panel A, determinaron con una calificación media el grado de desarrollo de las siguientes potencialidades:

- Suficiencia, cualificación y actualización permanente.
- Capacidad de liderazgo.
- Resolución de conflictos.
- Optimización de recursos.
- Procesos organizacionales estandarizados, efectivos y eficientes.
- Trabajo en red institucional.
- Movilización y capacidad de convocatoria a procesos y actores.
- Actualización de procesos.
- Mecanismos de seguimiento-evaluación.
- Cohesión social, grupal y comunitaria.

En esta misma temática, el panel B valoró con una calificación alta, el grado de desarrollo de las siguientes potencialidades:

- Capacidad de liderazgo.

- Optimización de recursos.
- Resolución de conflictos.

Comunitario

El taller en el que se convocó al sector comunitario se desarrolló con 89 personas en total, distribuidas en tres sesiones con 45 participantes en el panel A y 22 asistentes tanto en el panel B como en el C.

Los asistentes al panel A se identificaron con el rol de participante en un 20 % (37 votos), seguido por el de veedor con un 18 % (33 votos) y el de dinamizador de conocimiento con un 15 % (27 votos).

En cuanto al panel B, el 17% (15 votos) de los convocados consideró que su perfil se ajustaba al rol de participante, en tanto que el 15 % (13 votos) se identificaron con el rol de dinamizador de conocimiento.

En el panel C el rol veedor ciudadano tiene un porcentaje de identificación del 56 % (14 votos), en segunda posición se encuentra el rol de participante con 20 % (5 votos).

Una vez definidos los roles, se consultó por el grado de desarrollo de diferentes competencias, encontrándose para el panel A una calificación media de desarrollo en cuanto a:

- Identificación de planes, programas y proyectos.

- Conocimiento de la regulación en ambiente.
- Conocimiento de la regulación en salud.
- Conocimiento de la regulación en salud ambiental.
- Identificación de contextos de intervención.
- Capacidad de análisis, abstracción y síntesis en el área de salud ambiental.
- Procesamiento de la información proveniente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Dominio de procesos técnicos, sociales y políticos.
- Dominio de conceptos, enfoques y teorías.
- Desarrollo de procesos investigativos.
- Consolidación de referentes técnicos.
- Identificación de escenarios de participación.

Frente a este mismo tópico se encontró que en el panel B, los participantes calificaron con un valor alto el grado de desarrollo de las competencias:

- Capacidad de análisis, abstracción y síntesis en el área de salud ambiental.
- Dominio de procesos técnicos, sociales y políticos.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Procesamiento de la información proveniente de fuentes diversas.
- Identificación de planes, programas y proyectos.

En el panel C los asistentes valoraron con calificación media el grado de desarrollo de las siguientes competencias:

- Conocimiento de la normatividad ambiental.

- Identificación de planes, programas y proyectos.
- Identificación de escenarios de participación.
- Identificación de necesidades y problemáticas.
- Identificación y realización de procesos e intervenciones colectivas.

Los participantes del panel A determinaron con una calificación media el grado de desarrollo de las siguientes potencialidades:

- Capacidad de liderazgo.
- Resolución de conflictos.
- Suficiencia, cualificación y actualización permanente.
- Procesos organizacionales estandarizados, efectivos y eficientes.
- Capacidad de antelación, proyección y retrospección.
- Movilización y capacidad de convocatoria a procesos y actores.
- Gestión de recursos económicos y técnicos.
- Cohesión social, grupal y comunitaria.
- Mecanismo de seguimiento-evaluación.
- Actualización de procesos.
- Optimización de recursos.
- Procesos de comunicación y publicación de producción científica.
- Sistematización y diseminación de experiencias exitosas.

En esta misma temática, el panel B valoró con una calificación media el grado de desarrollo de las siguientes potencialidades:

- Capacidad de liderazgo.

- Resolución de conflictos.
- Procesos organizacionales estandarizados, efectivos y eficientes.
- Capacidad de antelación, proyección y retrospección.
- Movilización y capacidad de convocatoria para procesos y actores.
- Trabajo en red institucional.
- Sistematización y diseminación de experiencias exitosas.
- Cohesión social, grupal y comunitaria.

En el panel C, los participantes determinaron una calificación media para el grado de desarrollo de las siguientes competencias:

- Conocimiento de la regulación en salud.
- Conocimiento de la regulación en ambiente.
- Conocimiento de la regulación en salud ambiental.
- Activación de rutas de atención, protocolos e intervenciones.
- Capacidad de análisis, abstracción y síntesis en el área de salud ambiental.
- Procesamiento de la información proveniente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Identificación de planes, programas y proyectos.
- Dominio de procesos técnicos, sociales y políticos.
- Dominio de conceptos, enfoques y teorías.
- Desarrollo de procesos investigativos.
- Consolidación de procesos administrativos.
- Identificación de escenarios de participación.
- Identificación de contextos de intervención.

En cuanto a las potencialidades, el panel C valoró con una calificación alta, las siguientes:

- Capacidad de liderazgo.
- Movilización y capacidad de convocatoria a procesos y actores.

9.3 Mapeo de actores

Con base en la metodología explicada anteriormente y a la información obtenida por medio de los talleres participativos, que sirvieron como insumo para diligenciar la matriz de impactos cruzados, se empleó el aplicativo Micmac® para establecer y categorizar a los actores según su ubicación dentro del sistema con la finalidad de identificar de manera estratégica la participación y el papel de los mismos, dentro del proceso de formulación de la política integral en salud ambiental.

Tabla 20.
Matriz de impactos cruzados

Alcaldía de Medellín

CALIFICACIÓN DE ACTORES

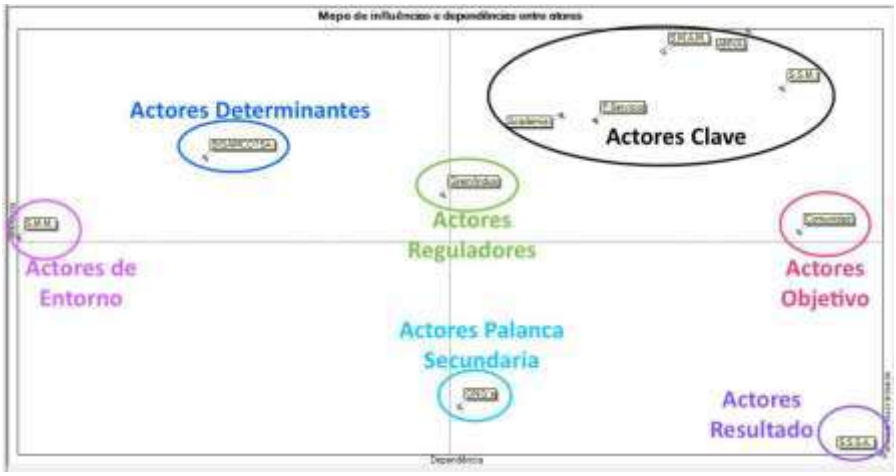
	ACTORES	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	TOTAL INFLUENCIA
A1	Secretaría de Salud de Medellín	X	1	2	0	1	2	2	1	3	1	2	**15**
A2	Secretaría de Medio Ambiente de Medellín	2	X	1	1	1	2	2	2	2	2	2	**17**
A3	Secretría de Movilidad de Medellín	0	1	X	0	1	1	2	1	1	2	1	**10**
A4	Secretaría Seccional y Protección Social de Antioquia	2	1	0	X	0	1	0	0	0	0	1	**5**
A5	SIGAM - COTSA	1	1	1	1	X	2	1	2	1	1	1	**12**
A6	Área Metropolitana del Valle de Aburrá	2	2	1	1	3	X	2	2	3	2	3	**21**
A7	Academia	2	2	0	0	1	2	X	1	2	1	1	**12**
A8	Gremios - Industria	1	1	1	1	0	1	3	X	2	1	1	**12**
A9	Empresas prestadoras de servicios	2	2	0	0	2	1	2	2	X	2	2	**15**
A10	ONG's	1	1	0	0	0	1	1	0	0	X	1	**5**
A11	Comunidad	2	1	1	1	1	2	0	1	1	0	X	**10**
TOTAL DEPENDENCIA		**15**	**13**	**7**	**5**	**10**	**15**	**15**	**12**	**15**	**12**	**15**	**134**

4 El actor Ai tiene influencia/dependencia muy alto sobre el actor Aj
3 El actor Ai tiene influencia/dependencia alto sobre el actor Aj
2 El actor Ai tiene influencia/dependencia media sobre el actor Aj
1 El actor Ai tiene influencia/dependencia baja sobre el actor Aj
0 El actor Ai no tiene ninguna influencia/dependencia sobre el actor Aj

RESUMEN	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
INFLUENCIA	15	17	10	10	12	21	12	12	15	5	10
DEPENDENCIA	15	13	7	5	10	15	15	12	15	12	15

Fuente: elaboración propia a partir de Micmac® (Godet, 2007).

Figura 66.
Influencia por dependencia de actores



Fuente: elaboración propia a partir de Godet (2007).

La interpretación de la figura permite una lectura completa del sistema según resulten ser los actores, influyentes o dependientes. Es decir, para cualquier actor su valor estratégico está determinado por la suma de su valor de influencia y de su valor de dependencia (Arango Morales y Cuevas Pérez, 2012). La combinación de ambos resultados establece las siete categorías (círculos de la **Figura 66**) de actores, formadas de acuerdo con el resultado que proporcionó el ejercicio de análisis de Micmac®, así:

- Actores determinantes: se encuentran en la zona superior izquierda del plano de influencia y dependencia, son los actores que según su estructura y conformación, son el motor de la política integral en salud ambiental. El objetivo es que sean propulsores y determinen los lineamientos para dicha política. Para este caso se identifica al actor SIGAM-COTSAM.

- Actores entorno: son los actores con escasa dependencia para la política integral en salud ambiental. Se encuentran en la zona media de la parte izquierda. como es el caso de la Secretaría de Movilidad de Medellín. Es importante resaltar el grado de relevancia de esta secretaría en el desarrollo de las líneas estratégicas de la política, por tanto se espera complementar su valor al sistema.
- Actores reguladores: corresponden a los situados en la zona central de la figura, se convierten en la clave para establecer el cumplimiento de las metas relacionadas con los factores ambientales. Determinan el buen funcionamiento de la política integral en salud ambiental en condiciones normales. Se sugiere evaluar de manera consistente y con frecuencia periódica la participación de estos actores (gremios e industria).
- Actores tipo palanca secundaria: son los actores complementarios que generan la dinamización entre los actores reguladores, clave y objetivo. La intervención de estos genera la activación de la estructura de gobernanza y gobernabilidad. Las ONG son un instrumento dinamizador para las comunidades.
- Actores objetivo: son los actores que se ubican en la parte central derecha, son muy dependientes y medianamente influyentes. Corresponden a los beneficiarios de la política integral en salud ambiental. La comunidad denota los beneficios en salud debido a la actuación sobre los factores ambientales producto de la política.
- Actores clave: son los actores que se encuentran en la zona superior derecha: Secretaría de Salud de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, prestadores de servicios y academia; considerados altamente influyentes y dependientes. Son los llamados a generar y articular el conocimiento, y promover las acciones necesarias para la implementación dinámica de la política integral en salud ambiental.

- Actores resultado: se encuentran en la zona inferior derecha, son los que presentan indicadores descriptivos de la evolución de las acciones implementadas por los actores clave, en beneficio de los actores objetivo. Se trata de actores que no se pueden abordar de manera directa, sino a través de aquellos sobre los que depende el sistema. En este caso se encuentra a la Secretaría Seccional y Protección Social de Antioquia, el cual se caracteriza por su baja influencia y alta dependencia.

9.4 Descripción de la incidencia y vinculación de los actores

Dentro de los asuntos contemplados en la caracterización de actores, se requirió a cada una de las entidades participantes evaluar el grado de desarrollo de estrategias asociadas a cada una de las ocho líneas de la política integral en salud ambiental (PISA) de Medellín. Es importante aclarar que estas corresponden al compendio de las que se encuentran establecidas dentro del Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021, en especial las referentes a la dimensión de salud ambiental. Posteriormente, con la metodología Micmac® también se pudo determinar la convergencia entre actores, según el grado de desarrollo de estrategias similares en cada una de las temáticas de la PISA, encontrándose actores con un papel rezagado a pesar de su importancia e influencia en cada temática.

A continuación, se presentan de manera concisa, ciertas referencias de cómo los actores se vinculan directa e indirectamente con la política integral en salud ambiental de Medellín, y más precisamente, en la línea de cambio climático y además intervienen en las estrategias planteadas.

Secretaría de Movilidad de Medellín

Aunque su ubicación se clasifica en actor entorno, es un actor clave debido a las actividades misionales que desarrolla esta secretaría que tiene incidencia directa en las líneas estratégicas planteadas para la PISA, incluyendo el cambio y variabilidad climática, donde uno de los efectos de este y reforzador a su vez es la contaminación atmosférica, y en Medellín el parque automotor es uno de las fuentes principales.

- Aire, ruido y radiaciones electromagnéticas: esta dependencia de la alcaldía tiene un papel importante en el tema de calidad de aire, especialmente por el impacto que generan las fuentes móviles en la calidad del recurso, motivo por el cual, se espera el trabajo articulado con otras entidades para identificar estrategias que contribuyan a la mitigación de la problemática ambiental. Igual situación se presenta con la contaminación auditiva del municipio, tema en el que la Secretaría de Movilidad de Medellín deberá plantear soluciones para mejorar el paisaje sonoro de la ciudad, especialmente por el aporte proveniente del parque automotor, identificado en el mapa de ruido de la ciudad.
- Cambio climático: se espera de esta entidad su colaboración en la elaboración y planteamiento de estrategias en movilidad sostenible que contribuyan a la disminución y mitigación de gases de efecto invernadero provenientes del parque automotor.

SIGAM-COTSAM

El Sistema de Gestión Ambiental del Municipio de Medellín (SIGAM) al igual que el Consejo Territorial de Salud Ambiental de Medellín (COTSAM), presentan un papel

crucial en cada una de las líneas que determinan la política integral en salud ambiental de Medellín.

Partiendo de la misión del SIGAM “contribuir al bienestar de la comunidad y al desarrollo sostenible y sustentable del municipio de Medellín” (Concejo de Medellín, 2017) además de su visión “velar por el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano y la obligación del Estado para prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental” (Concejo de Medellín, 2017), este esquema organizacional se articula mediante los once comités temáticos interinstitucionales con cada una de las ocho líneas estratégicas de la PISA.

De igual manera, con base en el Acuerdo Municipal 064 de 2017, el Consejo Territorial de Salud Ambiental de Medellín se integra al Consejo Ambiental de Medellín (CAM) y en consecuencia hace parte del SIGAM. Este espacio interinstitucional e intersectorial en salud ambiental a nivel territorial, órgano consultivo de carácter asesor y de gestión, tiene como objeto adoptar e implementar la política integral de salud ambiental y la dimensión de salud ambiental del plan local de salud, para lo cual, con el propósito de establecer mecanismos de coordinación con otros comités interinstitucionales que tengan a su cargo áreas temáticas de salud ambiental la Secretaría de Salud podrá participar en todos los comités temáticos interinstitucionales del SIGAM.

Gremios e industria

Este actor se relaciona de manera directa con las temáticas abordadas en la política pública de salud ambiental, de la siguiente manera:

- Aire, ruido y radiaciones electromagnéticas: compromiso de cumplir con la normatividad de emisiones atmosféricas tanto desde los procesos industriales como con la vinculación de sus empleados a los planes empresariales de movilidad sostenible como estrategia para contribuir al mejoramiento de la calidad del recurso aire por el impacto generado del parque automotor, de igual manera, propender por el cumplimiento de la normatividad en ruido. Las empresas de telecomunicaciones y similares pueden contribuir con brindar asesoría técnica para comprender el tema de la exposición a radiaciones ionizantes y no ionizantes además de velar por el cumplimiento de la legislación al respecto.
- Residuos peligrosos y no peligrosos: gestionar integralmente (generación, segregación, almacenamiento temporal, presentación, disposición final y aprovechamiento), de los diferentes tipos de residuos sólidos, líquidos y gaseosos generados en los procesos que se llevan a cabo, a partir del cumplimiento de la normatividad relacionada con el tema. Promover la utilización de material reciclable y emplear materias primas que minimicen la generación de residuos. Vincularse y promover los proyectos asociados a posconsumo con proveedores y clientes, además de asociarse y fortalecer los programas de aprovechamiento de residuos con la vinculación de recicladores formales.
- Cambio climático: promover el uso de tecnologías que reduzcan la generación y emisión de gases tipo efecto invernadero (GEI). Establecer asociaciones para transferencia de tecnología y desarrollar proyectos para la captura de GEI, de modo que se pueda participar en el mercado de bonos verdes.
- Hábitat saludable: brindar a los empleados condiciones adecuadas en los lugares de trabajo (entornos saludables), considerando no solo aspectos físicos sino

promoviendo también programas de seguridad en el trabajo y la salud mental de los trabajadores.

Academia

Este actor juega notable papel en la política integral en salud ambiental puesto que conoce las condiciones sociales, políticas, económicas, ambientales y culturales de la población en los niveles local, regional y nacional y es el llamado a generar, gracias a su interdisciplinariedad, nuevos conocimientos que contribuyan a solucionar las necesidades de la población a través de la investigación. Sin embargo, para tal fin es importante tener en cuenta, además de promover y fortalecer las alianzas entre Estado-universidad-empresa, la función extensiva e investigativa de las entidades de educación superior para contribuir al desarrollo de la sociedad en especial de aquellas más necesitadas. De acuerdo con lo anterior, a continuación, se presentan algunas ideas de cómo la academia puede contribuir en las diferentes líneas estratégicas de la PISA:

- Aire, ruido y radiaciones electromagnéticas: por medio de la investigación se espera que la academia impulse la identificación de nuevas estrategias que contribuyan al mejoramiento de la calidad del recurso aire, enfocándose en la industria automotriz para el desarrollo de tecnologías más eficientes, combustibles más limpios, sistemas de transporte eficientes y amigables con el medio ambiente, toda vez que las fuentes móviles tienen una gran incidencia en la calidad del recurso. De igual forma, se espera que busque soluciones para el impacto que generan las emisiones provenientes de fuentes fijas, además de investigar sobre la fracción atribuible de las enfermedades debido a la exposición de la población a factores ambientales desfavorables, y continuar con el desarrollo de estudios epidemiológicos que conlleven a determinar el impacto en la salud pública. En

cuanto al tema de ruido, puede contribuir con la implementación de medidas que aporten al mejoramiento de las condiciones acústicas de la ciudad de acuerdo con la situación presentada en los mapas de ruido. Con relación a las radiaciones electromagnéticas se espera que la academia brinde asesoría técnica en este asunto, contribuyendo a concienciar sobre la importancia de monitorear la exposición de la población y aportar en lineamientos técnicos para minimizar el riesgo que este tipo de contaminación pueda generar en la salud de las personas.

- Residuos peligrosos y no peligrosos: el aporte que la academia puede ofrecer en este asunto es contribuir con la investigación en el tema de ciclo de vida de los productos, apostando por el uso de nuevas materias primas que reduzcan la generación de residuos peligrosos y no peligrosos. De igual manera, desarrollar tecnología que permitan aprovechar los componentes de los desechos para su reutilización, con esto se espera disminuir la presión sobre la vida útil de los rellenos sanitarios y los impactos asociados a estos.
- Cambio climático: la academia puede aportar a la política pública gracias a su investigación en temas como desarrollo e implementación de tecnología para la captura de gases de efecto invernadero, modelación y evaluación del riesgo frente a escenarios futuros relacionados con el cambio climático y todos los impactos que se derivan de este fenómeno, en especial relacionados con la afectación a la salud.

Prestadores de servicio

La participación de este actor en la PISA reviste de interés en las líneas de:

- Agua y saneamiento básico: ofertar de manera oportuna y eficaz los servicios de acueducto, alcantarillado y saneamiento básico en la zona urbana y rural, así como velar por el cumplimiento de los estándares contemplados en la norma; proveer

los servicios de agua y saneamiento básico en zonas rurales, empleando tecnologías acordes a la disponibilidad de recursos, sin comprometer la calidad en la oferta de los servicios; discutir con la autoridad competente la actualización y revisión de la legislación relacionada con la temática.

- Residuos peligrosos y no peligrosos: brindar de manera oportuna y eficaz los servicios de recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de residuos en la zona urbana y rural, así como velar por el cumplimiento de los estándares contemplados en la norma; promover con los usuarios del servicio, la adecuada gestión de los residuos peligrosos; fortalecer y fomentar alianzas con proveedores de bienes y servicios en los programas de posconsumo e informar a los usuarios sobre los mismos; trabajar en conjunto con la academia en la investigación e implementación de programas de aprovechamiento de residuos; establecer estrategias de colaboración con las industrias y gremios, para fortalecer los programas de aprovechamiento con la inclusión de los recicladores formales.

Secretaría de Medio Ambiente de Medellín

Este actor tiene un papel primordial en la política integral en salud ambiental, específicamente por su función de coordinación del sistema de gestión ambiental de Medellín (SIGAM) establecido en el artículo 50 del Acuerdo Municipal 064 de 2017. La propuesta es que los comités temáticos interinstitucionales del SIGAM se articulen con las líneas estratégicas de la PISA (tal y como se describe en el capítulo 7, Plan de Acción), adicional a esto, la Secretaría de Medio Ambiente de Medellín puede contribuir en cada una de las problemáticas abordadas en la política pública de la siguiente manera:

- Agua y saneamiento básico: se espera que esta dependencia de la alcaldía de Medellín se vincule en esta línea estratégica de la PISA, aportando desde sus

competencias, responsabilidades y conocimiento al resto de entidades dentro de la administración municipal encargadas de trabajar directamente en la temática. La Secretaría de Medio Ambiente de Medellín puede contribuir especialmente con la adquisición de lotes que ayuden a preservar el estado natural de cuencas hidrográficas abastecedoras y en fortalecer e implementar esquemas de aprovechamiento de residuos con la inclusión de los recicladores de oficio.

- Residuos peligrosos y no peligrosos: en este asunto, la Secretaría de Medio Ambiente de Medellín puede contribuir estableciendo alianzas con otros actores claves como la Secretaría de Salud de Medellín, la academia, gremios industriales y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá con el fin de identificar e implementar estrategias que conlleven a una mejor gestión integral de todo tipo de residuos. Además, se espera que esta dependencia fortalezca e implemente los esquemas de aprovechamiento de residuos con la inclusión de recicladores formalizados e identifique nuevos programas que apunten a diferentes tipos de residuos como los orgánicos, los de aparatos eléctricos y electrónicos, de construcción y demolición, entre otros.
- Cambio climático: la vinculación que tiene la Secretaría de Medio Ambiente de Medellín respecto a la línea de cambio climático, es el aporte que esta entidad puede hacer con otros actores como Secretaría de Movilidad de Medellín, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el sector industrial para definir estrategias que promuevan la adopción de tecnologías que minimicen y capturen las emisiones de gases de efecto invernadero; así mismo, se espera que con la Secretaría de Salud de Medellín, se pueda identificar el impacto y las medidas de adaptación y mitigación, con motivo de los efectos que este fenómeno pueda ocasionar en la salud pública.

Área Metropolitana del Valle de Aburrá

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, como entidad administrativa que asocia a los diez municipios que conforman el Valle de Aburrá y como invitado permanente (con voz pero sin voto) al Consejo Ambiental de Medellín (CAM), es un actor primordial para la formulación y puesta en marcha de la política integral en salud ambiental, la cual debería ser una política pública con alcance para toda la región metropolitana, puesto que las problemáticas ambientales y necesidades del territorio, son características comunes para todos los municipios.

Este actor como autoridad ambiental, puede contribuir en la PISA con el establecimiento de lineamientos normativos en cada una de las ocho líneas estratégicas que la conforman, además de velar por su cumplimiento. Igualmente, las problemáticas identificadas en esta política reúnen a diferentes entidades con corresponsabilidad en las temáticas, razón por la cual se requiere la articulación del AMVA con el resto de las dependencias de la administración municipal para identificar estrategias que contribuyan a la solución de las problemáticas ambientales.

Secretaría de Salud de Medellín

Esta entidad ha sido la encargada de promover la formulación de la política integral en salud ambiental de Medellín y el plan de adaptación en salud al cambio y variabilidad climática, identificando las principales problemáticas en materia ambiental que afronta la administración municipal, determinando la participación y el rol de los actores con influencia en la misma, contribuyendo al análisis de la situación en salud ambiental del municipio y aportando en la definición del plan de acción de dicha política, entre otras

acciones. Con referencia al Acuerdo Municipal 064 de 2017, esta dependencia, junto con la Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, ejercerá las funciones de secretaría técnica del Consejo Ambiental de Medellín (CAM) y participará en cada uno de los comités temáticos interinstitucionales, estableciendo mecanismos de coordinación y apoyo técnico al resto entidades que trabajen temáticas de salud ambiental.

Dentro de las principales contribuciones de la Secretaría en relación con la PISA, se encuentran: hacer consiente a las demás entidades de que sus competencias se articulan con el tema de salud ambiental y por lo tanto se espera una participación activa en la definición de estrategias para la solución de las problemáticas ambientales identificadas en la política pública. Igualmente, visibilizar en la agenda pública esta política para que sea un referente en el próximo plan de desarrollo municipal, plan territorial (local) en salud, el plan ambiental municipal, el plan de ordenamiento territorial y en cada uno de los comités temáticos interinstitucionales del SIGAM.

La participación de esta dependencia en cada una de las líneas estratégicas de la PISA se detalla a continuación, sin embargo, es importante resaltar que su contribución no se limita exclusivamente a lo referido:

- Cambio climático: la participación de la Secretaría de Salud de Medellín en este tópico es fundamental, especialmente por las implicaciones que este fenómeno mundial puede ocasionar en el tema de salud (aparición de vectores, estrés térmico por el aumento de temperatura, implicaciones en la disponibilidad alimentaria y de otros recursos, aumento en el número de desastres naturales, etc.). Respecto a esta línea, es importante involucrar las demás instituciones para

evaluar escenarios futuros con sus respectivas implicaciones, a las que se deberán plantear estrategias de adaptación y mitigación.

Comunidad

Este actor es uno de los fundamentos sobre los que se sustenta la política integral en salud ambiental, toda vez que esta busca intervenir en factores determinantes estructurales de la salud (aspectos ambientales) que influyen en el estado de salud del individuo. De esta manera, la participación de la comunidad en la PISA no solo consiste en definir las necesidades que la política deberá contemplar, sino que, a su vez, serán los veedores de la implementación de los planes, programas y proyectos determinados en cada línea estratégica.

Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia

Este actor presenta un papel fundamental en la formulación de la política integral en salud ambiental, de manera particular para:

- Agua y saneamiento básico: bajo esta línea de interés, el actor, dada su experiencia como garante en seguridad social en salud y de protección social en el departamento, posee la información y el conocimiento suficiente para identificar las necesidades en agua potable y saneamiento básico que se presentan en el territorio. De igual manera, al tener una jurisdicción a nivel departamental, permite replicar experiencias exitosas en otros municipios para la ciudad de Medellín, en cuanto a políticas, programas, proyectos y acciones de intervención. Como se informó en la línea anterior, esta entidad se encarga de reportar y publicar la tasa de incidencia de enfermedades asociadas al recurso hídrico y el saneamiento básico.

- Zoonosis: este actor dado que presenta un alto grado de desarrollo en programas y proyectos, como ejecutor de acciones de inspección, vigilancia y control de vectores y zoonosis de competencia del sector salud, en coordinación con las autoridades ambientales, en los municipios de categorías 4, 5 y 6 del departamento, cuenta con los conocimientos y experiencia necesarios para determinar los lineamientos y acciones en el proceso de formulación de la política integral en salud ambiental para esta línea de interés en particular.

Organizaciones no gubernamentales

La participación de las ONG dentro de la política integral en salud ambiental es de gran interés, puesto que muchas de estas organizaciones conocen de primera mano las necesidades de las comunidades en cada una de las ocho temáticas abordas en la política pública, de igual manera, estas organizaciones gozan de reconocimiento por parte de las comunidades, lo cual las convierte en veedores y garantes de los procesos que adelanta la administración municipal.

Además de los actores analizados, es importante reconocer la importancia que tienen en la participación de la política integral en salud ambiental de Medellín, entidades como: el Departamento Administrativo de Planeación de Medellín (DAP), las secretarías de Cultura Ciudadana, Infraestructura Física, Gestión y Control Territorial, el Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo y Desastres (DAGRD), el Instituto de Vivienda y Hábitat de Medellín (ISVIMED), la Empresa de Desarrollo Urbano (EDU), la Policía Ambiental, las corporaciones autónomas Cornare y Corantioquia, cuyos roles, competencias y responsabilidades en cada una de las ocho líneas estratégicas de la política pública, se asemejan a las de los actores previamente analizados. En el caso de

Cornare, Corantioquia y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, con base en el Acuerdo Municipal 064 de 2017, corresponden a entidades invitadas permanentemente al Consejo Ambiental Municipal, con voz pero sin voto, razón por la cual se espera el aporte en tema de salud ambiental en cada uno de los comités temáticos interinstitucionales en los que se contará con el apoyo técnico por parte de la Secretaría de Salud de Medellín para abordar la temática.

Referencias

Acosta Cardona, L. (2015). *Evaluación de factores ambientales y climáticos como elementos de riesgo asociados con la transmisión del dengue y la leishmaniasis a diferentes escalas temporales y espaciales en Colombia.* https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55890/32295880.2016.pdf

Agencia Europea del Medio Ambiente. (2016). *Cambio climático y aire.* https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2013/articulos/cambio-climatico-y-aire.

American Cancer Society. (2018). *¿Qué son los cánceres de piel de células basales y de células escamosas?* https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-piel/prevencion-y-deteccion-temprana/que-el-cancer-de-piel.html

Alcaldía de Medellín. (2014). *Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín*. https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_17/ProgramasyProyectos/Shared%20Content/Documentos/2014/POT/RevistaPOT2014.pdf

Alcaldía de Medellín y Universidad de Antioquia. (2016). *Perfil alimentario y nutricional de Medellín y sus corregimientos año 2015*. https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/InclusionS

ocial/Programas/Shared%20Content/Documentos/2020/PERFIL%20ALIMENTARIO%20ESAN%202015.pdf.

Alcaldía de Medellín. (2011). *Plan de abastecimiento y distribución de alimentos para la ciudad de Medellín PADAM, 2011*. Alcaldía de Medellín.

Alcaldía de Medellín. (2010). *Plan de seguridad alimentaria y nutricional Medellín, 2010*. Alcaldía de Medellín.

Alcaldía de Medellín y Departamento Administrativo de Gestión de Riesgo de Desastres. DAGRD. (2015). *Plan municipal de gestión del riesgo de desastres de Medellín 2015-2030.* https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/28711

Arango Morales, X. A. y Cuevas Pérez, V. A. (2012). *Método de análisis estructural: matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación (Micmac)*. http://eprints.uanl.mx/6167/1/24. capitulo Metodologia - MICMAC %28Dirección del libro a la venta ttpwww.tirant.commexlibro9788416062324%23%29.pdf

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2018). *Síntesis del clima para el Valle de Aburrá.* https://www.metropol.gov.co/ambientales/gesti%C3%B3n-del-riesgo/plan-cambio-clim%C3%A1tico

Aristizábal, E. y Yokota, S. (2008). Evolución geomorfológica del Valle de Aburrá y sus implicaciones en la ocurrencia de movimientos en masa. *Boletín Ciencias de la*

Tierra, (24), 5-18. https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/9268/11011#fig04

Banco Mundial. (2010). *Informe sobre el desarrollo mundial 2010. Desarrollo y cambio climático.* https://documents1.worldbank.org/curated/fr/985501468170350669/pdf/530770WDR00SPA00Box0361490B0PUBLIC0.pdf

Cabrera Morales, C. M. y López-Nevot, M. A. (2006). Efectos de la radiación ultravioleta (UV) en la inducción de mutaciones de p53 en tumores de piel. *Oncología*, *29*(7), 25-32. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-48352006000700003&lng=es&tlng=es

Carrasco, E. *et. al*. (2016). *Comisión de trabajo del Cuaderno de Voluntariado en Salud Mental.* https://www.uma.es/media/tinyimages/file/Voluntariado_en_Salud_Mental.pdf

Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J. y Donado Campos, J. (2003). *Surveys as a Research Technique. Composition of Questionnaires and Statistical Processing of Data.* http://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738

Concejo de Medellín. (2017). Acuerdo Municipal 064 de 2017 por medio de cual se unifican los Acuerdos 21 de 2007 y 70 de 2013, se ajusta el sistema de gestión ambiental del municipio de Medellín –SIGAM y se crea el consejo territorial de

salud ambiental de Medellín –COTSAM, el cual integrará el consejo ambiental de Medellín –CAM.

Concejo de Medellín. (2014). Acuerdo 48 por medio del cual se adopta la revisión y ajuste de largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones complementarias. Gaceta Oficial 4.267 de 2014.

Congreso de la República. (1994). Ley 164 de octubre 27 por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992. Diario Oficial 41.175.

Congreso de la República. (2000). Ley 629 de diciembre 27 por medio de la cual se aprueba el Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, hecho en Kioto el 11 de diciembre de 1997. Diario Oficial No. 44.272.

Congreso de la República. (2017). Ley 1844 de julio 14 por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de París”, adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París Francia. Diario Oficial 50.294.

Congreso de la República. (2014). Ley 1715 de mayo 13 por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Diario Oficial 49.150.

Congreso de la República. (2001). Ley 715 de diciembre 21 por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros. Diario Oficial 51.990.

Congreso de la República. (2014). Ley 1753 de junio 9 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”. Diario Oficial 49.538

Congreso de la República. (2011). Ley 1450 de junio 16 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014. Diario Oficial 48.102.

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2008). *Documento Conpes 3550. Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Conpes-3550-de-2008.pdf

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2011). *Documento Conpes* 3700. Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia. https://test-www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2020/09/5.-Conpes-3700-de-2011.pdf

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2003). *Documento Conpes* 3242 Estrategia Institucional para la Venta de Servicios Ambientales de Mitigación del

Cambio Climático. https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/Documentos%20CONPES/Publicados/CONPES%203242%20-%20VENTA%20DE%20SERVICIOS%20AMBIENTALES%20DE%20CC.pdf

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2003). *Documento Conpes* 113. *Política nacional de seguridad alimentaria y nutricional (PSAN).* https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Conpes/Conpes%20113%20de%202008.pdf

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2018). *Documento Conpes 3943. Política para el mejoramiento de la calidad del aire*. https://dev.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/conpes-3943-de-2018.pdf

Corantioquia *et al.* (2016). *Pomca de vida. Río Medellín*. https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/pomca/2018/Documento_POMCA/DOCUMENTO_POMCA%20dic.pdf

De la Fuente-García, A. y Ocampo-Candiani, J. (2010). *Melanoma cutáneo*. https://www.anmm.org.mx/GMM/2010/n2/40_vol_146_n2.pdf

Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Unidad Nacional de Gestión de Riesgo, Parques Nacionales Naturales e Instituto Von Humbolt. (2016). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.*

https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/PNACC-2016-linea-accion-prioritarias.pdf

Departamento Nacional de Planeación y Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). *Impactos económicos del cambio climático en Colombia. Síntesis*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Impactos%20economicos%20Cambio%20clim%C3%A1tico.pdf

Dirección Nacional de Planeación. DNP y Banco Interamericano de Desarrollo. BID. (2014). *Impactos económicos del cambio climático en Colombia. Síntesis.* https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Impactos%20economicos%20Cambio%20clim%C3%A1tico.pdf,).

Environmental Protection Agency. EPA. (2017). Climate Impacts on Human Health. https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-human-health_.html#ref1

Empresas Públicas de Medellín. (2019). *Red de acueductos de Medellín.* https://grupoepm.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a7a4a748a14b421eae6f45eb80aa7ba1

Empresas Públicas de Medellín. (2019). Estimación de potenciales cambios en la respuesta hidrológica en zonas de influencia de EPM. https://www.epm.com.co/site/comunidadymedioambiente/comunidad-y-medio-ambiente/medio-ambiente/cambio-climatico/estrategia

FAO. (1996). *Cumbre mundial sobre alimentación*. https://www.fao.org/3/x2051s/x2051s00.htm#P47_741

Ferrán Ballester, F. (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Revista Española de Salud Pública, 79*(2), 159-175. https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v79n2/colaboracion3.pdf

Ferrán Ballester, F. *et al*. (2005). El proyecto Emecas: protocolo del estudio multicéntrico en España de los efectos a corto plazo de la contaminación atmosférica sobre la salud. *Revista Española de Salud Pública*, *79*(2), 229-242. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200010&lng=es&tlng=es

Flórez, L. (2016). Simulación de diferentes escenarios de cobertura urbana y vegetal en el balance de energía superficial del Valle de Aburrá. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59835

Godet, M. (2007). *Prospectiva estratégica: problemas y métodos.* http://www.laprospective.fr/

González, P. *et al*. (2009). La radiación ultravioleta. Su efecto dañino y consecuencias para la salud humana. *Theoria, 18*(2), 69-80.

González, L. (2003). Los efectos nocivos de la radiación solar y la forma de combatirlos. *OFFARM, 22*(5). https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-los-efectos-nocivos-radiacion-solar-13047747

Hermelin Arbaux, M., Echeverri Restrepo, A. y Giraldo Ramírez, J. (2010). *Medellín: medio ambiente, urbanismo y sociedad.* Fondo Editorial Universidad Eafit. http://www.eafit.edu.co/centros/urbam/articulos-publicaciones/Documents/urbam_eafit_2010_medellin-medio_ambienteysociedad.pdf

Horrigan, L. *et al.* (2002). How Sustainable Agriculture Can Address the Environmental and Human Health Harms of Industrial Agriculture. *Environmental Health Perspectives, 110*(5). https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1240832/pdf/ehp0110-000445.pdf

Idárraga, J. (2020). *Ecosistemas urbanos.* https://ambientalmente.com/ecosistemas-urbanos-por-ambientalmente-sas/

IDEAM. (s. f.). *Conceptos básicos de cambio climático*. http://www.cambioclimatico.gov.co/otras-iniciativas

IDEAM. (2015). Primer informe bienal de actualización de Colombia ante la CMNUCC. http://www.cambioclimatico.gov.co/informe-bienal-de-actualizacion.

IDEAM. (2011). *Evidencias de cambio climático en Colombia con base en información estadística.* http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Evidencias+de+Cambio+Clim%C3%A1tico+en+Colombia+con+base+en+informaci%C3%B3n+estad%C3%ADstica.pdf/1170efb4-65f7-4a12-8903-b3614351423f

Instituto Nacional de Salud. (2017). *Brote de enfermedad diarreica aguda en los municipios de Ciénaga y Pueblo Viejo Magdalena*. http://www.ins.gov.co/buscador-eventos/IQEN/IQEN%20vol%2022%202017%20num%2024.pdf

Instituto Nacional de Salud. INS. (2019). *Informe de evento leptospirosis, Colombia, año 2019.* https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/LEPTOSPIROSIS_2019.pdf

Jiménez Clavero, M. (2018). *Virosis animales y cambio climático: la lengua azul y la fiebre de Nilo occidental como paradigmas*. http://www.ranf.com/publi/mono/mono.html

Kenney, L. (1998). *Respuestas fisiológicas a la temperatura* ambiente. https://www.academia.edu/5893431/ENCICLOPEDIA_DE_SALUD_Y_SEGURIDAD_EN_EL_TRABAJO_CALOR_Y_FRIO_at_BULLET_RESPUESTAS_FISIOLOGICAS_A_LA_TEMPERATURA_AMBIENTE_RESPUESTAS_FISIOLOGICAS

Kjellstrom, T. *et al.* (2010). Public health impact of global heating due to climate change: potential effects on chronic non-communicable diseases. *Int J Public Health 55*, 97-103. https://doi.org/10.1007/s00038-009-0090-2

Kopp, G. (2014). Solar variability, solar forcing, and coupling mechanisms in the terrestrial atmosphere. *J. Space Weather Space Clim., 4*, 33-43.

Malagón-Rojas, J. *et al*. (2017). Cambio climático y salud humana: una revisión desde la perspectiva colombiana. http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v33n2/2011-7531-sun-33-02-00224.pdf.

Martín-Aragón, S. (2009). Anemias nutricionales. Corrección de la dieta. *Farmacia profesional, 23*(5). http://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-anemias-nutricionales-correccion-dieta-13140609

Medellín Cómo Vamos (2018). *Informe calidad de vida de Medellín*, *2018*. https://www.medellincomovamos.org/la-ciudad/).

Medellín Cómo Vamos. (2020). *Calidad del agua en Medellín.* https://www.medellincomovamos.org/calidad-del-agua-en-medellin/

Medellín Cómo Vamos (2017). *Informe de medio ambiente en Medellín, actualización marzo 2017*. https://www.medellincomovamos.org/medio-ambiente/

Meehl, G. (2013). *Variabilidad solar y clima terrestre*. https://ciencia.nasa.gov/ciencias-especiales/08jan_sunclimate/

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política nacional de cambio climático: documento para tomadores de decisiones*. Minambiente.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s. f.) *Cambio climático*. https://www.minambiente.gov.co/index.php/cambio-climatico/que-es-cambio-climatico/causas-del-cambio-climatico.

Ministerio de Medio Ambiente (2017). *Política Nacional de Cambio Climático de Colombia 2017*. http://www.andi.com.co/Uploads/13.%20PolCC%20toma%20decisiones.pdf

Ministerio de Salud y la Protección Social. (2016). *Lineamiento para la formulación de planes territoriales de adaptación al cambio climático desde el componente de salud ambiental.* https://es.scribd.com/document/399732311/Lineamiento-Adaptacion-Al-Cambio-Climatico-SSA-vfinal-3

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. MADR. (2014). *Anuario Estadístico* del *Sector Agropecuario 2014*. MADR.

Ministerio de Salud y Protección Social. 82015). *Resolución 1536 de mayo 11 por la cual se establecen disposiciones sobre el proceso de planeación integral plan para la salud.*

https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-1536-de-2015.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social y Colciencias. (2014). *Guía de práctica clínica con evaluación económica para la prevención, diagnóstico, tratamiento y seguimiento del cáncer de piel no melanoma: queratosis actínica. Para uso de profesionales de salud*. https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IETS/completa-queratosis.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2011). *Programa de reorganización, rediseño y modernización de las redes de prestación de servicios de salud.* https://www.minsalud.gov.co/PoliticasFarmacéuticas/Políticafarmacéutica/Documentos soporte/Mapeo de actores. Esquema metodologico.pdf.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2011). *Agenda prospectiva de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para la seguridad alimentaria colombiana, vista desde la disponibilidad de alimentos*. http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7567/1/Agenda%20Seguridad%20Alimentaria%20%282%29.pdf.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2016). *Informe nacional de calidad del agua para consumo humano INCA 2015*. //www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ PP/SA/inca-2015_reducido.pdf.

Muñoz Guerrero, M. *et. al*. (2018). Evaluación de riesgo ambiental y efectos en salud de la emergencia por ola Invernal, Colombia, 2018. *Informe Quincenal Epidemiológico Nacional, 23*(2).

National Geographic. (2019). *Así afecta el cambio climático al agua del planeta*. https://www.nationalgeographic.com.es/temas/agua

National Eye Institute. (2019). *Cataratas*. https://nei.nih.gov/health/espanol/cataratas/cataratas_paciente

Organización de las Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.* https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf

Organización Mundial de la Salud. OMS. (2012). *Cholera*. http://www.who.int/topics/cholera/es/

Organización de las Naciones Unidas. (2012). The impact of climate change on urban settlements in Colombia. https://blog.westminster.ac.uk/psc/2013/02/the-impact-of-climate-change-on-urban-settlements-in-colombia/

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. (2016). *Sistemas de abastecimiento alimentario propuesta para modelos de abastecimiento alimentario subregión Valle de Aburrá departamento de Antioquia,*

Colombia. Bases para la inclusión de la agricultura familiar. https://www.fao.org/3/i5235s/i5235s.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. (2016). *Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe, orientaciones de política*. http://www.fao.org/3/i6311s/i6311s.pdf

Organización Mundial de la Salud. OMS. (2019). *Estrategia mundial de la OMS sobre salud, medio ambiente y cambio climático: transformación necesaria para mejorar de forma sostenible las condiciones de vida y el bienestar mediante la creación de ambientes saludables.* https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/328400/A72%289%29-sp.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización Mundial de la Salud. OMS. (2019). *Agua*. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water

Organización Mundial de la Salud. OMS. (2017). *Temas de salud*. http://www.who.int/topics/environmental_health/es/

Organización Mundial de la Salud. OMS. (2018). *Cambio climático y salud humana. Riesgos y respuestas, resumen actualizado 2008.* https://www.who.int/globalchange/publications/en/Spanishsummary.pdf

Organización Mundial de la Salud. OMS. (2006). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=4EC623B299E8C5635EA5015DC01C204B?sequence=1

Organización Mundial de la Salud. OMS. (2017). *Enfermedades cardiovasculares.* http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds).

Organización Panamericana de la Salud. (2011). *Lineamientos para evaluar la vulnerabilidad de la salud frente al cambio climático en Colombia: Documento de apoyo para las autoridades de salud en Colombia*. OPS.

Pita Rodríguez, G. *et al.* (2007). *La anemia: aspectos nutricionales. Conceptos actualizados para su prevención y control.* http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/hematologia/anemia_para_profesionales_de_la_salud_aps_2009.pdf

Presidencia de la República. (2014). Decreto 859 de mayo 06 por el cual se reglamenta el parágrafo 1° del artículo 7° de la Ley 1438 de 2011. Diario Oficial 49.143.

Presidencia de la República. (2014). Decreto 859 de mayo 06 por el cual se reglamenta el parágrafo 1° del artículo 7° de la Ley 1438 de 2011. Diario Oficial 49.143.

Presidencia de la República. (2016). Decreto 298 de febrero 24 por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 49.796.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). *Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021. La salud en Colombia la construyes tú*. https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/PDSP.pdf.

Presidencia de la República. (2007). Decreto 1575 de mayo 9 por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Diario Oficial 46.623.

Sanclemente Mesa, G., Hernández Garzón, G. E. (2010). Altos índices de radiación. *Iatreia, 23*(2),119-126.

Secretaría de Salud de Medellín. (2020). *Plan territorial de salud del municipio de Medellín.* https://medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/AtencionCiudadana/Shared%20Content/Anexo%202_%20Plan%20territorial%20Salud.pdf

Secretaría de Salud de Medellín. (2020). *Profundización del análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud.* https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/Salud_0/In

dicadoresEstadisticas/Shared%20Content/ASIS/Archivos%20descargables/00_ASIS_Documento%20Gu%C3%ADa%20Metodol%C3%B3gica_Final.pdf

Secretaría de Salud de Medellín. (2017). *Análisis situacional de salud. 2005-2015*. www.medellin.gov.co/salud.

Secretaría de Salud de Medellín. (2018). *Documento: análisis geoestadístico para la construcción de los protocolos de vigilancia en salud ambiental, 2018*. U de M y SSM.

Sistema de Información Ambiental de Colombia. SIAC. (2020). *Biodiversidad en Colombia*. http://www.ideam.gov.co/web/siac/biodiversidad.

Soto-Estrada, E. (2019). Estimación de la isla de calor urbana en Medellín. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 35*(2), 421-434.

The Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC.

The Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. IPCC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

Universidad Eafit. (2018). *Informe anual de calidad del aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Convenio Eafit-Área Metropolitana. Medellín 2018*. https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Biblioteca-aire/Estudios-calidad-del-aire/Informe-anual-2017-de-calidad-aire.pdf

USGCRP. (2016). *Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*. https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-human-health_.html#ref1

Villalibre, C. (2013). *Concepto de urgencia, emergencia, catástrofe y desastre, revisión histórica y bibliográfica.* http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/17739/3/TFM%20cristina.pdf