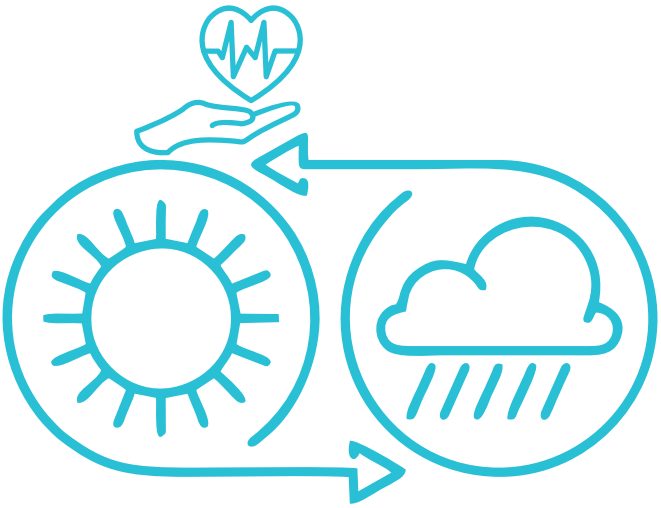
Medellín MeCuida
SALUD

Plan de adaptación en salud al cambio y variabilidad climática Medellín 2020-2050

Tomo II
Análisis de vulnerabilidad poblacional en salud al cambio y variabilidad climática

Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación



Plan de adaptación en salud al cambio y variabilidad climática Medellín 2020-2050

Tomo II
Análisis de vulnerabilidad poblacional en salud al cambio y variabilidad climática

Secretaría de Salud de Medellín
Unidad de Salud Ambiental

Alcalde
Daniel Quintero Calle

Equipo Directivo Secretaría de Salud

Jennifer AndreeUribe 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

Equipo Técnico Secretaría de Salud:

Enrique AntonioHenao - **Líder de Programa Salud Ambiental**
Carolina AgudeloRodríguez - **Ingeniera Ambiental**
Verónica María Lopera - **Epidemióloga**
Lizeth Tatiana Muñoz Jiménez - **Ingeniera Ambiental**
Camilo Restrepo Villada - **IngenieroAmbiental**
Diana Milena Preciado - **IngenieroAmbiental**
Claudia Franco - **Ingeniero Ambiental**
Ra úl Rojo - **Ingeniero Ambiental**
Fernando Castrillón - **IngenieroAmbiental**
Carlos Julio Montes - **Epidemiólogo**
Manuela Gutiérrez - **Estudiante de Ingeniería ambiental,practicante de excelencia**
Mariana Jiménez García - **Estudiante de Ingeniería ambiental, practicantede excelencia**

Con la participación de:

Secretaría de Medio Ambiente

Gobernación de Antioquia

Corporación C40

Seminario Transdisciplinar Cambio climático y Salud, Facultad Nacional de Salud Pública Universidad deAntioquia

Este documento hace parte de la construcción del Plan de Adaptación en Salud al cambio y variabilidad climática en Medellín 2020-2050

Contenido

1. Introducción 9
2. Definiciones para la adaptación y mitigación 13
2.1 El contexto urbano, el cambio y variabilidad climática y salud 17
3. Metodología para el análisis de vulnerabilidad 19
3.1 Diagnóstico y construcción de línea base 21
3.2 Valoración de la vulnerabilidad y riesgo 30
3.2.1 Medición de la dimensión 30
3.2.2 Medición del componente 31
3.2.3 Medición de la vulnerabilidad y del riesgo 33
4. Resultados 37
4.1 Componente 1. La exposición poblacional a las amenazas y variables climáticas 37
4.2 Componente 2. La sensibilidad poblacional 40
4.3 Componente 3. Capacidad y oportunidad para la adaptación 44
4.4 Resultados de la vulnerabilidad y riesgo 48
Referencias 55

Lista de figuras

Figura 1 14
Marco conceptual para los sistemas de salud resilientes..... 14
Figura 2 15
Consolidación e integración de conceptos irrenunciables..... 15
Figura 3 19
Conceptos básicos para el análisis de riesgo en una comunidad..... 19
Figura 4 35
Modelo de para la evaluación de riesgos de los efectos en salud frente al cambio climático para Medellín..... 35
Figura 5 36
Flujograma para la medición de la vulnerabilidad y el riesgo poblacional en salud al cambio y variabilidad climática..... 36
Figura 6 39
Distribución de los resultados por comuna del índice de exposición por percentiles. Medellín. 2005-2018..... 39
Figura 7 40
Distribución de los resultados por comuna del índice de exposición por percentiles. Medellín. 2005-2018..... 40
Figura 8. 43
Distribución de los resultados por comuna del índice de sensibilidad por percentiles. Medellín 2005-2018..... 43
Figura 9 44
Distribución de los resultados por comuna del índice de sensibilidad. Medellín. 2005-2018..... 44
Figura 10 47
Distribución de los resultados por comuna de la capacidad y oportunidad de respuesta por percentiles. Medellín. 2005-2018..... 47
Figura 11 48
Distribución de los resultados por comuna de la capacidad y oportunidad de respuesta. Medellín. 2005-2018..... 48
Figura 12 51
Comportamiento de la vulnerabilidad poblacional al cambio clima y riesgo de efectos al cambio climático en la zona urbana (comunas) de Medellín 51
Figura 13 52
Comportamiento de la vulnerabilidad poblacional al cambio clima y riesgo de efectos al cambio climático por comunas de Medellín 2005-2018..... 52
Figura 14 53

Comportamiento de la vulnerabilidad poblacional al cambio clima y riesgo de efectos al cambio climático en la zona rural(corregimientos) de Medellín 53
Figura 15. .... .54
Comportamiento del riesgo poblacional al cambio clima y riesgo de efectos al cambio climático procomunas de Medellín 2005-2018..... 54

Lista de tablas

Tabla 1 21
Matriz inicial de identificación de variables para el análisis de vulnerabilidad y riesgo 21
Tabla 2 23
Componentes y dimensiones asociadas 23
Tabla 3. 26
Distribución geográfica por comunas 26
Tabla 4 27
Indicadores por dimensión y componente para el análisis de la vulnerabilidad y riesgo al cambio y variabilidad climática 27
Tabla 5 32
Ponderaciones para los componentes y dimensiones del análisis de vulnerabilidad en salud al CYVC 32
Tabla 6 38
Comparación de las diferentes dimensiones que componen la medición de la exposición por comuna y corregimiento 38
Tabla 7 41
Resultados de las dimensiones por comuna de la sensibilidad poblacional 41
Tabla 8 45
Resultados de las dimensiones por comuna de la Capacidad y oportunidad poblacional para la adaptación 45
Tabla 9. 50
Índice de vulnerabilidad y de riesgo para Medellín. 2008-2018 50

1. Introducción

El cambio climático (CC), 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 períodos de tiempo comparables (IDEAM, 2016), es un tema de gran relevancia a nivel mundial debido a sus efectos nocivos sobre la salud y el bienestar de la población.

Los efectos del cambio climático representan una nueva amenaza para el progreso, este fenómeno es 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 la acentuación en la incidencia de otros ya existentes, afectaciones a la salud mental, la disponibilidad de alimentos por las condiciones climáticas extremas, el aumento de enfermedades crónicas no transmisibles, escasez de agua, y otros asuntos que afectan en gran medida el medio ambiente, la conservación de los recursos naturales y por ende la salud de la población teniendo en cuenta que esto 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 de la importancia de la adaptación frente al fenómeno, la cual es definida por el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas), 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, en respuesta a la adaptación frente al fenómeno de cambio climático, el sector salud asume el compromiso mediante el Plan Decenal de Salud Pública (PDSP) 2012-2021, donde se establece que la salud ambiental es una dimensión prioritaria y la 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". 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, el mecanismo de seguimiento 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 en virtud 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, integrando las 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, 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, en segundo momento 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 un análisis diagnóstico del comportamiento de los mismos en los últimos años en la ciudad de Medellín; los anteriores elementos dan bases para el desarrollo del análisis de vulnerabilidad de la población y en el sector salud al cambio y variabilidad climática en la ciudad de Medellín, para con ello determinar de forma participativa las acciones en salud.

2. Definiciones para la adaptación y mitigación

En un trabajo desarrollado de forma articulada con la academia y actores gubernamentales, se consensuaron algunas definiciones necesarias para plantear las acciones de intervención para la adaptación en salud al CYVC. Este trabajo articulado se logró a través del planteamiento de un seminario transdisciplinario realizado durante el año 2018, en el que se hizo una revisión teórica de diferentes definiciones y aproximaciones teóricas metodológicas frente a los planes de adaptación al cambio climático en sectores como el de salud, entre otros.

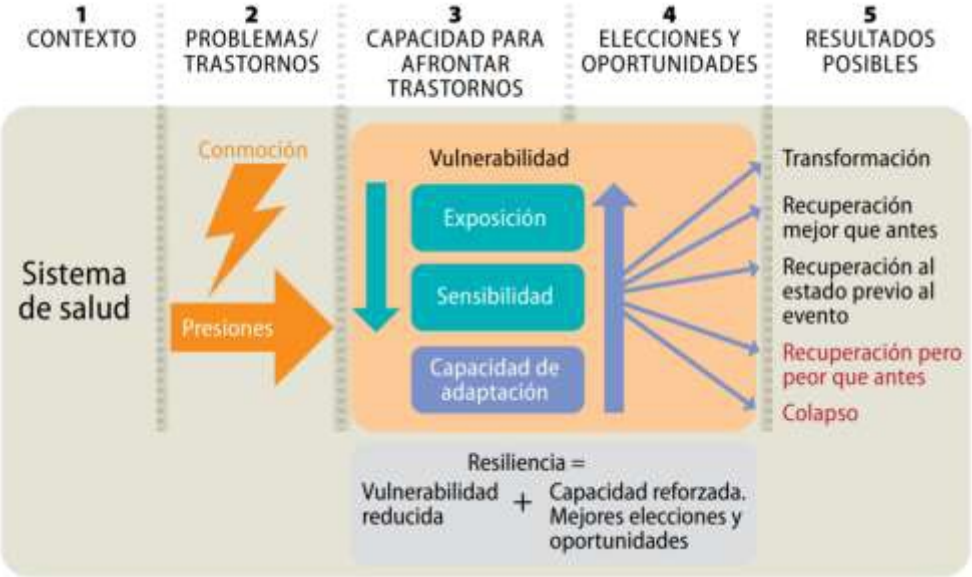
- ***Riesgo:*** probabilidad de que suceda un fenómeno hidrometeorológico que se encuentre asociado al cambio climático y produzca un efecto negativo sobre la salud y el ambiente o que conlleve a pérdidas futuras dadas las características propias del territorio, la exposición de la población a estas amenazas y su capacidad de respuesta (DAGRD, 2015; Rengifo,2008).

- ***Amenaza:*** evento generado por un fenómeno físico que puede producirse de forma natural o antrópica y que dada su magnitud puede generar "pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales" (Ministerio Salud y Protección Social, 2016). En cuanto a este seminario, la amenaza hace referencia a fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados a la variabilidad y el cambio climático.

- ***Resiliencia:*** "Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un fenómeno, tendencia o perturbación peligroso respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conserven al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación" (IPCC, 2014).

- ***Sistema de salud resiliente:*** con respecto a la salud, la resiliencia concierne a la capacidad del sistema para superar y gestionar riesgos sanitarios, de modo tal que permita mantener las funciones básicas, la identidad y la estructura de los sistemas de salud. La adaptación en la esfera sanitaria procura moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas, pero ello no asegura el mantenimiento de cierto nivel de calidad y el desempeño sostenible del sistema (OMS, 2017).

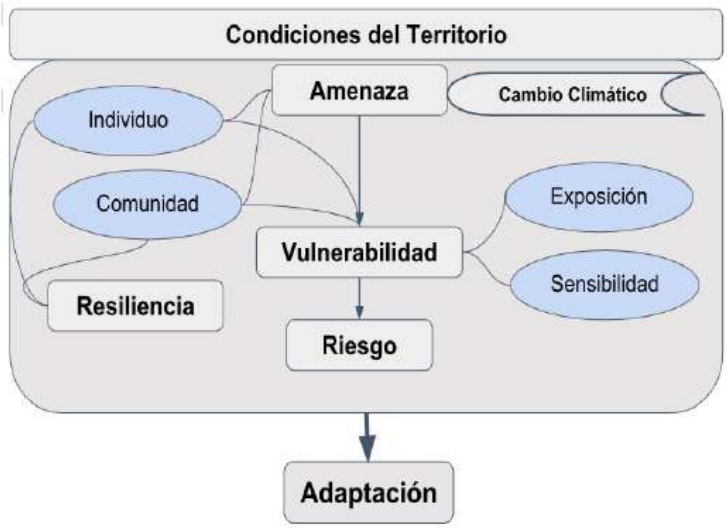
Figura 1. Marco conceptual para los sistemas de salud resilientes.



Fuente: OMS (2017).

- ***Adaptación:*** "es el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos" (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016: IPCC, 2014).

Figura 1. Consolidación e integración de conceptos irrenunciables.

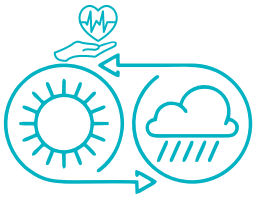


Fuente: elaboración propia.

- ***Vulnerabilidad:*** nivel de susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental, institucional o política que tiene una comunidad de ser afectada negativamente por eventos peligrosos presentes en el territorio, generando como consecuencias pérdidas y daños en los medios de vida (DAGRD, 2015; Cardona, 2001). La vulnerabilidad frente a la salud se da cuando los diferentes determinantes ponen a las personas o poblaciones en riesgo de enfermar o morir como consecuencia de un evento que las afecte (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Una población o grupo social se encuentra influenciado por unas condiciones propias del territorio (físicas, ambientales, políticas, económicas, sociales) que determinan su grado bienestar y calidad de vida. En cuanto a las amenazas y condiciones peligrosas que se presentan en el territorio, con el cambio y la variabilidad climática tenderán a aumentar en magnitud, frecuencia, duración y en extensión geográfica, la cual será más amplia en relación el panorama actual, generando aumento de temperatura, inundaciones, sequías e incendios cada vez más severos (Rudolph, 2015). Respecto a este escenario, la exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación de los individuos y de la comunidad determinarán el grado de vulnerabilidad en salud ante el cambio climático (Manangan et al., 2015). En otras palabras, la vulnerabilidad depende de esa capacidad de respuesta que tenga el grupo poblacional desde lo individual, desde lo colectivo y desde lo institucional; esto, teniendo en cuenta que no toda la población ni todas las personas estarán expuestas a los mismos riesgos ni se verán afectados de la misma forma por el cambio climático (Rudolph y Gould, 2015).

Rudolph y Gould (20015) afirman que la resiliencia es el lado opuesto de la vulnerabilidad y esta incluye aspectos como salud física y psicológica, equidad y bienestar social y económico, disponibilidad de información y comunicación del riesgo, integración entre organizaciones gubernamentales como no gubernamentales, capital social y conectividad. La adaptación se encuentra estrechamente asociada con la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación; la cual es primordial para dar respuesta a los efectos de estas amenazas sobre la salud, esto haciendo referencia a la resistencia o capacidad de recuperación de la población en función del nivel de exposición a los factores y condiciones peligrosas para la salud asociados al cambio climático (Pérez, 2016). Por último, cabe mencionar que el riesgo de una población en un territorio se encuentra en función de la amenaza y la vulnerabilidad (Magaña y Gay, 2002), estando estas dos últimas totalmente relacionadas entre sí, es decir, si no existe amenaza no hay vulnerabilidad y viceversa.



2.1 El contexto urbano, el cambio y variabilidad climática y salud

En el reporte de 2018 de cambio climático y salud de la OMS en el marco de la convención de las Naciones Unidas frente al cambio climático, se estableció un amplio contexto sobre el impacto que la urbanización tiene sobre el cambio climático, y cómo las actividades humanas y las poblaciones están afectados por el mismo (OMS, 2018).

Las actividades humanas que están desestabilizando el clima de la tierra también contribuyen directa o indirectamente a la afectación de la salud de las poblaciones.
Se ha documentado que el vínculo más directo entre el cambio climático y las condiciones de salud es la contaminación del aire, las quemas de combustibles fósiles para energía, transporte e industria son la principal fuente de emisiones carbono, que están afectando el cambio climático y así mismo contribuyen fundamentalmente a la contaminación del aire que afecta la salud de la población (OMS, 2018).

Los sectores que más producen gases de efecto invernadero (GEI) son el energético, transporte, industria, agricultura, gestión de residuos y uso del suelo que también son las principales fuentes de partículas finas y otros contaminantes del aire importantes. Estos incluyen contaminantes de corta duración como el carbono negro, el metano y el ozono. Aproximadamente, 25 % de la contaminación del aire en los ambientes urbanos son material particulado fino y es aportado por el tráfico vehicular, el 15 % por actividades industriales incluida la generación de electricidad, el 20 % por quema de combustible doméstico, 22 % de fuentes no especificadas de origen humano y el 18 % a partir de fuentes naturales (OMS, 2018).

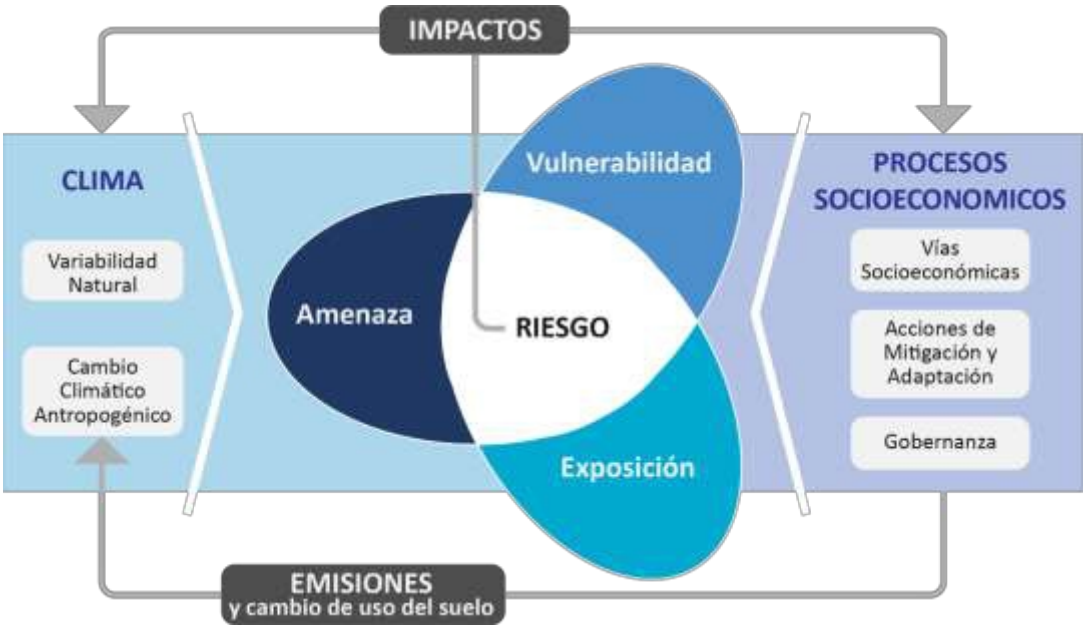
El reciente informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) (OMS, 2018) reveló un rápido cierre de la ventana de oportunidad para mantener el calentamiento global por debajo de 1,5 °C, que estimuló un sentido renovado de urgencia entre los decisores en todos los países del mundo. La ambición de mitigar el cambio climático, requiere una mayor coordinación entre sectores como salud, energía, transporte, agricultura, planificación urbana, entre otros.

3. Metodología para el análisis de vulnerabilidad

Considerando que la vulnerabilidad poblacional en salud al cambio y variabilidad climática (CYVC) es una función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad para la adaptación, se considera un análisis descriptivo de cada uno de estos componentes, y la relación entre ellos, como lo plantea el IPCC (Figura 3) en un concepto amplio, incluyendo la vulnerabilidad como una relación entre la sensibilidad, la capacidad, la oportunidad de adaptación, la relación con la

exposición y la amenaza, conforman la probabilidad de riesgo de impactos relacionados con el cambio climático (IDEAM, 2016).

Figura 3. Conceptos básicos para el análisis de riesgo en una comunidad.



Fuente: IPCC, 2014.

A continuación, se presenta la metodología y los resultados obtenidos, después de realizar el análisis de vulnerabilidad y riesgo poblacional en salud frente al CYVC para Medellín, esta se construyó a partir de la revisión bibliográfica sobre análisis de vulnerabilidad en salud ante el cambio climático, las metodologías que se han propuesto e implementado tanto a nivel internacional como nacional, y los lineamientos dados por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) para Colombia, para determinar los territorios con mayor vulnerabilidad y riesgo poblacional en salud, además se consideraron los resultados del trabajo articulado con la academia y otros actores en el seminario transdisciplinar en cambio climático y salud realizado con la Universidad de Antioquia desde 2018.

Lo anterior, con el fin de determinar la población y los territorios donde se enfocará la implementación de acciones que disminuyan daños sobre la población y, además, prepararla para dar una adecuada respuesta comportamental, comunitaria, institucional y tecnológica ante, no solo las amenazas presentes en el territorio, sino también ante aquellas que pueden aumentar por efecto del CYVC.

Dado que el análisis de vulnerabilidad y riesgo cambia con el tiempo, se debe identificar el escenario o periodo que será evaluado, es decir, determinar el escenario histórico actual o de proyecciones futuras. Para la construcción del plan de adaptación en salud, se plantea el análisis de vulnerabilidad y riesgo con enfoque territorial, desde un escenario actual, lo que permitirá monitorear su evolución en el tiempo y desarrollar diferentes escenarios de acuerdo a las proyecciones de los diferentes componentes y dimensiones.

Para la ciudad se identificaron los principales efectos poblacionales, físicos, ecológicos y en salud frente al cambio climático:

- Efectos sobre la disponibilidad y acceso al agua potable.
- Efectos sobre la seguridad alimentaria, el acceso y disponibilidad de alimentos.
- Efectos sobre la ecología de los vectores.
- Efectos sobre la situación de contaminación atmosférica.
- Efectos sobre la salud por la presencia de islas de calor urbano.
- Efectos sobre la salud por emergencias y desastres.

Para su análisis se desarrollaron los pasos que se explicarán a continuación:

3.1 Diagnóstico y construcción de línea base

Con el fin de obtener un diagnóstico o línea base del territorio, se propone la construcción de la matriz descriptiva que se presenta en la Tabla 1. El diagnóstico entonces comprende tres componentes, cada uno con sus correspondientes dimensiones, indicadores, y temporalidad.

Tabla 1. Matriz inicial de identificación de variables para el análisis de vulnerabilidad y riesgo.

Componente	Dimensión	Indicador	Comuna	Año Año n1
C1: Exposición	C1D1	I1.1……I1.n	Com1….Com21	
	C1D2	I2.1……I2.n	Com1….Com21	
	C1Dn	I3.1……I3.n	Com1….Com21	
C2: Sensibilidad	C2D1	I1.1……I1.n	Com1….Com21	
	C2D2	I2.1……I2.n	Com1….Com21	
	C3Dn	I3.1……I3.n	Com1….Com21	
C3: Capacidad	C3D1	I1.1……I1.n	Com1….Com21	
	C3D2	I2.1……I2.n	Com1….Com21	
	C3Dn	I3.1……I3.n	Com1….Com21	

Fuente: elaboración de la Secretaría de Salud de Medellín.

Para la construcción de esta matriz se determinaron:

- Las amenazas: según las amenazas identificadas por el Ministerio de Salud en el año 2016, teniendo en cuenta los lineamientos para la formulación de planes territoriales de adaptación al cambio climático, para la ciudad de Medellín se priorizaron las siguientes:

  - Amenaza de inundación y avenidas torrenciales.
  - Amenaza de movimientos en masa.
  - Amenaza de incendios de cobertura vegetal.
  - Conformación de islas de calor urbano.

- ***Componentes a evaluar:*** considerando el modelo planteado para el análisis de riesgo y vulnerabilidad de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM, 2015), planteado en la figura 3, y resultado de mesas de expertos de la academia y de salud, se considera para el análisis de vulnerabilidad y riesgo los siguientes componentes:
- ***Componente 1. Exposición:*** está relacionado con: i) las climáticas (variaciones de temperatura y precipitaciones, radiación UV); ii) las amenazas, definidas como los acontecimientos de un suceso de origen natural o humano, o un impacto físico, que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios, ecosistemas y recursos ambientales, y la población e infraestructura expuesta a dichas amenazas; iii) población expuesta, definido como la presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.
- ***Componente 2. Sensibilidad:*** condiciones que llevan a una población o territorio a ser susceptible al daño, sea esta de tipo físico, ecosistémico o en salud. Para este caso la sensibilidad está en función de las condiciones demográficas, sociales, económicas, condiciones propias de susceptibilidad poblacional e individual, y de las condiciones del territorio y su infraestructura natural y construida.
- ***Componente 3. Capacidad y oportunidad para la adaptación:*** son las capacidades de un territorio para disminuir o enfrentar una amenaza y disminuir el riesgo para la materialización de un impacto o efecto poblacional en la salud, físico o territorial. Este análisis de vulnerabilidad está en función de la respuesta sanitaria, la respuesta institucional, la capacidad física del territorio, la capacidad económica y social.

- Dimensiones a evaluar: se determinaron a partir de la revisión bibliográfica y de sesiones con expertos. Esto permite tener en cuenta las condiciones intrínsecas de un territorio que hacen más vulnerable en salud a la población ante el CYVC. En la Tabla 2 se definen para cada componente de la vulnerabilidad y riesgo las siguientes dimensiones.

Tabla 2. Componentes y dimensiones asociadas

Componente	Dimensiones
Exposición	Movimiento en masa Inundaciones y avenidas torrenciales
	Incendios cobertura vegetal
	Islas de calor urbano
	Variables climáticas
Sensibilidad	Demográfica
	Económica
	Física
	Servicios públicos
	Condición poblacional de susceptibilidad
	Eventos en salud
Capacidad	Respuesta sanitaria
	Respuesta institucional
	socioeconómica
	Física
	Servicios

Fuente: elaboración de la Secretaría de Salud de Medellín.

- ***Definición de los indicadores trazadores para cada dimensión:*** con el fin de determinar los indicadores trazadores para cada dimensión, se agruparon los diferentes indicadores propuestos en la literatura por cada una de las dimensiones y se desarrolla una actividad de priorización con el equipo técnico de la Secretaría de Salud con el fin de determinar la relevancia y disponibilidad del indicador para incluirlo en el análisis, su disponibilidad de desagregación por comuna. Se identificaron 150 indicadores en total, de los cuales se priorizaron 70 para realizar el análisis de vulnerabilidad y riesgo poblacional en salud frente al cambio climático. Un punto importante en la definición de

los indicadores fue el considerar que este es un análisis orientado a la vulnerabilidad y riesgo poblacional en salud frente al cambio climático, por lo que implica también la inclusión del concepto de determinantes sociales y ambientales de la salud para la definición de indicadores, incluyendo los eventos de salud trazadores que pueden por un lado llevar a una mayor sensibilidad de la población a cambios de su estado de salud por la exposición a variables climáticas, eventos de salud que pueden verse agravados en su prevalencia y mortalidad y la respuesta sanitaria con un mayor énfasis.

- Medición de los indicadores: considerando la disponibilidad de la información, se obtuvo el resultado de cada indicador por comuna y año disponible, entre 2005 y 2018. En este sentido es importante aclarar que se tomaron los resultados brutos, en caso de las tasas de mortalidad, prevalencias e incidencias no se realizaron ajustes por edad ni sexo. En la Tabla 2 se muestran los indicadores priorizados para cada dimensión y componente que se incluyeron en el análisis. En el anexo 1, se encuentran los datos recolectados de cada indicador por comuna y año disponible y la fuente de información respectiva. En caso de que un indicador resultara de alta importancia para el análisis y no se tuviera desagregación por comuna, se asumió el mismo valor para cada comuna.

- Por otro lado, se tomó información oficial considerando documentos publicados por la Alcaldía de Medellín y otras entidades oficiales como Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia, Secretaría de Medio Ambiente de Medellín, Departamento Administrativo de Planeación, etc. Para las dependencias o instituciones en las que no se encontró información publicada disponible, se realizó la solicitud a la dependencia Un punto importante en la definición de los indicadores fue el considerar responsable del manejo de dicha información en cada una de estas entidades.

Tabla 3. Distribución geográfica por comunas.

	Municipio		Población	Porcentaje
Comuna	Zona 1	1. Popular	119.374	4,60 %
		2. Santa Cruz	182.165	7,10 %
		3. Manrique	145.235	5,60 %
		4. Aranjuez	168.649	6,60 %
	Zona 2	5. Castilla	174.692	6,80 %
		6. 12 de Octubre	144.815	5,60 %
		7. Robledo	165.061	6,40 %
	Zona 3	8. Villa Hermosa	167.860	6,50 %
		9. Buenos Aires	212.479	8,30 %
		10. La Candelaria	87.489	3,40 %
	Zona 4	11. Laureles	201.656	7,80 %
		12. La América	126.587	4,90 %
		13. San Javier	101.473	3,90 %
	Zona 5	14. El Poblado	78.478	3,00 %
	Zona 6	15. Guayabal	65.024	2,50 %
		16. Belén	110.479	4,30 %
Corregimiento		50. Palmitas	6073	0,20 %
		60. San Cristóbal	137277	5,30 %
		70.Altavista	42442	1,60 %
		80. San Antonio de Prado	107996	4,20 %
		90.Santa Elena	27916	1,10 %
		TOTAL	2.549.537	100

Tabla 4. Indicadores por dimensión y componente para el análisis de la vulnerabilidad y riego al cambio y variabilidad climática.

Exposición	
Movimientos en masa	Numero movimientos en masa
	Viviendas expuestas a movimientos en masa (desagregadas por zonas)
	Población expuesta movimientos en masa
	Equipamientos expuestos a movimientos en masa
	Infraestructura vial expuesta movimientos en masa
	Infraestructura servicios públicos agua y energía expuesta a movimientos en masa
Inundaciones y avenidas torrenciales	Inundaciones
	Viviendas expuestas a inundaciones (desagregadas por zonas)
	Zona riesgo para inundaciones y avenidas torrenciales
	Población expuesta a inundaciones y avenidas torrenciales
	Equipamientos expuestos a inundaciones y avenidas torrenciales
	Infraestructura vial expuesta inundaciones y avenidas torrenciales
	Infraestructura servicios públicos agua y energía expuesta a inundaciones y avenidas torrenciales
Incendios cobertura vegetal	Incendios capa vegetal
	Viviendas expuestas a incendios de cobertura vegetal (desagregadas por zonas)
	Zona riesgo para incendios forestales e interfaces
Islas de calor urbano	Presencia de islas de calor en la comuna
	Porcentaje de extensión en m^2 de isla de calor en la comuna
Variables climáticas	Número de días con lluvia. Promedio anual
	Precipitación promedio anual
	Precipitación máxima absoluta en 24h anual

Exposición	
	Número de días sin lluvia. Promedio anual
	Número de días en el año en que la temperatura diaria (del aire) máxima excede 32 °C
	Temperatura máxima anual
	Radiación solar UV

Sensibilidad	
Demográficas	Fecundidad
	Tasa de crecimiento
	Relación niños/mujer
	Densidad poblacional por hectárea
Condición poblacional de susceptibilidad	Mortalidad infantil
	Mortalidad desnutrición
	Hogares con inseguridad alimentaria
	Mujeres cabeza de hogar
	Personas viviendo solas
	Población en situación de discapacidad
	Población menor de 10 años
	Población mayor de 60 año
	Población situación desplazamiento
	Desnutrición crónica
	Sobrepeso y obesidad Poblacional
Económico	Índice de dependencia económica
	Coeficiente de GINI
	Pobreza extrema
	Tasa de desempleo
Eventos en salud	Dengue
	Melanoma
	Infección respiratoria aguda
	IAM
	Enfermedad isquémica del corazón
	cáncer de piel

Sensibilidad	
	Mortalidad general
	Eda
	Golpe calor
	Queratosis Actínica
Física	Dependencia hídrica
	Porcentaje área con viviendas ilegales
	Área construida
Servicios públicos	Población sin afiliación al sistema general seguridad social
	Población sin acceso acueducto
	Población sin acceso alcantarillado

Capacidad de respuesta	
Respuesta sanitaria	Acceso a los servicios de salud (si estuvo enfermo y accedió a la red de servicios de salud en los últimos 30 días)
	Población afiliada al sistema general seguridad social
	Total, IPS por comuna
	Camas hospitalización adultos
	Camas hospitalización pediátrico
	Camas urgencias
	Tasa uso de urgencias
	Tasa uso de hospitalización
Respuesta institucional	Inversión recursos públicos total
	Inversión recursos públicos en salud
	Inversión recursos públicos en salud ambiental
Socioeconómica	Percepción seguridad y libertad
	Percepción participación
	Índice escolaridad
	Ingresos per cápita
	Índice participación ciudadana
Física	Zonas ambientalmente protegidas
	Área cubierta por vegetación (arbusto o árboles)

Capacidad de respuesta	
	Índice de espacio público efectivo
Servicios	Porcentaje de población con acceso a agua potable
	Porcentaje de población con acceso a servicio de alcantarillado

3.2 Valoración de la vulnerabilidad y riesgo

Para la valoración de la vulnerabilidad y riesgo poblacional en salud en Medellín para cada comuna y corregimiento, se ejecutó la siguiente metodología y se obtuvieron los siguientes resultados:

3.2.1 Medición de la dimensión

Se consideró que dentro de cada dimensión los indicadores aportarían igual peso para la valoración de cada dimensión. Para agrupar los diferentes indicadores, los cuales tienen unidades de medición, y temporalidades diferentes, fue necesario realizar una estandarización bajo la normalización de los resultados de cada indicador para poder agruparlos (ver Ecuación 1) (Monterroso, 2012).

Ecuación 1. Normalización de resultados

$$Z = \frac{(X_i - X)}{DS}$$

Donde:

$\dot{X}$ = media de todo el conjunto de datos de cada indicador.

Xi = valor a estandarizar del indicador de cada comuna, para este caso se toma el último valor disponible para cada comuna, ya que el análisis es para el tiempo actual.

DS = desviación estándar de todo el conjunto de datos de cada indicador.

El valor entonces de cada dimensión en cada comuna y corregimiento es el promedio de la suma de los valores estandarizados de cada indicador perteneciente a la dimensión.

Ecuación 2

$$DC_1 = X(L_1 + L_2, \ldots \ldots \ldots . L_n)$$

Donde:

DC1 = Dimensión del componente
Ln = resultado normalizado de cada indicador en cada componente
$\dot{X}$ = promedio aritmético simple.

DC1 = Dimensión del componente
Ln = resultado normalizado de cada indicador en cada componente
$\dot{X}$ = promedio aritmético simple.

3.2.2 Medición del componente

Para esto, a cada dimensión del componente se le asignó un peso específico, elcual fue resultado de las discusiones con mesas de expertos, con las que se trabajó para la construcción de la vulnerabilidad física y social en el marco del plan de acción climática en salud de Medellín liderado por la Secretaría de Medio Ambiente y el apoyo de la fundación C40, y discusiones de diferentes actores de salud y otros sectores, los cuales se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Ponderaciones para los componentes y dimensiones del análisis de vulnerabilidad en salud al CYVC.

Componente	Dimensiones
Exposición (38 %)	• Movimiento en masa: 26,2 % • Inundaciones y avenidas torrenciales: 21,4 % • Incendios cobertura vegetal:20,6 % • Islas de calor urbano: 13,2 % • Variables climáticas: 18,6 %
Sensibilidad (30 %)	• Demográficas: 10,2 % • Condición poblacional de sensibilidad:10,2 % • Económico: 27,6 % • Fisica:15,5 % • Servicios públicos: 17,2 % • Eventos en salud:19,3 %
Capacidad (32 %)	• Respuesta sanitaria: 23,4 % • Respuesta institucional: 23,4 % • Socioeconomica:12,7 % • Física: 21,2 % • Servicios: 19 3 %

Fuente: elaboración de la Secretaría de Salud Medellín.

Para obtener el valor de cada componente se realiza una suma de los resultados del valor de cada dimensión ponderados según su peso (PérezMuñoz et al. (2017) según la ***Ecuación 3:***

Ecuación 3

$$C_1 = D_{1(p\%)} + D_{2(p\%)} + \cdots \ldots \ldots \ldots \ldots D_{n(p\%)}$$

Donde:

C1 = Componente
D1 = Dimensión
p% = peso de la dimensión asignada.

3.2.3 Medición de la vulnerabilidad y del riesgo

La variabilidad climática en muchos casos entraña riesgos de impactos desfavorables para los sistemas humanos y naturales. Pero el carácter y la gravedad de los impactos por cambio climático no dependen solo de estas amenazas, que se espera que se vean intensificadas, sino también involucra las variables de exposición y la vulnerabilidad al cambio climático del sistema (IPCC, 2014).

Retomando lo propuesto por el IPCC (2014) la gestión del riesgo por cambio climático y la adaptación al cambio climático se centran en la reducción de la exposición y la vulnerabilidad y en aumentar la resiliencia a sus potenciales impactos adversos.

Si consideramos que la vulnerabilidad es la propensión o predisposición a ser afectado negativamente, la vulnerabilidad comprende entonces, una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación, en otras palabras, la vulnerabilidad puede ser concebida como una construcción social y no solo dependiente de la exposición (IDEAM, 2016).

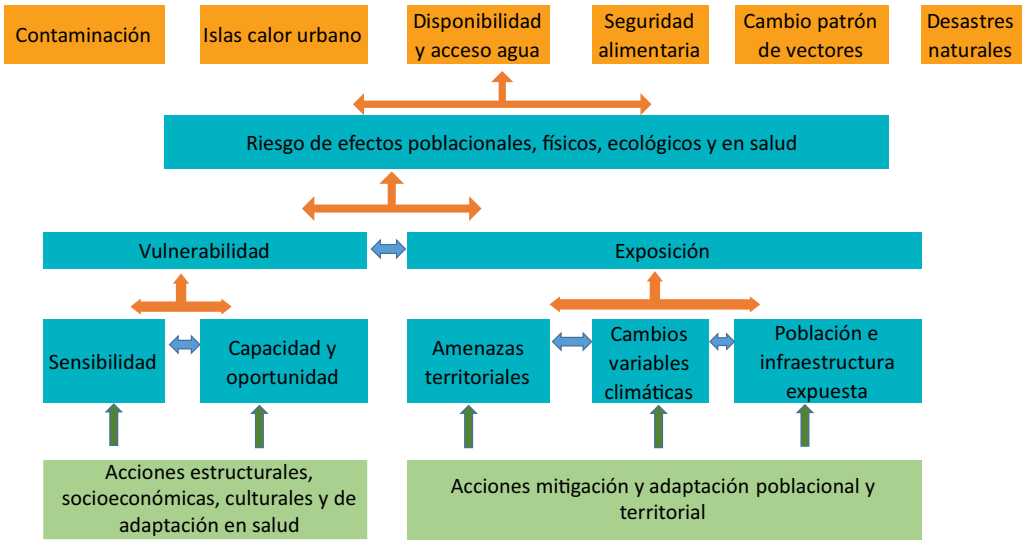
Para la toma de decisiones que buscan disminuir los riesgos, es fundamental identificar la especificidad respecto de cada amenaza y la relación con la vulnerabilidad, para identificar los factores que se pueden corregir. Según los desarrollos propuestos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, la Tercera Comunicación Nacional, retoma la sugerencia de hacer el abordaje desde el riesgo por cambio climático y se acoge a la fórmula general (IDEAM, 2016).

Riesgo = amenaza x vulnerabilidad

Vulnerabilidad= sensibilidad/capacidad adaptativa

Con las sesiones de expertos y las diferentes referencias sobre análisis de vulnerabilidad y riesgo analizadas, se construye entonces para Medellín el siguiente modelo propuesto sobre el riesgo territorial y poblacional en salud de los efectos del cambio climático en función de la vulnerabilidad y la exposición, así mismo es útil para definir las acciones de adaptación y mitigación según los componentes y dimensiones, así, al disminuir la vulnerabilidad de la población con acciones, políticas estructurales y de ocupación territorial, acciones que mejoren condiciones socioeconómicas y culturales, fortalecimiento de la respuesta en salud e intervención y mejoramiento de la infraestructura expuesta, se disminuye el riesgo.

Figura 2. Modelo de para la evaluación de riesgos de los efectos en salud frente al cambio climático para Medellín.



Fuente: Elaboración de la Secretaría de Salud de Medellín.

Por otra parte, para el cálculo de la vulnerabilidad y el riesgo, considerando que se tenían valores negativos de cada componente y que la capacidad esinversamente proporcional a la vulnerabilidad, fue necesario realizar una transformación homotética para la conversión de los datos en dimensiones entre 0.1 y 1, alternativa también utilizada en la metodología propuesta en la TCNCC, donde se utiliza la ***ecuación 4***.

ecuación 4

$$Y = 0.1 + (X - b)/(a - b) \times 0.9$$

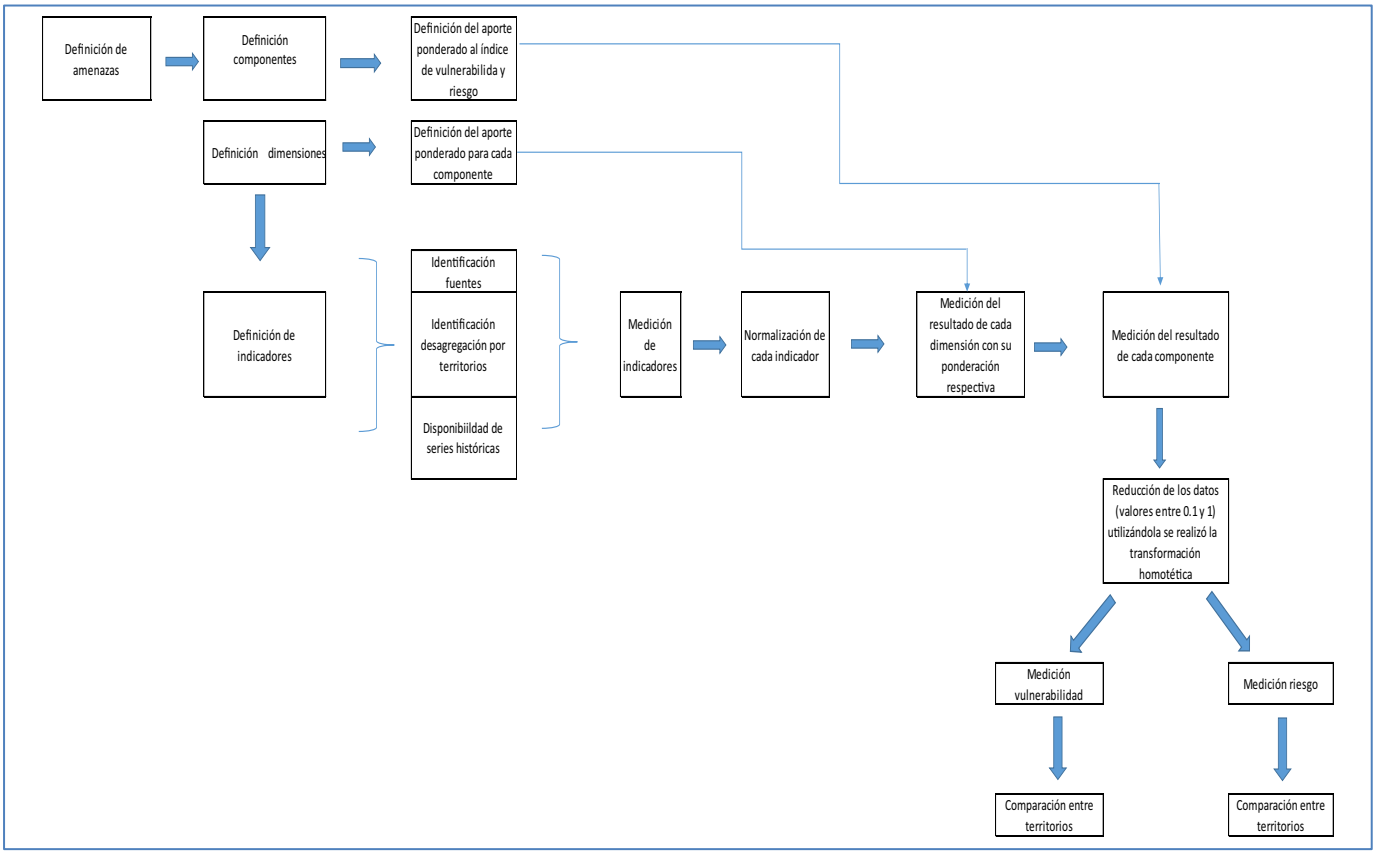
Donde:
Y = valor transformado
X = valor a transformar

a = valor más alto

b = valor más bajo

Cada uno de estos cálculos propuestos se realizó para cada comuna y corregimiento, y luego se analizaron y compararon los resultados entre cada territorio por dimensión, componente, vulnerabilidad y riesgo. Los resultados en detalle de cada comuna y corregimiento de los valores normalizados por indicador que compone cada dimensión y componente se encuentran en el anexo 1. En la ***Figura 5*** se ilustra el proceso seguido para la construcción.

Figura 5. Flujograma para la medición de la vulnerabilidad y el riesgo poblacional en salud al cambio y variabilidad climática.



Fuente: Elaboración de la Secretaría de Salud de Medellín.

4. Resultados

4.1 Componente 1. La exposición poblacional a las amenazas y variables climáticas

En la Tabla 6 se encuentran diferencias entre el comportamiento de las dimensiones que comprenden la exposición en cada uno de los territorios de la ciudad. Se observa que en lo que tiene que ver con la exposición a movimientos en masa, se identifican las zonas uno y tres de la ciudad como las de mayor exposición a esta amenaza, asociada a la presencia de mayor número de eventos durante los años incluidos; el corregimiento de San Antonio de Prado está asociado con el mayor número de viviendas y población expuesta a zonas de riesgo. En relación con el riesgo de inundación, los corregimientos San Cristóbal, Altavista y San Antonio de Prado presentan una mayor exposición debido a sus características topográficas y a la mayor presencia de viviendas y población expuesta a este fenómeno. Respecto a la exposición a incendios de cobertura vegetal, los corregimientos de San Cristóbal, Palmitas y San Antonio de Prado presentan la mayor exposición por el alto número de viviendas y la extensión territorial en zona de riesgo. En la zona urbana, las comunas del 12 de Octubre, Belén y Guayabal, si bien no tienen el mayor número de viviendas, población y área expuesta a incendio de cobertura vegetal, sí han presentado el mayor número de incidentes en los últimos años.

Finalmente, los resultados para el componente de exposición del índice de vulnerabilidad, muestran que el corregimiento de San Antonio de Prado presenta la mayor exposición climática y poblacional, seguido de San Cristóbal; y en la zona urbana las comunas de Villa Hermosa y Buenos Aires.

Tabla 6. Comparación de las diferentes dimensiones que componen la medición de la exposición por comuna y corregimiento.

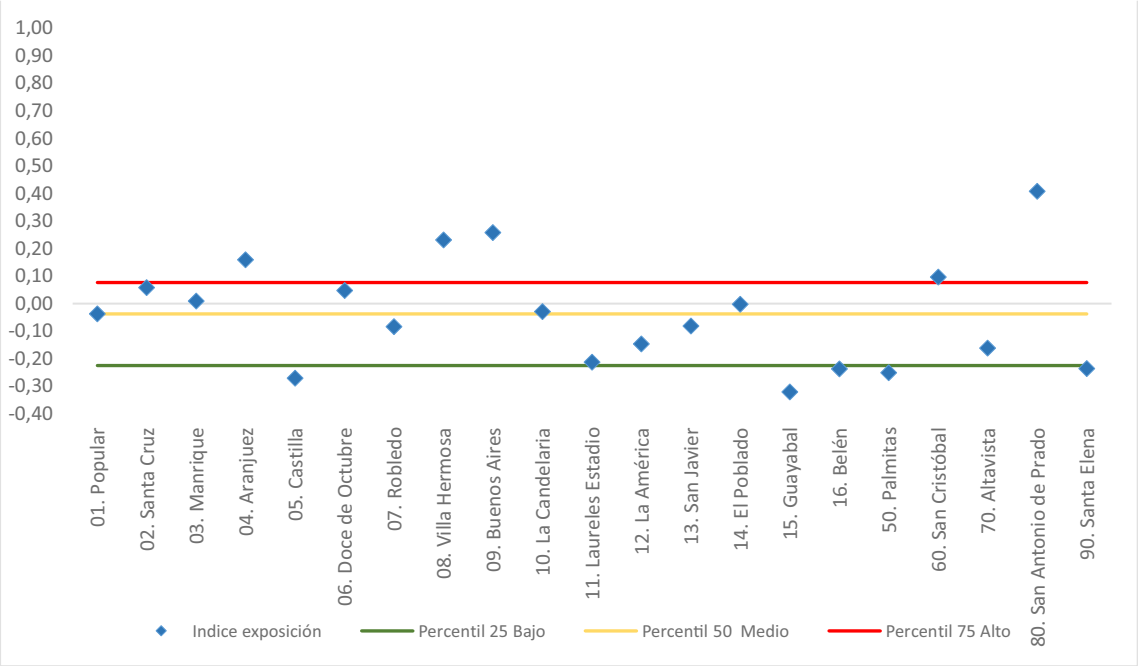
Comuna	Movimientos masa (26,2)	Inundaciones (21,4)	Incendios cv (20,6)	Variables climáticas (18,6)	Índice exposición
01. Popular	0,493	-0,242	-0,542	-0,015	-0,037
02. Santa Cruz	0,377	-0,274	-0,542	0,692	0,057
03. Manrique	0,468	-0,194	-0,523	0,192	0,009
04. Aranjuez	0,341	-0,226	-0,296	0,961	0,158
05. Castilla	-0,186	-0,181	-0,354	-0,594	-0,271
06. 12 de Octubre	-0,168	-0,164	0,117	0,552	0,048
07. Robledo	-0,104	-0,100	-0,460	0,317	-0,085
08. Villa Hermosa	0,533	0,545	-0,458	0,373	0,231
09. Buenos Aires	0,360	0,529	-0,147	0,429	0,257
10. La Candelaria	-0,401	-0,057	-0,540	1,068	-0,030
11. Laureles Estadio	-0,695	-0,334	-0,415	0,678	-0,213
12. La América	-0,521	0,008	-0,552	0,544	-0,147
13. San Javier	-0,022	0,113	-0,532	0,049	-0,082
14. El Poblado	0,171	-0,149	-0,504	0,472	-0,003
15. Guayabal	-0,809	-0,860	-0,157	0,578	-0,321
16. Belén	-0,565	-0,646	-0,157	0,437	-0,237
50. Palmitas	-0,128	-0,627	0,900	-1,446	-0,251
60. San Cristóbal	-0,115	0,284	1,473	-1,279	0,096
70. Altavista	-0,478	0,370	-0,143	-0,465	-0,162
80. San Antonio de Prado	0,637	0,507	1,803	-1,288	0,407
90. Santa Elena	-0,179	-0,194	0,236	-1,059	-0,237
Total Medellín	-0,045	-0,102	-0,100	-1,484	-0,330

***Notas:** i) Rojo: mayor valor para la dimensión y el componente. Verde: comunas con menores valores para la dimensión y el componente; ii) el valor de cada dimensión es el resultado del promedio por cada comuna de los valores de los indicadores por dimensión ya normalizados.

Fuente: elaboración propia a partir de la información recolectada.

Considerando los valores obtenidos, y para facilitar el análisis de resultados entre los territorios, se presenta la Figura 6 con la distribución de los percentiles 25, 50 y 75. Se evidencia que diez comunas se encuentran por encima del percentil medio en relación con la exposición a factores climáticos, estas comunas representan el 46,57 % de la población total de la ciudad.

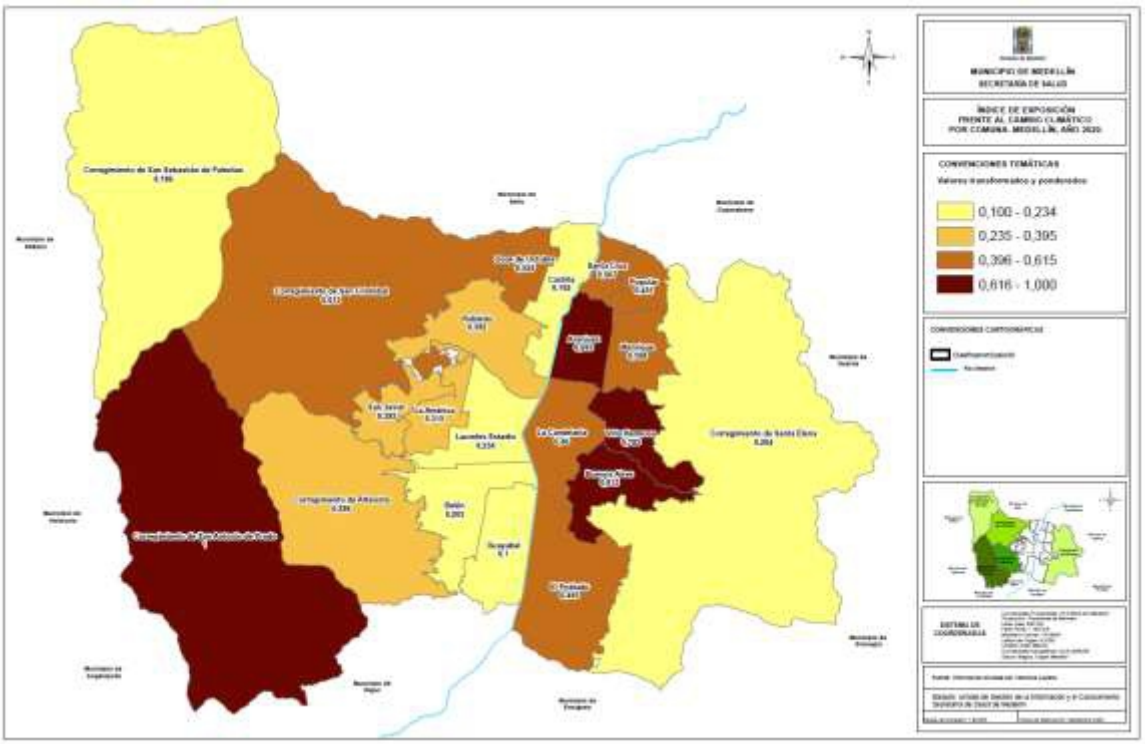
Figura 6. Distribución de los resultados por comuna del índice de exposición por percentiles. Medellín. 2005-2018.



Fuente: elaboración propia a partir de la información recolectada.

Evaluando los resultados del índice de exposición, se puede observar un mayor índice en el sector oriental de la ciudad y en el corregimiento de San Antonio de Prado, esto considerando el mayor porcentaje de población e infraestructura expuesta a eventos asociados al clima en esta zona de la ciudad.

Figura 7. Distribución de los resultados por comuna del índice de exposición por percentiles. Medellín. 2005-2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

4.2 Componente 2. La sensibilidad poblacional

Con relación a las variables demográficas, las zonas 1, 2 y 3 de la ciudad, junto con la Comuna 13 San Javier, son las que presentan mayores índices asociados a la mayor tasa de fecundidad, la mayor proporción de niños menores de 5 años, una mayor densidad poblacional por hectárea, todo ello asociado a mayores condiciones de vulnerabilidad social en un territorio.

Por otro lado, en lo referente a variables relacionadas con poblaciones vulnerables, las comunas menos afectadas se encuentran en las zonas 5 y 6 de la ciudad y en los corregimientos de San Cristóbal, Altavista y San Antonio de Prado, debido a la gran variedad de indicadores de población vulnerable que se incluyen en el modelo (condiciones sociales, demográficas y de salud). Se evidencia un perfil diferente en las comunas urbanas respecto a los corregimientos, como puede verse en los resultados de cada indicador en el anexo 1, es así como, para los corregimientos, los indicadores que afectan más esta dimensión son el porcentaje de población menor de 10 años y la prevalencia de desnutrición crónica en menores de 5 años. En la zona urbana se ve más afectación por unos mayores porcentajes de mujeres cabeza de hogar, hogares con inseguridad alimentaria, población en situación de discapacidad y población mayor de 60 años.

En lo atinente a las condiciones económicas, y como era de esperarse, los mejores indicadores se evidencian en las comunas con mayor calidad de vida como: Poblado, Laureles, Guayabal y Belén. Con respecto a los efectos en salud relacionados con variables climáticas, se encuentra una concentración de estos en las comunas centrales de la ciudad (Laureles, La Candelaria, Villahermosa, Buenos Aires, Belén y La América).

Tabla 7. Resultados de las dimensiones por comuna de la sensibilidad poblacional.

Comuna	Demográfica (10,2)	Población vulnerable (10,2)	Económico (27,6)	Eventos en salud (19,3)	Física (15,5)	Servicios públicos (17,2)	Índice de sensibilidad
01. Popular	0,87	0,00	1,15	0,20	0,45	0,41	0,59
02. Santa Cruz	0,60	-0,27	0,30	0,29	0,37	0,34	0,29
03. Manrique	0,31	-0,23	0,30	0,76	0,02	0,40	0,31
04. Aranjuez	0,25	-0,36	0,13	0,52	0,07	-0,90	-0,02
05. Castilla	-0,09	-0,18	-0,41	0,45	-0,35	-0,73	-0,23
06. 12 de Octubre	0,27	-0,33	0,29	0,32	0,14	-1,05	-0,02
07. Robledo	0,11	-0,21	0,02	0,28	-0,41	-0,50	-0,10
08. Villa Hermosa	0,23	-0,52	0,60	0,78	0,01	-0,12	0,27
09. Buenos Aires	0,01	-0,34	-0,01	1,10	-0,19	-1,14	-0,05
10. La Candelaria	-0,23	-0,17	-0,05	1,91	0,33	-0,91	0,21
11. Laureles Estadio	-0,40	-0,32	-0,39	1,88	0,14	-1,60	-0,07
12. La América	-0,16	-0,26	-0,01	1,74	0,10	-1,52	0,04
13. San Javier	0,24	-0,31	0,00	0,42	0,04	-0,96	-0,09
14. El Poblado	-0,46	-0,77	-1,08	0,26	-0,02	-1,66	-0,66
15. Guayabal	-0,32	-0,52	-0,44	0,17	-0,47	-1,06	-0,43
16. Belén	-0,25	-0,55	-0,36	1,30	0,01	-1,47	-0,18

Comuna	Demográfica (10,2)	Población vulnerable (10,2)	Económico (27,6)	Eventos en salud (19,3)	Física (15,5)	Servicios públicos (17,2)	Índice de sensibilidad
50. Palmitas	-0,32	-0,12	-0,05	-0,93	-0,05	18,56	2,95
60. San Cristóbal	-0,05	-0,58	0,03	-0,65	-0,86	0,46	-0,23
70. Altavista	-0,23	-0,59	0,23	-0,93	-0,73	7,28	0,94
80. San Antonio de Prado	-0,43	-0,70	-0,08	-1,19	-1,16	-0,43	-0,62
90. Santa Elena	-0,14	-0,16	0,13	-0,95	-0,03	8,40	1,26

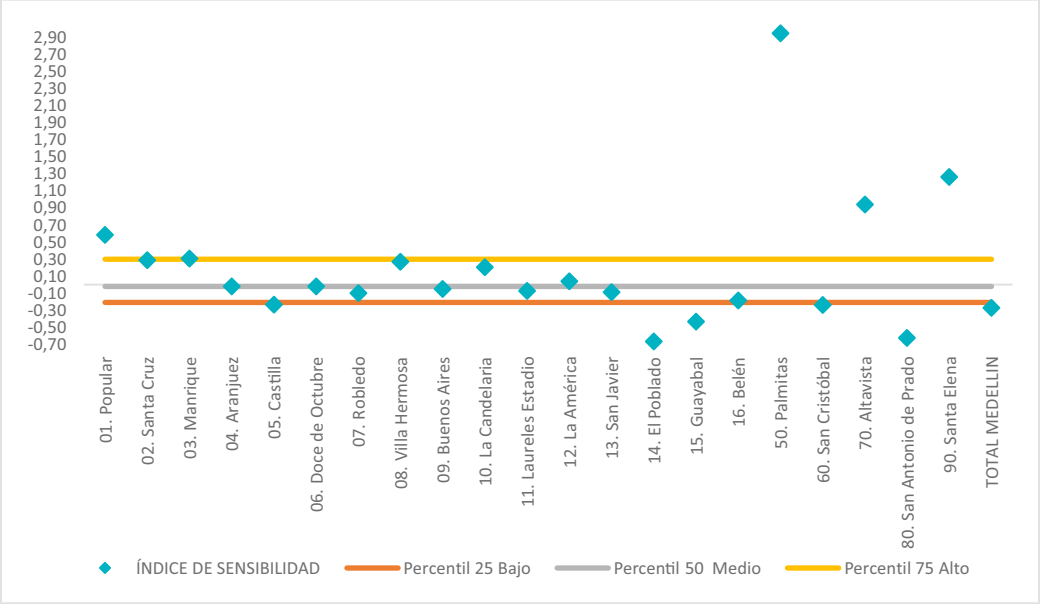
***Notas:** i) Rojo: con mayor valor para la dimensión y el componente. Verde: comunas con menores valorespara la dimensión y el componente; ii) El valor de cada dimensión es el resultado del promedio por cada comuna de los valores de los indicadores por dimensión ya normalizados.

Fuentes: Elaboración propia a partir de la información recolectada.

Dos de las variables de importancia frente a la sensibilidad poblacional son: el acceso a los servicios públicos, que muestra una fuerte diferencia en el corregimiento de Palmitas, Altavista y Santa Elena comparada con las comunas del área urbana de la ciudad; y por otro lado, en la dimensión física, el alto porcentaje de viviendas ilegales afecta la distribución territorial de la sensibilidad de la población, siendo los territorios con el índice de sensibilidad más alto los corregimientos de Palmitas, Altavista y Santa Elena, y dentro de las comunas urbanas, las ubicadas en la zona 1.

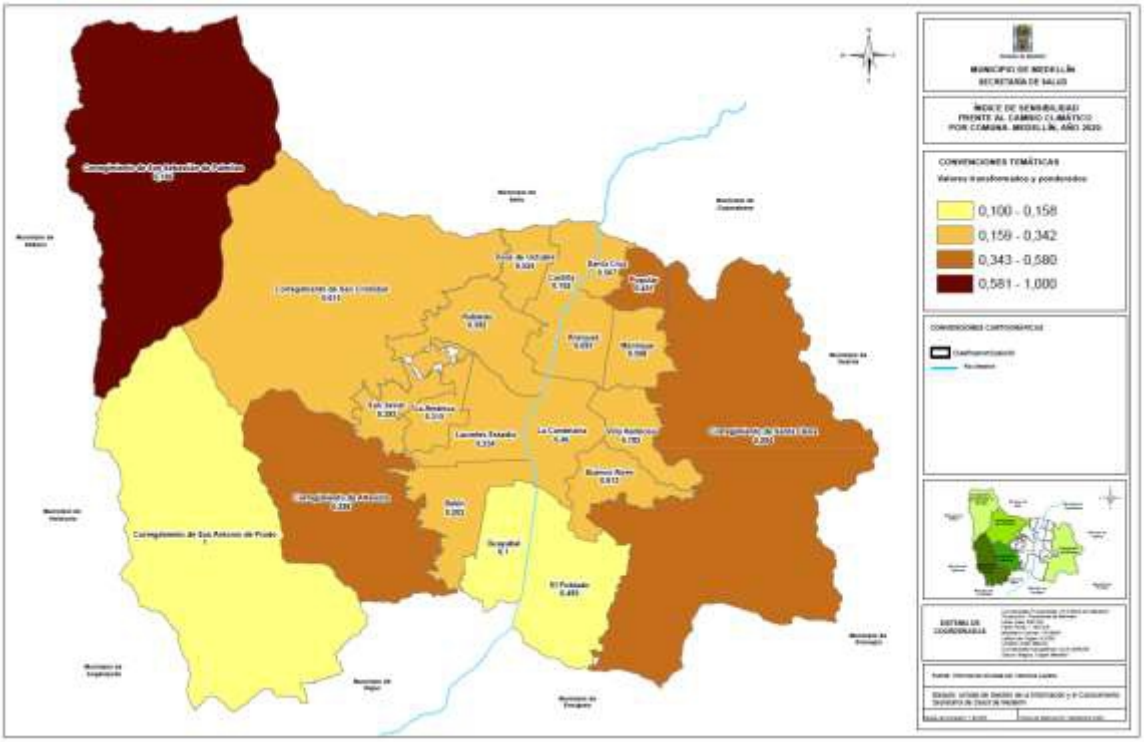
Finalmente considerando los valores obtenidos para todas las comunas y corregimientos, y para una mejor comparación entre los territorios, se construyó la Figura 8 con la distribución de los percentiles 25, 50 y 75. Los datos evidencian que nueve comunas se encuentran por encima del percentil medio en relación con la sensibilidad poblacional a factores climáticos, estas comunas representan el 31,4 % de la población total de la ciudad, la Figura 9 ofrece un mapa que muestra las zonas con mayor sensibilidad.

Figura 8. Distribución de los resultados por comuna del índice de sensibilidad por percentiles. Medellín 2005-2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada.

Figura 9. Distribución de los resultados por comuna del índice de sensibilidad. Medellín. 2005-2018.



4.3 Componente 3. Capacidad y oportunidad para la adaptación

Considerando que es fundamental para un territorio fortalecer las capacidades y oportunidades para la adaptación frente al cambio climático y sus efectos poblacionales, físicos, ecológicos y en salud, se construyó este componente que tiene en cuenta las capacidades para el acceso a servicios públicos, respuesta sanitaria, respuesta institucional, capacidades sociales, económicas y la infraestructura física y ecológica.

Tabla 8. Resultados de las dimensiones por comuna de la capacidad y oportunidad poblacional para la adaptación.

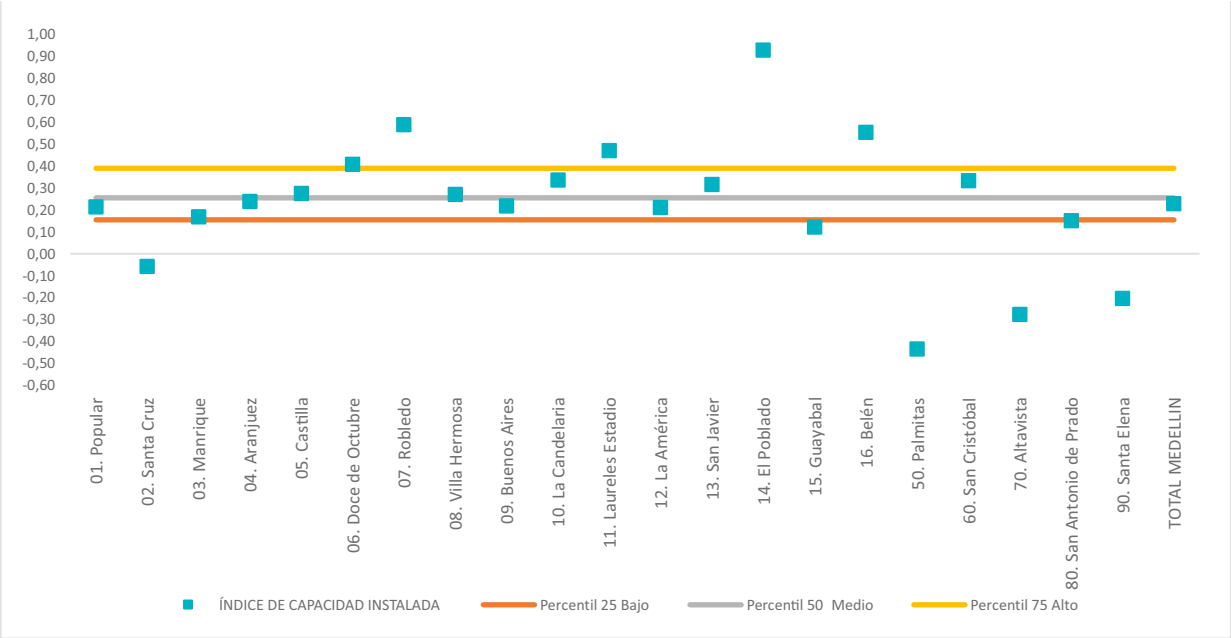
Comuna	Servicios (19,3)	Social y económica (12,7)	Física (21,2)	Respuesta sanitaria (23,4)	Respuesta institución al (23,4)	Índice de capacidad instalada
01. Popular	0,30	-0,44	-0,31	0,35	0,83	0,21
02. Santa Cruz	-0,24	-0,27	-0,34	0,02	0,39	-0,06
03. Manrique	-0,21	-0,24	-0,20	0,06	1,14	0,17
04. Aranjuez	0,13	-0,11	-0,01	0,20	0,79	0,24
05. Castilla	0,21	-0,33	0,67	0,24	0,33	0,27
06. 12 de Octubre	0,40	-0,39	0,17	0,30	1,17	0,41
07. Robledo	0,47	-0,23	0,92	0,39	1,04	0,59
08. Villa Hermosa	0,17	-0,64	0,31	0,24	0,85	0,27
09. Buenos Aires	0,24	-0,36	0,51	0,21	0,25	0,22
10. La Candelaria	0,30	-0,15	0,53	0,70	0,10	0,34
11. Laureles Estadio	0,54	1,36	0,83	0,62	-0,54	0,47
12. La América	0,53	0,95	0,21	0,40	-0,63	0,21
13. San Javier	0,12	0,05	0,31	0,16	0,78	0,32
14. El Poblado	0,76	2,08	1,81	1,04	-0,47	0,93
15. Guayabal	0,39	-0,18	0,64	0,29	-0,57	0,12
16. Belén	0,35	0,26	1,03	0,39	0,61	0,55
50. Palmitas	-1,14	0,79	-0,12	0,23	-1,47	-0,43
60. San Cristóbal	-0,42	-0,06	2,18	-0,01	-0,15	0,33
70. Altavista	-0,39	-0,29	0,26	0,11	-1,04	-0,28
80. San Antonio de Prado	0,13	0,07	0,52	0,23	-0,21	0,15
90. Santa Elena	-0,95	0,14	0,78	0,48	-1,35	-0,20
Total Medellín	0,17	0,08	0,10	0,35	0,34	0,23

***Notas:** i) Rojo: con menor valor para la dimensión y el componente. Verde: comunas con mayores valores para la dimensión y el componente; ii) El valor de cada dimensión es el resultado del promedio por cada comuna de los valores de los indicadores por dimensión ya normalizados.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

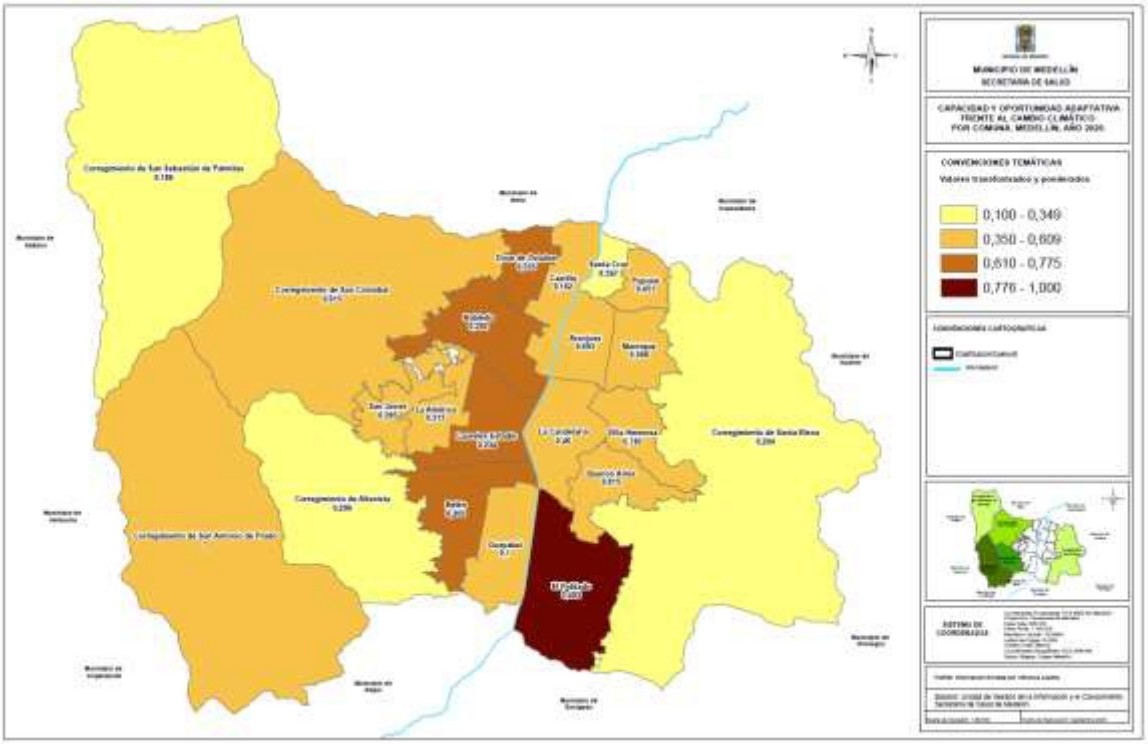
Los resultados muestran que las comunas con mayor población en estratos socioeconómicos altos, tienen una mejor capacidad y oportunidad para la adaptación al cambio climático (Poblado, Laureles) en tanto hay un mejor acceso a los servicios, a la salud y mejores indicadores socioeconómicos. Las comunas 12 de Octubre y Robledo presentan mayor capacidad y oportunidad adaptativa, esto principalmente relacionado con la alta respuesta institucional en estos dos territorios, aunque se evidencia baja capacidad social y económica. En contraposición se encuentran las comunas Santa Cruz y Guayabal con la menor capacidad de respuesta en la zona urbana. En la primera por su baja capacidad física y, en la segunda, dada la mínima respuesta institucional. En los corregimientos con menor capacidad y oportunidad de adaptación se encuentran Palmitas, Altavista y Santa Elena, condición relacionada con la debilidad en las condiciones de acceso a servicios esenciales como acueducto y alcantarillado y a la baja respuesta institucional. Si bien el corregimiento de San Cristóbal presenta debilidades en todas las dimensiones, su componente físico, por tener una alta ponderación en la capacidad de respuesta, lo sitúa en una condición intermedia de esta dimensión.

Figura 10. Distribución de los resultados por comuna de la capacidad y oportunidad de respuesta por percentiles. Medellín. 2005-2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

Figura 11. Distribución de los resultados por comuna de la capacidad y oportunidad de respuesta. Medellín. 2005-2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

4.4 Resultados de la vulnerabilidad y riesgo

Para el análisis de vulnerabilidad es necesario desagregar la vulnerabilidad en los territorios urbanos y en los corregimientos, ya que su comportamiento y las variables demográficas, sociales y del territorio son muy diferentes entre sí. En este sentido encontramos que las comunas de la zona 1 de la ciudad y las comunas Villa Hermosa, La Candelaria y La América son las más vulnerables en salud al cambio climático y con mayor riesgo de presentar efectos relacionados con eventos climáticos y amenazas territoriales.

Revisando con mayor profundidad la información de las variables de cada comuna (ver anexo 1) se encuentra que estas diferencias están mayormente relacionadas con la sensibilidad poblacional, con la mayor incidencia de dengue en estas comunas, mayor tasa de mortalidad y prevalencia de IAM (infarto agudo al miocardio), valores intermedios de población no afiliada al sistema de salud, mayores índices de dependencia económica y altos índices de pobreza extrema, altas tasas de desempleo, elevado porcentaje de mujeres cabeza de hogar, mayor porcentaje de hogares con inseguridad alimentaria, mayor porcentaje de población menor de 10 años y altas tasas de fecundidad y de densidad poblacional.

En cuanto a las variables que componen la capacidad adaptativa, su bajo índice está mayormente afectado por el reducido número de IPS en el territorio, menor índice de percepción positiva frente a la participación, bajo índice de escolaridad, menores ingresos per cápita; son las comunas con menor espacio público por habitante, aunque tienen una mayor inversión de recursos públicos. Estos resultados pueden dar indicios de cuáles deben ser las acciones de intervención estructural, social y económica frente a la vulnerabilidad poblacional al cambio climático. Para las comunas de Villa Hermosa y Buenos Aires la vulnerabilidad está afectada mayormente por su nivel de exposición.

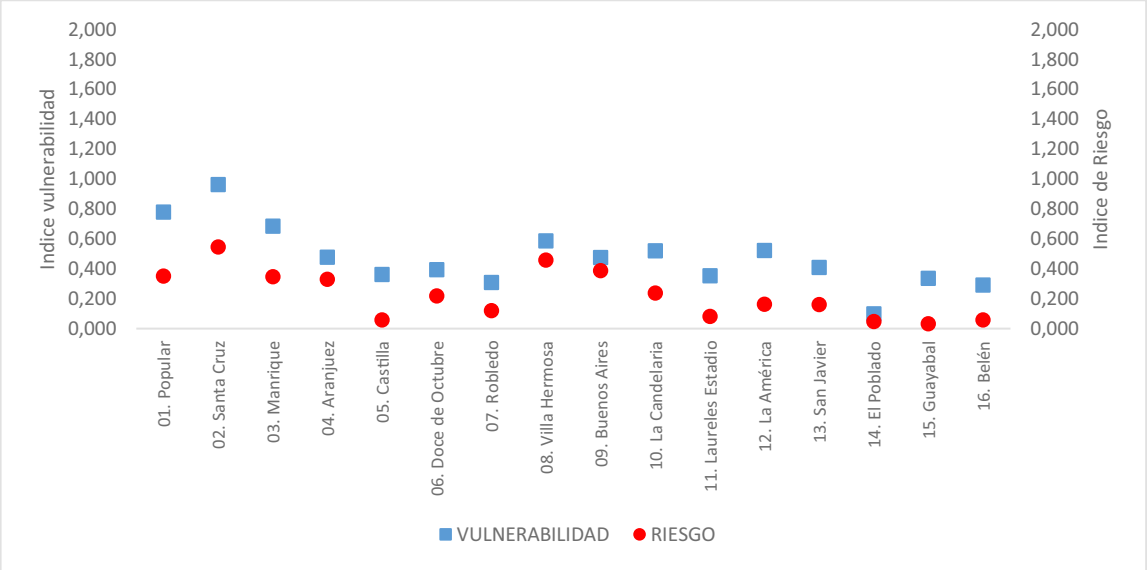
Tabla 9. Índice de vulnerabilidad y de riesgo para Medellín. 2005-2018

Área	Comuna	Índice exposición (valores transformados y ponderados)	Índice sensibilidad (valores transformados y ponderados)	Capacidad y oportunidad adaptativa (valores transformados y ponderados)	Vulnerabilidad	Riesgo
Área Urbana	01. Popular	0,451	0,411	0,527	0,780	0,351
	02. Santa Cruz	0,567	0,337	0,349	0,965	0,547
	03. Manrique	0,508	0,342	0,498	0,687	0,349
	04. Aranjuez	0,693	0,260	0,545	0,478	0,331
	05. Castilla	0,162	0,207	0,568	0,364	0,059
	06. 12 de Octubre	0,555	0,260	0,656	0,396	0,220
	07. Robledo	0,392	0,241	0,775	0,310	0,122
	08. Villa Hermosa	0,783	0,332	0,566	0,587	0,459
	09. Buenos Aires	0,815	0,253	0,531	0,476	0,388
	10. La Candelaria	0,460	0,317	0,609	0,520	0,239
	11. Laureles Estadio	0,234	0,248	0,698	0,355	0,083
	12. La América	0,315	0,276	0,526	0,524	0,165

Área	Comuna	Índice exposición (valores transformados y ponderados)	Índice sensibilidad (valores transformados y ponderados)	Capacidad y oportunidad adaptativa (valores transformados	Vulnerabilidad	Riesgo
	13. San Javier	0,395	0,244	0,596	0,410	0,162
	14. El Poblado	0,493	0,100	1,000	0,100	0,049
	15. Guayabal	0,100	0,158	0,468	0,338	0,034
	16. Belén	0,203	0,220	0,752	0,292	0,059
Área Rural	50. Palmitas	0,186	1,000	0,100	10,000	1,859
	60. San Cristóbal	0,615	0,207	0,607	0,341	0,210
	70. Altavista	0,296	0,499	0,204	2,443	0,724
	80. San Antonio de Prado	1,000	0,110	0,486	0,226	0,226
	90. Santa Elena	0,204	0,580	0,252	2,302	0,470

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

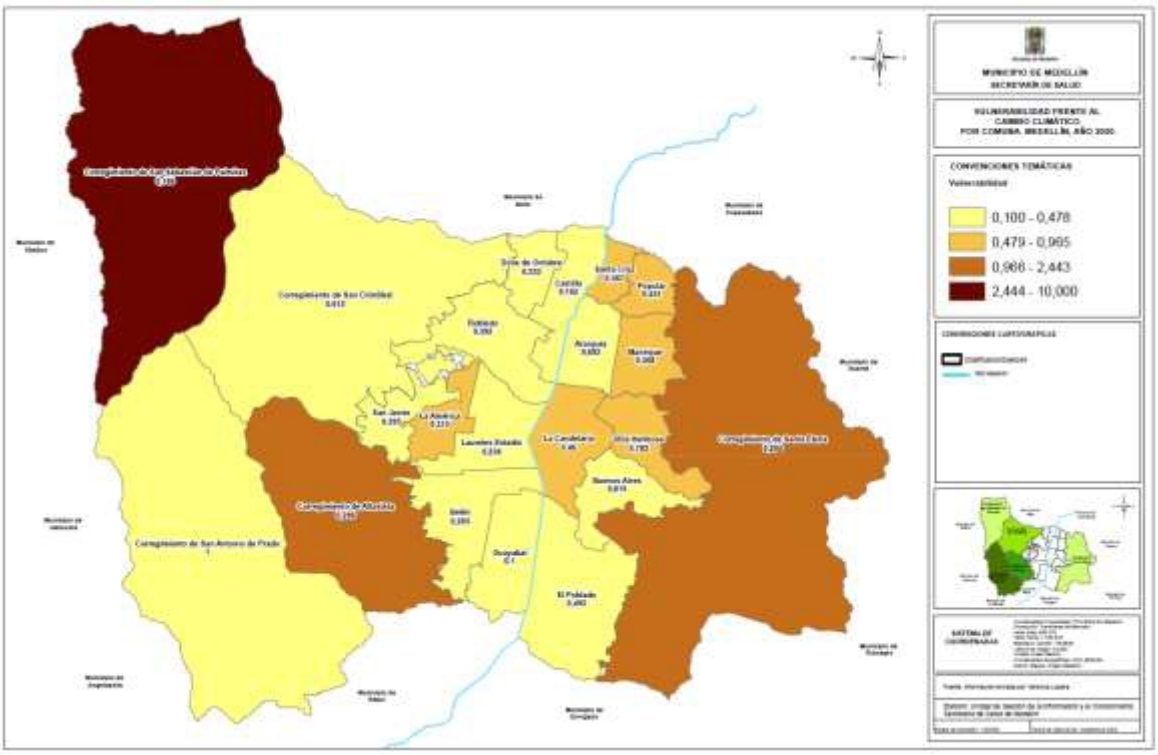
Figura 12. Comportamiento de la vulnerabilidad poblacional al cambio clima y riesgo de efectos al cambio climático en la zona urbana (comunas) de Medellín.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

En cuanto a los corregimientos, el de Palmitas es el territorio con mayor vulnerabilidad y riesgo de Medellín, debido a sus condiciones sociales, económicas, poblacionales, la baja respuesta institucional y de acceso a servicios esenciales como agua potable y alcantarillado, aunque su exposición tiene un valor intermedio. Por otro lado, San Antonio de Prado, aunque presenta un mayor índice de exposición, sus condiciones sociales, económicas y de salud, así como la capacidad física, le dan a este corregimiento menor vulnerabilidad y menor riesgo.

Figura 13. Comportamiento de la vulnerabilidad poblacional al cambio clima y riesgo de efectos al cambio climático por comunas de Medellín 2005-2018

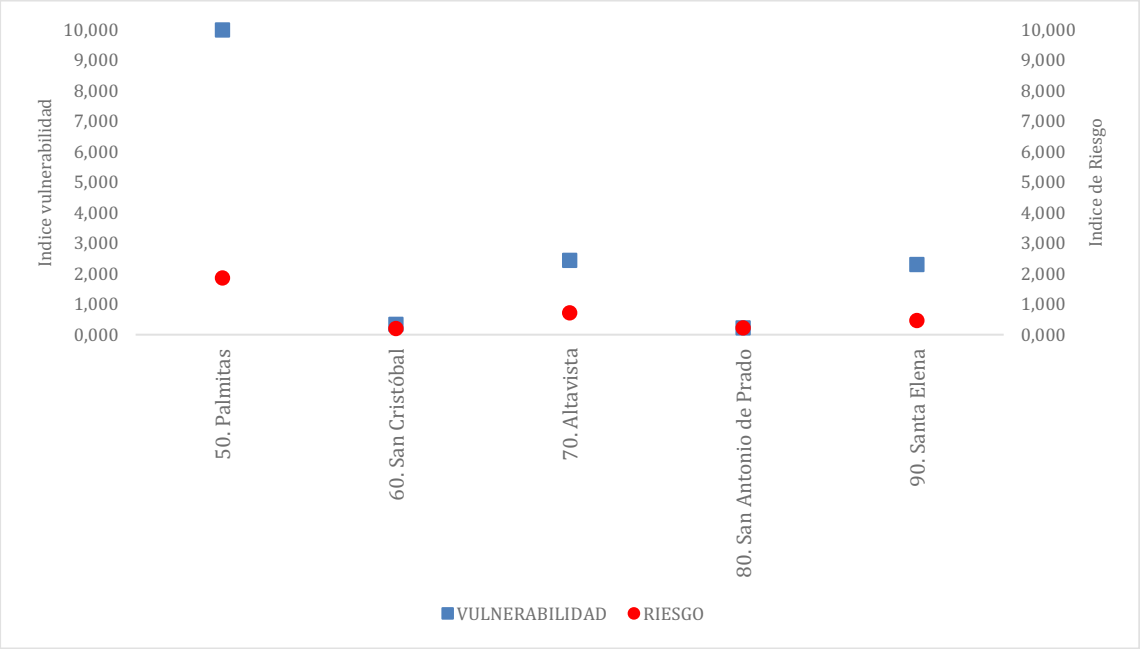


Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

En relación con el mayor riesgo, está determinado por la mayor exposición que estas comunas tienen debido al alto número de viviendas y de población expuesta a movimientos en masa y a inundaciones, así como al elevado número de equipamientos expuestos a estas amenazas, lo que permite decir que, con la intervención de la ocupación del suelo respecto a las viviendas y equipamientos en zonas de riesgo de deslizamientos e inundaciones, se disminuiría el riesgo poblacional.

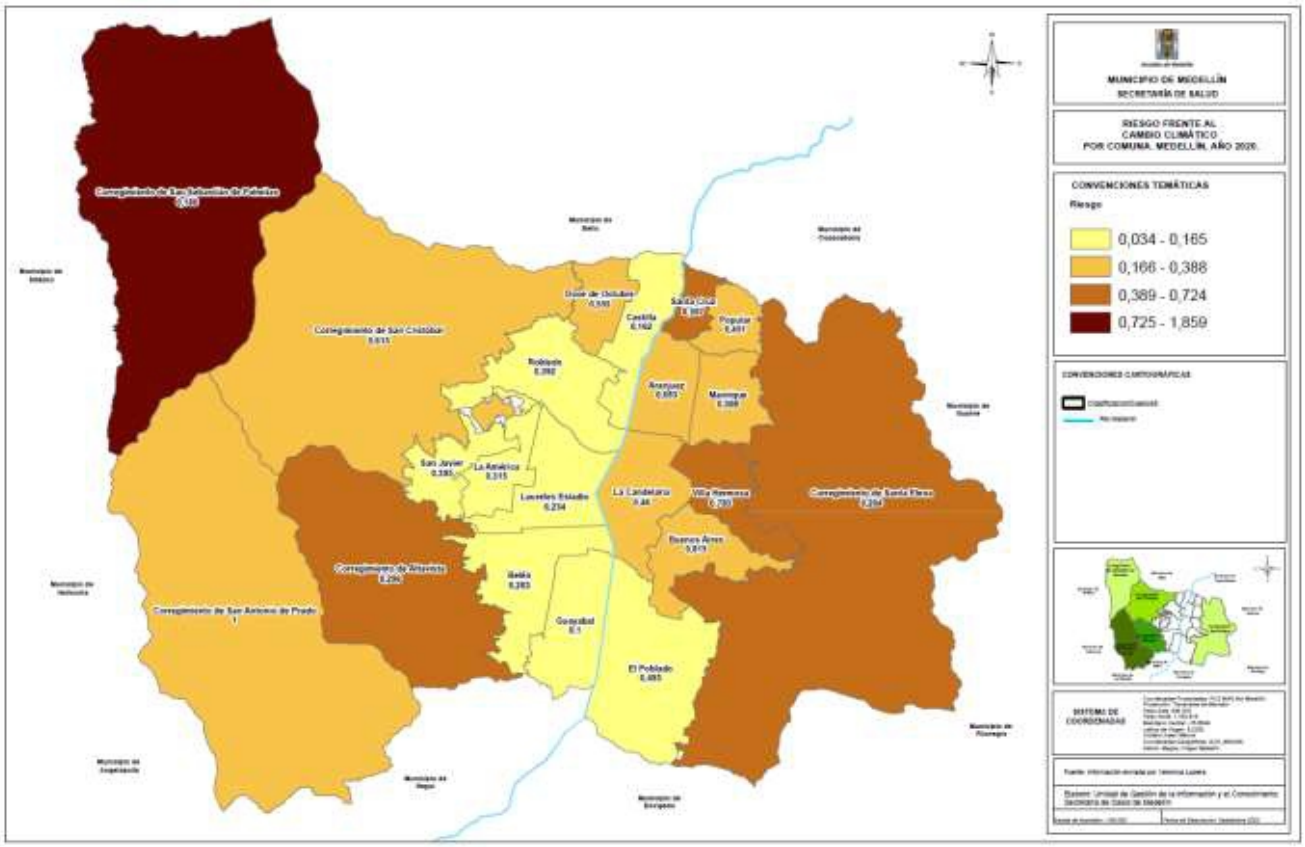
Por otra parte, las comunas que tradicionalmente tienen mayor nivel de calidad de vida presentan menos vulnerabilidad y riesgo, como son Poblado, Laureles, Belén y Guayabal.

Figura 14. Comportamiento de la vulnerabilidad poblacional al cambio clima y riesgo de efectos al cambio climático en la zona rural(corregimientos) de Medellín.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

Figura 15. Comportamiento del riesgo poblacional al cambio clima y riesgo de efectos al cambio climático procomunas de Medellín 2005-2018.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

Referencias

Cardona, O. (2001). Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. https://www.researchgate.net/profile/Omar_Cardona/publication/277163871_Estimacion_holistica_del_riesgo_sismico_utilizando_sistemas_dinamicos_complejos/links/57b28ddc08ae15c76cbb40a3/Estimacion-holistica-delriesgo- sismico-utilizando-sistemas-dinamicos-co

Departamento Administrativo de Gestión 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

Houghton, A. et al. (2012). Climate change-related vulnerabilities and local environmental public health tracking through GEMSS: A web-based visualization tool. Applied Geography, 33, 36-44.

IDEAM. (2016). Tercera comunicación nacional de cambio climático. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados.

Magaña, V. y Gay, C. (2002). Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos Gaceta Ecológica, 68, 8-32.

Manangan, A. P., Uejio, C., Shubhayu Saha, P., Marinucci, G., Brown, C., Jeremy, J. and Hess, G. (2015). Assessing health vulnerability to climate change: A guide for health departments. https://www.cdc.gov/climateandhealth/pubs/assessinghealthvulnerabilityto climatechange.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Plan decenal de Salud Pública 2012-2022. https://www.minsalud.gov.co/PlanDecenal/Paginas/home2013.aspx

Ministerio de Salud y Protección Social. (2014). Circular 039 de julio 15 para la determinación de las metas de adaptación al cambio climático en el marco del Plan Decenal de Salud Pública. https://www.consultorsalud.com/wpcontent/uploads/2014/10/circular-0039-de-2014---adaptacion-al-cambioclimatico.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). 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. (2016). Lineamiento para la formulación de Planes

Territoriales de Adaptación al Cambio Climático desde el Componente de Salud Ambiental. MSPS.

Organización Mundial de la Salud. OMS. (2017). Marco operacional para el desarrollo de sistemas de salud resilientes al clima. https://www.who.int/es/publications/i/item/operational-framework-forbuilding-climate-resilient-health-systems

Organización Mundial de la Salud. OMS. (2018). Cambio climático y salud. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-andhealth

Organización Mundial de la Salud. OMS. (2010). Instrumento de evaluación y respuesta en materia de equidad en salud en los medios urbanos. Manual del usuario. http://www.who.int/kobe_centre/measuring/urbanheart/urban_heart_user_manual_es.pdf

Pérez-Muñoz, C., Brand, P. y Agudelo, L. (2017) Planes de acción de adaptación urbana y análisis de vulnerabilidad para Medellín: una propuesta para reducir los efectos del cambio climático desde la planificación territorial. Gestión y Ambiente 20(2), 155-166.

Pérez, C. (2016). Análisis de vulnerabilidad y planes de adaptación urbana para la reducción de los efectos del cambio climático en Medellín. http://bdigital.unal.edu.co/55086/1/1017129658.2016.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.

Rengifo, H. (2008). Conceptualización de la salud ambiental: teoría y práctica. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342008000400010.
Rudolph, L. and Gould, B. (2015). Climate Change, Health, and Equity: Opportunities for Action. http://climatehealthconnect.org/wpcontent/ uploads/2017/03/Climate-Change-Health-and-Equity-Opportunities-for-Action.pdf.

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). Anexo II: Glosario. https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ ar5/syr/AR5_SYR_glossary_ES.pdf