



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

**ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA DISPONIBLE COMO INSUMO
PARA LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS, INSTRUMENTOS Y ESTRATEGIAS
PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL TERRITORIO, CASO DE ESTUDIO:
BELLO, ANTIOQUIA.**

**IVÁN DARÍO MORENO MARTÍNEZ
ANA PAOLA LEÓN GONZÁLEZ
JUAN PABLO CUERVO APONTE**

**ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
BOGOTÁ D.C.
2023**



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

**ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA DISPONIBLE COMO INSUMO
PARA LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS, INSTRUMENTOS Y ESTRATEGIAS
PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL TERRITORIO, CASO DE ESTUDIO:
BELLO, ANTIOQUIA.**

IVÁN DARÍO MORENO MARTÍNEZ
ANA PAOLA LEÓN GONZÁLEZ
JUAN PABLO CUERVO APONTE

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ESPECIALISTAS EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS

APROBADO POR:
ING. GERARDO IGNACIO URREA CÁCERES
DIRECTOR

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
BOGOTÁ D.C.
2023



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. RESUMEN	8
3. ABSTRACT	9
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	10
4.2. ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA.....	11
5. JUSTIFICACIÓN	13
6. OBJETIVOS	14
6.1. OBJETIVO GENERAL:.....	14
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	14
7. METODOLOGÍA.....	14
7.1. FASE PRELIMINAR	15
7.2. FASE EXPLORATORIA	15
7.3. FASE DE EJECUCIÓN	15
7.4. FASE DE RESULTADOS.....	16
8. DESCRIPCIÓN DE INSUMOS	16
8.1. CARTOGRAFÍA BÁSICA	16
8.2. INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA	16
8.3. REPORTE DE EMERGENCIAS	17
8.4. ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS.....	17
8.5. DEFORESTACIÓN.....	17
8.6. ONI.....	18
8.7. ÍNDICE MUNICIPAL DE RIESGO DE DESASTRES AJUSTADO POR CAPACIDADES	18
9. MARCO CONCEPTUAL.	18
10. MARCO JURÍDICO COLOMBIANO	21
11. ALCANCE	23
12. LIMITACIONES.....	23
13. CONTEXTO GEOGRÁFICO.....	24
13.1. DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.....	24
13.2. MUNICIPIO DE BELLO	24



CLIMA	25
RELIEVE	26
HIDROGRAFÍA	27
DEMOGRAFÍA	27
ECONOMÍA.....	28
14. ANÁLISIS DE EVENTOS.....	28
14.1. ANÁLISIS DE LOS EVENTOS DE MAYOR FRECUENCIA ASOCIADOS A TIEMPO LLUVIOSO EN ANTIOQUIA.....	28
14.2. MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO CON MAYOR FRECUENCIA DE INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS	29
14.3. ANÁLISIS DE LOS EVENTOS DE MAYOR FRECUENCIA ASOCIADOS A TIEMPO LLUVIOSO EN EL MUNICIPIO DE BELLO	30
14.4. AÑOS CON MAYOR CANTIDAD DE EVENTOS Y SU RELACIÓN CON EL FENÓMENO NIÑO Y NIÑA - ÍNDICE ONI	31
14.5. ANÁLISIS DE CICLO ANUAL POR EVENTOS Y SERIES 1971-2000 Y 1981- 2010	32
15. EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS Y DAÑOS PARA EL MUNICIPIO DE BELLO.....	36
15.1. ANÁLISIS DE PÉRDIDAS HUMANAS, HERIDOS Y DESAPARECIDOS	36
15.2. ANÁLISIS DE PERSONAS Y FAMILIAS AFECTADAS.....	37
15.3. DAÑOS Y AFECTACIONES EN INFRAESTRUCTURA.....	38
16. ANÁLISIS DEL CICLO ANUAL SERIE 1991-2020.....	39
17. PERIODO DE RETORNO.....	40
18. PROCESOS DE DEFORESTACIÓN EN EL MUNICIPIO DE BELLO, ANTIOQUIA.	42
19. AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS DE TIERRA PARA EL MUNICIPIO DE BELLO, ANTIOQUIA	43
20. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRECIPITACIÓN MEDIA IDEAM (2040, 2070, 2100)	44
21. ÍNDICE MUNICIPAL DE RIESGO PARA EL MUNICIPIO DE BELLO	47
22. DISCUSIÓN	49
23. CONCLUSIONES.....	50
24. RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	58



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Histórico de eventos asociados a tiempo de lluvia para el Municipio de Bello, Antioquia. Fuente: Recopilación de noticias.	11
Tabla 2. Valores de precipitación en los períodos de retorno a 25, 50 y 100 años en el municipio de Bello, Antioquia.	41

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Fases de la metodología aplicada. Elaboración propia.	14
Imagen 2. Hidrografía del municipio de Bello. Fuente de datos: IGAC.	27
Imagen 3. Ubicación estación Tulio Ospina. Fuente de datos: IDEAM.	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Cantidad de eventos asociados a tiempo lluvioso en el departamento de Antioquia. Fuente de datos: UNGRD.	29
Gráfico 2. Municipios del departamento de Antioquia con mayor frecuencia de inundaciones y deslizamientos. Fuente de datos: UNGRD.	30
Gráfico 3. Cantidad de eventos asociados a tiempo lluvioso en el municipio de Bello, Antioquia. Fuente de datos: UNGRD.	¡Error! Marcador no definido.
Gráfico 4. Cantidad de eventos por año- período 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.	32
Gráfico 5. Ciclo anual de eventos por inundaciones y deslizamientos en el departamento de Antioquia, periodo 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.	32
Gráfico 6. Ciclo anual de eventos por inundaciones y deslizamientos en el municipio de Bello, Antioquia, periodo 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.	33
Gráfico 7. Ciclo anual de precipitaciones para el municipio de Bello, Antioquia, estación Tulio Ospina - serie 1971-2000. Fuente de datos: IDEAM.	35
Gráfico 8. Ciclo anual de precipitaciones para el municipio de Bello, Antioquia, estación Tulio Ospina - serie 1981-2010. Fuente de datos: IDEAM.	35



Gráfico 9. Pérdidas humanas, heridos y desaparecidos en los municipios de Bello y Medellín, Antioquia- período 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.	37
Gráfico 10. Personas y familias afectadas en los municipios de Bello y Medellín, Antioquia- período 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.	38
Gráfico 11. Afectaciones a viviendas en los municipios de Bello y Medellín, Antioquia- período 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.	39
Gráfico 12. Afectaciones a vías, acueducto, centros de salud y educativos en los municipios de Bello y Medellín, Antioquia- período 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.	39
Gráfico 13. Ciclo anual en el municipio de Bello (Antioquia) con base en los datos de la estación Tulio Ospina (Código 27015090). Fuente de datos IDEAM, 2022.....	40
Gráfico 14. Período de retorno de la precipitación al municipio de Bello, Antioquia. Fuente de datos IDEAM, 2022.	41

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación geográfica Bello, Antioquia.	25
Mapa 2. Deforestación o pérdida de cobertura arbórea en el municipio de Bello, departamento de Antioquia. Fuente de datos: Global Forest Watch.....	43
Mapa 3. Amenaza por deslizamientos de tierra en el municipio de Bello, departamento de Antioquia. Fuente de datos: Servicio Geológico Colombiano - SIMMA.	44
Mapa 4. Diferencia de la precipitación media anual período 2011-2040 con respecto al período de referencia 1976-2005, departamento de Antioquia. Fuente: Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100.	45
Mapa 5. Diferencia de la precipitación media anual período 2041-2070 con respecto al período de referencia 1976-2005, departamento de Antioquia. Fuente: Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100.	46
Mapa 6. Diferencia de la precipitación media anual período 2071-2100 con respecto al período de referencia 1976-2005, departamento de Antioquia. Fuente: Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100.	47
Mapa 7. Índice de capacidades frente a la gestión de riesgo de desastres, municipios del departamento de Antioquia.	48



1.INTRODUCCIÓN

El planeta ha estado experimentando un calentamiento como consecuencia de aumento de los gases de efecto invernadero, quema de combustibles fósiles, deforestaciones de las selvas y bosques, excesivo uso de fertilizantes, alta producción de residuos, entre otros, lo que ha venido generando cambios en los patrones climáticos y alterando los diferentes procesos de la naturaleza. Actualmente, a nivel global el cambio climático es una problemática de gran importancia, ya que como consecuencia de este fenómeno se tienen y tendrán impactos sobre la biodiversidad, seguridad alimentaria, escasez del recurso agua, impacto sobre las dinámicas de los procesos sociales y biológicos.

Entre dichas consecuencias, el cambio climático aumenta la dificultad de prever los fenómenos naturales que a su vez causan impactos negativos tanto para la población como para las estructuras ecosistémicas presentes en un determinado lugar. Esta dificultad aumenta al no tener o desconocer la información pertinente y actualizada del territorio para adelantar planes, políticas y estrategias para la prevención y gestión del riesgo por desastres naturales, motivo por el cual nace el porqué de este proyecto que busca adelantar un estudio a partir de información pluviométrica disponible por parte de entidades estatales como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) e información disponible por entidades internacionales, que faciliten el procesamiento y análisis de los fenómenos asociados a tiempo de lluvias como los eventos de inundación y remoción en masa.

El presente documento muestra las diferentes fuentes de información disponibles que se pueden usar para realizar la formulación de políticas, instrumentos y estrategias complementarias para la gestión del riesgo, que permitan la respuesta temprana en los territorios en temporada de lluvias con datos que surgen a partir del procesamiento de datos pluviométricos. Para el desarrollo de esta temática se elige como caso de estudio el municipio de Bello del departamento de Antioquia, teniendo en cuenta la situación que presenta este municipio y las afectaciones que se han estado dando como resultado de la temporada de lluvias que afronta actualmente el territorio colombiano.



2.RESUMEN

Este documento tiene por objetivo analizar información pluviométrica disponible y que pueda ser empleada como insumo para la formulación de políticas, instrumentos y estrategias para la gestión del riesgo en el territorio. Tiene como propósito principal exponer la importancia y la necesidad de los gobiernos locales en adquirir profesionales con el conocimiento y capacidad de análisis sobre la información disponible que facilite la toma de decisiones sobre el territorio a un bajo costo y con grandes beneficios, de este modo, el desarrollo de este proyecto muestra cómo a partir del análisis de información pluviométrica disponible por el IDEAM y otros servidores de información geográfica es posible la toma de decisiones sobre el territorio, mediante la formulación adecuada de políticas, instrumentos y estrategias articuladas con los conceptos de gestión del riesgo, planeación y ordenamiento del territorio.

Para contextualizar esta problemática sobre el territorio colombiano se emplea como caso de estudio el municipio de Bello en el departamento de Antioquia, teniendo en cuenta que en los últimos años ha sido uno de los territorios más afectados por las intensas lluvias; este municipio ha desarrollado y presentado un crecimiento exponencial carente de planificación en el territorio, lo que ha conllevado que en periodos de fuertes precipitaciones se presenten eventos de emergencia causando pérdidas humanas, económicas y medios de subsistencia a la población y que a pesar de las medidas preventivas tomadas por las últimas administraciones de gobierno local frente a esta problemática, se ha evidenciado que aún las dificultades persisten en el territorio.

A lo largo del documento se plasma el análisis de la información pluviométrica disponible para el municipio de Bello, en la que se revisan datos como eventos naturales no intencionales ocurridos y relacionados a tiempo lluvioso, análisis del ciclo anual, análisis de pérdidas humanas, heridos, desaparecidos, personas y familias afectadas, daños y afectaciones en infraestructura, procesos de deforestación, amenazas por deslizamientos, escenarios de cambio climático, periodos de retorno e índices municipales de riesgo; que servirán como herramienta para el análisis de esta problemática sobre el territorio.

Palabras clave: Territorio, Riesgo, Precipitación, Políticas públicas, Población.



3.ABSTRACT

The objective of this document is to analyze available rainfall information that can be used as an input for the formulation of policies, instruments and strategies for risk management in the territory. Its main purpose is to expose the importance and need for local governments to acquire professionals with knowledge and analytical skills on the available information that facilitate decision-making on the territory at a low cost and with great benefits, thus, The development of this project shows how, based on the analysis of rainfall information available by IDEAM and other geographic information servers, it is possible to make decisions about the territory, through the appropriate formulation of policies, instruments and strategies articulated with management concepts. of risk, planning and ordering of the territory.

To contextualize this problem on the Colombian territory, the municipality of Bello in the department of Antioquia is used as a case study, taking into account that in recent years it has been one of the territories most affected by heavy rains; This municipality has developed and presented an exponential growth lacking planning in the territory, which has led to emergency events occurring in periods of heavy rainfall causing human, economic and livelihood losses to the population and that despite the measures preventive measures taken by the latest local government administrations to address this problem, it has been shown that difficulties still persist in the territory.

Throughout the document, the analysis of the pluviometric information available for the municipality of Bello is reflected, in which data such as unintentional natural events occurred and related to rainy weather, analysis of the annual cycle, analysis of human losses, injuries, disappeared, people and families affected, damages and affectations in infrastructure, deforestation processes, threats due to landslides, climate change scenarios, return periods and municipal risk indices; that will serve as a tool for the analysis of this problem on the territory.

Keywords: Territory, Risk, Precipitation, Public policies, Population.



4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los periodos de tiempo lluvioso en Colombia son una constante en la formulación de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), pues son la causa de fenómenos como las inundaciones, avenidas torrenciales, deslizamientos, entre otros, y que por su ocurrencia a lo largo del territorio se ve gravemente afectado el crecimiento económico y social desde un punto de vista local y regional, traducido principalmente en la afectación de la población y en el deterioro de la infraestructura de viviendas y equipamientos de uso público.

Actualmente se cuenta con información relacionada con los eventos asociados a tiempo lluvioso sobre el territorio, sin embargo, muchos de estos estudios se realizan a gran escala a nivel departamental o regional por representar altos costos de producción lo que dificulta la adecuada formulación de políticas e instrumentos y estrategias para la gestión del riesgo de desastres en la presencia de los eventos de inundación, avenidas torrenciales y deslizamientos principalmente cuando se requiere su intervención en una escala municipal.

Atendiendo a lo anterior, entidades como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ha implementado una red climatológica a lo largo del territorio colombiano que recepciona información importante con respecto al estado del tiempo a nivel local, sin embargo, muchos territorios al no contar con el capital humano profesional y especializado necesario para atender esta problemática desconoce este tipo de información disponible y gratuita la cual permite modelar el comportamiento de los fenómenos asociados a tiempo de lluvia a un bajo costo y asimismo proponer un plan de gestión del riesgo y desastres acorde con las características geofísicas y las necesidades propias del municipio.

Así las cosas, el municipio de Bello en el departamento de Antioquia, es uno de los muchos municipios que a lo largo del territorio nacional en donde esta problemática se ve reflejada, pues a pesar de contar en su Plan de Ordenamiento Territorial que contempla la temática de gestión del riesgo, y contar con un Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres actualmente sigue siendo uno de los municipios Antioqueños más vulnerables y susceptibles a daños y pérdidas humanas y económicas en la presencia de fenómenos asociados a tiempo de lluvia.



4.2. ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA

De acuerdo al censo realizado por el DANE en el año 2018 el municipio de Bello es el segundo municipio más poblado del departamento de Antioquia después de Medellín (DANE, s.f). Se estima que Bello sobrepasa los quinientos mil habitantes.

Así mismo el programa de gobierno 2020 - 2023 del municipio de Bello, menciona que las amenazas naturales representan un gran porcentaje de las amenazas que posee Bello, los sismos, inundaciones y avalanchas son los que representan un mayor riesgo. En cuanto a las problemáticas del sector de atención de desastres se señala que los eventos que se presentan con mayor frecuencia en el municipio especialmente en temporadas de lluvia son inundaciones, avenidas torrenciales, deslizamientos y movimientos en masa. (Pérez, 2020)

Conforme con lo anterior es importante recalcar que el riesgo a causa de eventos asociados a tiempo de lluvia en el municipio de Bello es una realidad y que en los últimos años ha dejado un centenar de damnificados y pérdidas económicas importantes para el municipio, esto al no contar con los instrumentos e insumos necesarios para adelantar políticas que permitan la prevención y mitigación del riesgo ante ocurrencia de estos fenómenos en el territorio. A continuación, se mencionan algunas de las emergencias más relevantes para el municipio de Bello asociadas al tiempo de lluvia.

Tabla 1. Histórico de eventos asociados a tiempo de lluvia para el Municipio de Bello, Antioquia.
Fuente: Recopilación de noticias.

Histórico de eventos asociados a tiempo de lluvia en el municipio de Bello - Antioquia			
AÑO	Número de damnificados	Daños generales	Fuente
2010	100 personas	Avalancha de tierra y escombros sepultó 37 casas y más de 100 personas entre niños y adultos de los cuales 82 personas fallecieron.	INFOBAE Dic-05-2020
2017	Sin información	Las fuertes lluvias de la noche del viernes 11 de agosto y el mal manejo de escombros provocaron el desbordamiento de la quebrada San Martín en el municipio de Bello	Noticias Telemedellin Ago-12-2017



2018	Sin información	Cinco barrios sufrieron inundaciones en las principales vías, se desprendieron barrancos y cuatro viviendas fueron averiadas.	La FM 27 Mar-27-2018
2018	26 familias	Inundación de 26 viviendas, por el desbordamiento de la quebrada los Alpes, en el sector conocido como Pachelly.	Caracol Radio Nov-15-2018
2019	Sin información	Inundaciones y deslizamientos por fuertes precipitaciones, afectando la red vial y la estación del Metro de Niquia	Noticias Telemedellin May-25-2019
2020	30 familias	Desbordamiento de las redes de alcantarillado provocando inundaciones en viviendas incluido el Hospital Marco Fidel Suarez.	Noticias Caracol May-01-2020
2021	200 personas	Inundaciones por el desbordamiento de la red de alcantarillado en el sector de Niquia, Potrerito, Argos y la Gabriela.	El Colombiano Oct-27-2021
2022	450 familias	Desbordamiento de la quebrada La García, daños estructurales en viviendas, inundaciones en la redes viales y alcantarillado	El Espectador Ago-08-2022

Es importante señalar que el municipio de Bello en su Plan de Ordenamiento Territorial Acuerdo 12 del 2000 contempla de forma muy generalizada las zonas del municipio con niveles de riesgo alto, medio y bajo en materia económica, social y ambiental, así mismo, el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres para el municipio de Bello como instrumento mediante el cual el municipio prioriza, formula, programa y hace seguimiento a la ejecución de las políticas programas y proyectos con el propósito de la reducción del riesgo y de manejo de desastres, dispone de manera muy general la temática de gestión del riesgo por eventos de tiempo lluvioso particularmente con los eventos de inundación, avenidas torrenciales y deslizamiento de material pesado.



5.JUSTIFICACIÓN

Para los últimos años, el principal objetivo de la administración pública colombiana se ha enfocado en el ordenamiento del territorio incorporando la gestión del riesgo como un eje estructurador del desarrollo por parte de sus gobiernos regionales y locales. Si bien, se han generado resultados positivos que sirven como herramienta para la formulación y ejecución de los planes de ordenamiento territorial (POT), donde el principal objetivo es generar un crecimiento articulado principalmente por el territorio como un agente físico y de la economía local como un agente social cuantificado en la calidad de vida de sus habitantes, muchos tomadores de decisiones sobre el territorio desconocen la información disponible de entidades gubernamentales que son indispensables para una adecuada planificación del territorio en especial cuando se trata de formular e implementar políticas, instrumentos y estrategias orientadas a la gestión del riesgo.

Así mismo, los últimos gobiernos nacionales y las administraciones locales han propuesto y adoptado de manera progresiva el modelo de catastro con enfoque multipropósito, el cual busca adicionalmente de una función fiscal y tributaria a partir de la información catastral debidamente inventariada y estructurada bajo el modelo LADM-COL conocer las fortalezas y debilidades en el territorio, donde la información generada es de carácter digital, disponible e interoperable para las diferentes entidades e instituciones territoriales que permite facilitar de manera asertiva la formulación e implementación de políticas públicas para el desarrollo y ordenamiento del territorio desde los diferentes sectores de gobierno, así las cosas, es necesario capacitar a los profesionales conocedores del territorio en sus competencias físicas, jurídicas y económicas en interpretar y articular la información generada a partir de este nuevo modelo de catastro con enfoque multipropósito.

Realizar un diagnóstico de la situación actual del territorio que permita conocer las debilidades y fortalezas en materia de gestión del riesgo principalmente causadas por las precipitaciones y conocer la información que ofrece por ejemplo el IDEAM relacionada a este fenómeno, es indispensable y necesario por parte de los tomadores de decisiones conocer dicha información y saber cómo procesarla e interpretarla facilitando así realizar una correcta planeación y formulaciones de instrumentos de gestión del riesgo de forma armónica con los aspectos físicos-geográficos, ambientales, sociales, económicos, políticos y culturales presentes en el territorio.



6.OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL:

Analizar la información pluviométrica disponible como insumo para la formulación de políticas, instrumentos y estrategias para la gestión del riesgo en el territorio usando como caso de estudio el municipio de Bello - Antioquia.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar los eventos de mayor frecuencia asociados a tiempo de lluvia.
- Analizar los eventos de inundaciones y movimientos en masa para el caso de estudio.
- Establecer los meses con mayor frecuencia de inundaciones y movimientos en masa para el caso de estudio.
- Evaluar las afectaciones físicas, sociales y económicas para el caso de estudio.
- Establecer para la zona objeto de estudio, los valores de precipitación para periodos de retorno a 25, 50 y 100 años.

7.METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto el grupo de trabajo implementa el siguiente modelo metodológico con el fin de lograr los objetivos propuestos, para lo cual se establecen cuatro fases diseñadas de la siguiente manera:



Imagen 1. Fases de la metodología aplicada. Elaboración propia.



7.1. FASE PRELIMINAR

Tiene como propósito identificar y contextualizar la problemática en un lugar específico del territorio y dar inicio al desarrollo del proyecto, haciendo un primer acercamiento al municipio de Bello en el departamento de Antioquia en sus aspectos físicos, económicos y sociales.

Actividades por realizar:

- Recopilar información relacionada con el estado del arte de gestión del riesgo para el municipio de Bello, Antioquia.
- Reconocimiento de la zona de trabajo a través de información documental cartográfica disponible en servidores digitales.

7.2. FASE EXPLORATORIA

La finalidad de la fase exploratoria es consultar la información necesaria tal como normativa urbana vigente en temas de gestión del territorio, gestión del riesgo y antecedentes de la problemática en el municipio objeto de estudio, del mismo modo adquirir los insumos necesarios teniendo en cuenta su disponibilidad y calidad acorde a los objetivos del proyecto, tales como documentos, imágenes de sensores remotos, información pluviométrica, cartografía base, entre otros.

Actividades por realizar:

- Adquisición de información de eventos asociados a tiempo de lluvia e información pluviométrica por parte del IDEAM para el departamento de Antioquia y el municipio de Bello.
- Adquisición de cartografía temática relacionada.

7.3. FASE DE EJECUCIÓN

Esta fase del proyecto se realiza el tratamiento de los insumos e información adquirida relaciona con la problemática objeto de estudio, pretende adelantar el análisis climatológico, diagnóstico de las afectaciones físicas, económicas y sociales en materia de gestión del riesgo y asimismo proponer de medidas de contingencia y preparación ante los eventos de tiempo lluvioso más concurrentes.

Actividades por realizar:



- Procesamiento y análisis de la información de eventos asociados a tiempo de lluvia e información pluviométrica para el municipio de Bello-Antioquia, determinación de:
 - I. Realizar el análisis climatológico temporal para el municipio de Bello.
 - II. Diagnóstico de las afectaciones sociales y materiales de acuerdo a reportes de emergencia asociados a tiempo de lluvia según información disponible.
 - III. Diagnóstico en materia de gestión del riesgo para el municipio de Bello.
 - IV. Propuesta de medidas de contingencia y preparación ante los eventos de tiempo lluvioso más concurrentes.

7.4. FASE DE RESULTADOS

Esta fase tiene como propósito el análisis de los resultados obtenidos en las fases anteriores como también la elaboración de conclusiones y recomendaciones necesarias que permitan mostrar los objetivos alcanzados.

Actividades por realizar:

- Generación de productos cartográficos.
- Conclusiones.
- Observaciones y recomendaciones.

8.DESCRIPCIÓN DE INSUMOS

8.1. CARTOGRAFÍA BÁSICA

Se toma de la base de datos abiertos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, las capas de la cartografía básica que contiene información de las entidades territoriales como límites departamentales y municipales, cascos urbanos, hidrografía, relieve y cobertura vegetal.

8.2. INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Se obtiene información pluviométrica de los datos registrados de precipitación publicados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM en la página web, los cuales se obtienen de los pluviómetros de la entidad ubicados en diferentes puntos estratégicos en el territorio. Estas mediciones pluviométricas son expresadas en milímetros de agua lluvia, equivalente a un litro de agua por metro cuadrado; de dicha



información se tiene el análisis de ciclos anuales de precipitación, promedios climatológicos, información de estaciones meteorológicas y su ubicación, entre otros.

El IDEAM en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD tienen público el documento “Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100”, allí se analizan los nuevos escenarios de cambio climático en la precipitación durante el periodo de 2011 al 2100, en el que se calcula los aumentos y disminuciones esperados en la precipitación y temperatura en varios periodos de tiempo hasta el fin del siglo.

8.3. REPORTES DE EMERGENCIAS

La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD en su portal web se encuentran disponibles los consolidados de los datos de emergencia, en la plataforma se permite descargar datos tales como: eventos naturales no intencionales ocurridos para cada jurisdicción en el territorio. De este consolidado se discrimina análisis de pérdidas humanas, heridos y desaparecidos, análisis de personas y familias afectadas, así como la infraestructura y viviendas afectadas.

8.4. ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS

Con base a los datos que se encuentran en el visor del Servicio Geológico Colombiano - Sistema de información de Movimientos en Masa SIMMA, en el cual se mapea la zonificación de la amenaza a nivel nacional, aunque el ráster no es descargable la información se puede utilizar para georreferenciar aquellas zonas que se requiera conocer su estado con respecto a la gestión del riesgo.

8.5. DEFORESTACIÓN

Para determinar la deforestación se toman los datos abiertos del Global Forest Watch, herramienta de monitoreo de bosques a nivel mundial y en la que sus colaboradores son grandes empresas que buscan proteger recursos mundiales como los bosques, para ello usan imágenes satelitales que proporciona la USGS, la NASA, Google y universidades como Maryland de los Estados Unidos, los datos se originan con base a imágenes de satélite multiespectrales del Landsat 5 de temática cartográfica (TM), el Landsat 7 plus de temática cartográfica (ETM+), y los sensores de imágenes operacionales de tierra del Landsat 8 (IOT). Para ello se procede a descargar imágenes de 2000 y 2021 en el que se tienen a disposición las bandas 4 (Red), 5 (NIR), 6 (SWIR 1) y 7 (SWIR 2).



8.6. ONI

En la página de la National Weather Service Organization (Organización Nacional del Servicio Meteorológico) de los Estados Unidos se encuentran disponibles los valores históricos del Índice Oceánico del Niño ONI, este logra identificar si por un periodo de tiempo determinado se presentan fenómenos. Este índice es una medida de la condición de El Niño-Oscilación del Sur y su fase cálida (El Niño) y fría (La Niña) en el Pacífico ecuatorial central. Este índice está dado por el promedio de tres meses de las anomalías de la temperatura superficial del mar.

8.7. ÍNDICE MUNICIPAL DE RIESGO DE DESASTRES AJUSTADO POR CAPACIDADES

Es una herramienta que mide el riesgo a nivel municipal ante eventos hidrometeorológicos asociados a aumentos de precipitaciones y las capacidades de las entidades territoriales para gestionarlo. La información es tomada del documento “Índice Municipal de Riesgo de desastres ajustado por capacidades” emitido por el Departamento Nacional de Planeación - DNP; se revisa el capítulo 2 y las secciones Índice de capacidades. Esta información se puede tener referencia para identificar la capacidad de cada municipio que se desee, escalados a nivel departamental.

9.MARCO CONCEPTUAL.

- **Tiempo**

El concepto tiempo hace referencia al estado y condiciones de la atmósfera en un momento y lugar determinado; en función de la combinación de elementos del clima como la presión, temperatura, precipitación, humedad, viento, brillo solar y nubosidad y puede ser susceptible de variación en periodos cortos de tiempo como días, horas o minutos. (Glosario metereológico, IDEAM. 2019)

- **Clima**

El término clima es la media de los valores diarios registrados de los fenómenos atmosféricos como la temperatura, precipitación, humedad, presión, viento, brillo solar y nubosidad, en un lugar determinado durante un periodo largo de tiempo, normalmente 30 años. De esta manera el clima puede entenderse como la media del tiempo presente en un lugar durante un periodo mayor o igual a 30 años. (Glosario metereológico, IDEAM. 2019)

- **Cambio climático**



La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en el artículo 1 lo define como “cambio de 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.” (Naciones Unidas, 1992)

- **Variabilidad climática.**

Son las fluctuaciones del clima que se presentan durante períodos de tiempo cortos. En un año es posible registrar valores que se encuentran por debajo o por encima de lo normal. Este valor normal representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un periodo de tiempo por lo menos de 30 años. La diferencia entre el valor registrado de la variable y el promedio se conoce como anomalía. En diferentes años los valores de las variables climatológicas fluctúan por encima o debajo de lo normal, la secuencia de estas oscilaciones alrededor de los valores normales son los conocidos como variabilidad climática y se determina mediante las anomalías. (Montealegre, 2009)

- **Fenómenos del Niño y Niña**

El fenómeno ENSO (El Niño Oscilación del Sur) es una perturbación a escala global que afecta la dinámica de la atmósfera en el Pacífico Ecuatorial, presenta dos fases, una de calentamiento conocida como fenómeno de “El Niño”, y otra de enfriamiento denominada “La Niña”. En Colombia el fenómeno del “El niño” impacta con sequías mientras que “La Niña” es sinónimo a intensas lluvias que sobrepasan las cifras normales. (CAR, s.f.)

- **Precipitación**

Hace referencia a cualquier tipo de depósito de agua sólida o líquida proveniente de la atmósfera recogida sobre la superficie terrestre. Es así que aplica la lluvia, nieve, granizo, rocío y neblina. (Clima andino y café Colombia, s. f.)

- **Inundaciones**

El instituto distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático indica que las inundaciones son producidas por exceso de agua, invadiendo áreas que en condiciones normales están secas. (CGERI, s. f)

- **Remoción en masa**

Los fenómenos de remoción en masa son procesos de transporte de material definidos como procesos de ‘movilización lenta o rápida de determinado volumen de suelo, roca o ambos, en diversas proporciones, generados por una serie de factores’ (Hauser, 1993). Estos movimientos tienen carácter descendente ya que están fundamentalmente controlados por la gravedad.



- **Vendaval**

Fenómeno asociado a tiempo de lluvia, principalmente se caracteriza por la presencia de fuertes precipitaciones acompañada de fuertes velocidades de vientos, peligroso para los habitantes y la infraestructura ubicada en las zonas urbanas principalmente por derribar árboles y construcciones no convencionales. (Glosario metereológico, IDEAM. 2019)

- **Avenidas torrenciales**

“Las avenidas torrenciales son un tipo de movimiento en masa que se desplazan generalmente por los cauces de las quebradas, llegando a transportar volúmenes importantes de sedimentos y escombros, con velocidades peligrosas para los habitantes e infraestructura ubicados en las zonas de acumulación, de cuencas de montaña susceptibles de presentar este tipo de fenómeno” (Caballero, 2011).

- **Riesgo**

El Riesgo es definido como la posibilidad de ocurrencia de un resultado negativo ya sea de carácter natural o antrópico, identificado y localizado en un área determinada con características físicas específicas; por lo tanto, mientras mayor sea la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno, mayor será el riesgo. El riesgo está en función de variables como la amenaza, la vulnerabilidad y la susceptibilidad. (UNGRD, s.f.)

- **Amenaza**

La amenaza se entiende como aquel fenómeno, actividad humana o condición peligrosa que se localiza en un espacio geográfico determinado y que puede provocar la muerte, lesiones o trastornos en la salud en la comunidad presente, deterioró en infraestructura, la pérdida de redes de suministros locales y/o ruptura de las relaciones sociales y económicas. (UNGRD, s.f.)

- **Vulnerabilidad**

El concepto de vulnerabilidad está asociado a las condiciones, características y circunstancias presentes en una comunidad, que hacen que la amenaza tenga mayor o menor impacto negativo en el entorno, tales como un desarrollo del territorio planificado con medidas de prevención del riesgo, sistemas constructivos resistentes ante un determinado fenómeno y cultura ciudadana. (UNGRD, s.f.)

- **Susceptibilidad**

La susceptibilidad es el grado de predisposición presente en un espacio geográfico para que se materialice un evento determinado, teniendo en cuenta principalmente las características físicas propias del entorno y el histórico de ocurrencia del fenómeno. (CIIFEN, 2022)



- **Política pública**

De acuerdo a la definición de William Jiménez “una política pública se puede entender como la orientación general que define el marco de actuación de los poderes públicos en la sociedad, sobre un determinado asunto. de manera más concreta, la política pública se presenta como un proceso de decisiones y acciones gubernamentales actuando directamente o través de sus agentes tendiente a resolver un asunto de interés público” (Jiménez & Ramírez, 2008)

- **Gestión del riesgo**

El Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo - PNUD define gestión de riesgo como “el proceso planificado, concertado, participativo e integral de reducción de las condiciones de riesgo de desastres de una comunidad, una región o un país. Implica la complementariedad de capacidades y recursos locales, regionales y nacionales y está íntimamente ligada a la búsqueda del desarrollo sostenible. Es el conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales para implementar políticas y estrategias con el fin de reducir el impacto de amenazas naturales y desastres ambientales y tecnológicos”. (PNUD, 2012)

- **Índice Municipal del riesgo de capacidades**

De acuerdo a la definición del Departamento Nacional de Planeación el índice municipal del riesgo de capacidades tiene como objetivo medir a los municipios según el riesgo que tiene la población ante eventos relacionados con inundaciones, flujos torrenciales y movimientos en masa; y comparar a los municipios según sus capacidades para gestionarlo. (DNP, s.f.)

10.MARCO JURÍDICO COLOMBIANO

Partiendo de la diversidad climática presente en el territorio Colombiano, los diferentes eventos asociados al tiempo de lluvia y necesidad de formular políticas, instrumentos y estrategias para la gestión del riesgo en el territorio, es importante reconocer y examinar los diferentes marcos normativos de planeación territorial que se encuentran vigentes y que son competencia de las diferentes entidades territoriales, para una correcta planificación del territorio en materia de la gestión del riesgo.

-

Por la cual se da origen al Sistema Nacional Ambiental y establece como uno de los principios generales en materia medioambiental descrito en su artículo No. 1 numeral 9 establece que “La prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento”. Así mismo en el artículo 17 se responsabiliza al IDEAM del levantamiento



y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país, así como de establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de la planificación y el ordenamiento del territorio. (Ley 99, 1993, Artículo 17)

- **Decreto 1277 de 1994**

Por el cual se organiza y establece el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM definiendo en su artículo segundo los objetivos principales de esta entidad donde se resalta *“Establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de la planificación y el ordenamiento ambiental del territorio” “ Obtener, almacenar, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información básica sobre hidrología, hidrogeología, meteorología, geografía básica sobre aspectos biofísicos, geomorfología, suelos y cobertura vegetal para el manejo y aprovechamiento de los recursos biofísicos de la Nación” y “Prestar el servicio de información en las áreas de su competencia a los usuarios que la requieran”* (Decreto 1277, 1994)

- **Ley 388 de 1997**

Marco normativo del ordenamiento territorial en el cual se resalta los objetivos relacionados con la gestión del riesgo sobre el territorio: *“Establecer los mecanismos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.” “Garantizar que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos domiciliarios, y velar por la creación y la defensa del espacio público, así como por la protección del medio ambiente y la prevención de desastres”.* (Ley 388, 1997)

- **Ley 1523 de 2012**

Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SNGR, en el artículo primero establece que *“la gestión del riesgo, es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.”*(Ley 1523, 2012)

- **Decreto 1807 2014**



Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial.

- **Decreto 1478 2022**

"Por medio del cual se adopta la actualización del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se modifica el Artículo 2.3.1.2.2.4.3 de la Subsección 4, Sección 2, Capítulo 2, Título 1, Libro 2, del Decreto Único Presidencial 1081 de 2015." (Decreto 1478, 2022)

- **Acuerdo 12 de agosto 10 del 2000**

Por la cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Bello, en su artículo 28 y 48 se definen las zonas de riesgo en el suelo urbano y para el suelo rural respectivamente.

- **Acuerdo 033 de 2009**

Por el cual se implementa revisión y ajuste al Plan de Ordenamiento Territorial Acuerdo 12 2000, en el cual se define la gestión del riesgo en sus artículos 150 y 151.

- **PMGRD Bello- 2015**

El Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres para el municipio de Bello como instrumento mediante el cual el municipio prioriza, formula, programa y hace seguimiento a la ejecución de las políticas programas y proyectos con el propósito de la reducción del riesgo y de manejo de desastres, de forma armónica con los demás instrumentos de planeación municipal y de gestión del territorio. (CMGRD, 2015)

11.ALCANCE

El alcance de este proyecto es mostrar y analizar la información pluviométrica disponible por entidades gubernamentales que pueda ser implementada por los tomadores de decisiones para la formulación de instrumentos, planes y estrategias en materia de gestión del riesgo, caso de estudio: municipio de Bello - Antioquia.

El análisis de la información pluviométrica estará dado principalmente por los eventos asociados a tiempo lluvioso más recurrentes a nivel departamental.

12.LIMITACIONES

Para el desarrollo y ejecución del presente proyecto se trabaja únicamente con la información disponible en los servidores web de las diferentes entidades gubernamentales para el municipio de Bello y del departamento de Antioquia, por lo cual no se realizará trabajo de campo en sitio.



13.CONTEXTO GEOGRÁFICO

13.1. DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

El departamento de Antioquia está ubicado en el noreste de Colombia, en el punto en que se unen la costa atlántica y la costa pacífica, el cual coincide con el nacimiento de la cordillera colombiana. En Antioquia prácticamente vienen a morir 2 de las 3 estribaciones en que se ramifica la cordillera de los Andes al llegar a territorio colombiano: la cordillera central y la occidental. Por ello, las 2 terceras partes del departamento están conformadas por áreas planas y la otra tercera parte por zonas montañosas, que llegan hasta los 4.000 metros de altura. Lo anterior hace de Antioquia un cóctel de múltiples culturas, razas, gentes y espacios productivos.

En Antioquia conviven culturas de variada naturaleza, al igual que múltiples sistemas de producción, como las grandes extensiones, la producción cafetera, el minifundio, la minería, lo mismo que la ciudad moderna altamente industrializada y tecnificada, polo de desarrollo no sólo de la economía antioqueña sino de la colombiana en su conjunto.

Límites: Por el norte con el océano atlántico y los departamentos de Córdoba y Bolívar; por el oriente limita con los departamentos de Bolívar, Santander y Boyacá; por el sur con Caldas y Risaralda y por el Oeste con el departamento de Chocó. Por último, en lo relacionado con sus recursos hídricos, Antioquia cuenta con una gran riqueza fluvial, en donde se destacan los ríos Cauca, Atrato y Magdalena, además de su costa sobre el océano atlántico, en donde se encuentra ubicado el golfo de Urabá, identificada como de gran potencial para la construcción de un puerto marítimo. (OCDE, 2011)

Tal y como se mencionó, Medellín y Bello, son los municipios que tienen mayor frecuencia de eventos asociados a tiempo lluvioso en el departamento de Antioquia, y de acuerdo a que se toma el municipio de Bello como caso de estudio, es importante establecer el contexto geográfico en cuanto a su localización, clima, geología, geomorfología, hidrografía, con el fin de lograr determinar el motivo de dichas eventualidades.

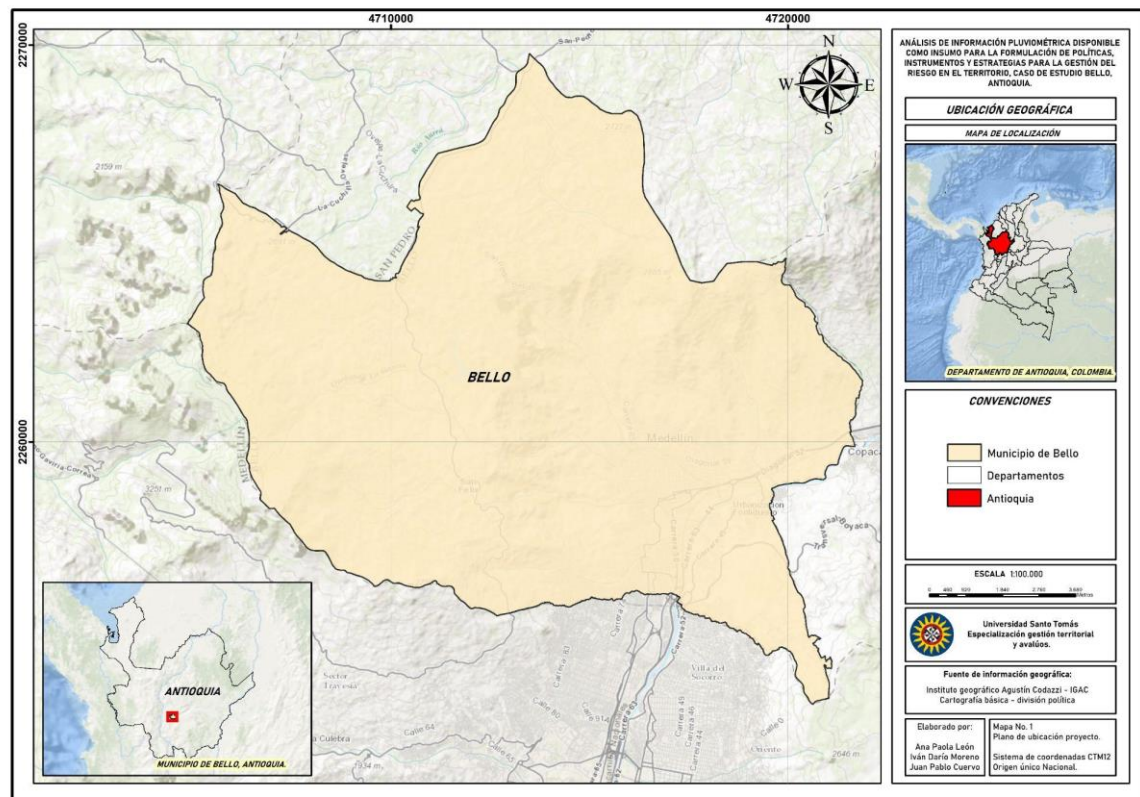
13.2. MUNICIPIO DE BELLO

Bello es un municipio ubicado en el norte del Valle de Aburrá del departamento de Antioquia. Forma parte de la denominada Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Bello hace parte del Valle de Aburrá, un valle de la Cordillera de los Andes. La ciudad cuenta con un área total de 142,36 Km² de los cuales 19,7 Km² son suelo urbano y 122,66 km² son suelo rural. Este valle está totalmente urbanizado en su parte plana, y muy ocupado



en sus laderas. La mayor parte de la población se concentra en el suelo urbano y la mayor parte de la población rural se concentra en pequeños centros poblados rurales, siendo la minoría una población dispersa en todo el territorio.

Limita por el norte con el municipio de San Pedro; por el este, con Copacabana; por el sur, con Medellín; y por el oeste, con Medellín y San Jerónimo. Se sitúa a 3 km de la capital departamental y se une por carretera con la ciudad de Medellín y las poblaciones de San Pedro, Copacabana y San Jerónimo. (Pérez, 2020)



Mapa 1. Ubicación geográfica Bello, Antioquia.

CLIMA

El municipio por estar ubicado en la zona tórrida, no registra cambios estacionales del clima. El índice promedio de precipitación es de 1.347 mm, y su temperatura está determinada por pisos térmicos que van del páramo, pasando por el frío hasta llegar al medio, en donde está la cabecera, la cual tiene una temperatura promedio de 23 °C durante todo el año, intercalando períodos secos y lluviosos y se ve refrescada por los vientos que se encañonan a lo largo del valle y que soplan durante todo el año. Además de recibir los vientos alisios que soplan desde los valles bajos de los ríos Cauca al



occidente y Magdalena al oriente Magdalena medio, que crean una densa capa de aire cálido, lo cual hace que la parte plana del municipio y algunas zonas aledañas se incremente la humedad y la temperatura aumente con respecto a lo marcado en el barómetro; y por consiguiente el viento debido a esta condición los municipios del norte como Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa sean más cálidos que la capital antioqueña Medellín, a pesar de sus cercanías. (CMGRD, 2015)

RELIEVE

El municipio de Bello, presenta principalmente dos tipos de estructuras de relieve; una zona montañosa, con alturas máximas que rodean el asentamiento urbano principal que alcanza los 2,600 msnm, y una zona plana y semiplana, donde las alturas descienden de 1,800 a 1,600 msnm. Dos estructuras de relieve claramente identificadas, donde el casco urbano se encuentra hoy totalmente urbanizado en la zona de menor pendiente.

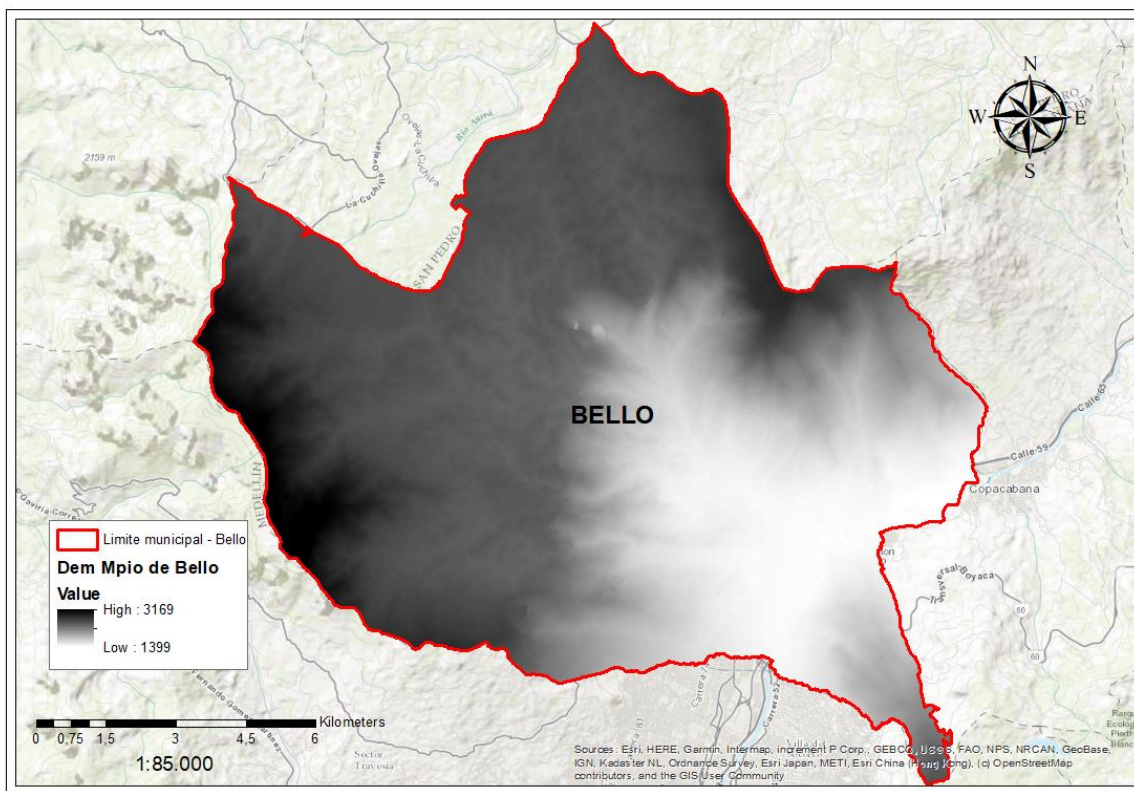


Imagen 2. Modelo Digital de Terreno - Municipio de Bello, Alos Palsar. Fuente de datos: ASF – Universidad de Alaska.



HIDROGRAFÍA

Bello cuenta con importantes cuerpos de agua, el más importante es el Río Medellín el cual se encuentra al suroriente del municipio y atraviesa en gran parte el casco urbano, este afluente hídrico tiene una extensión de aproximadamente 5 Km entre los límites de Bello. En su gran extensión cuenta con 116 quebradas, siendo la Quebrada la García, de Aguirre, El Barro, La Loca, La Madera y El Hato los más importantes con una extensión mayor a 5 Km, además de estos la Represa La García es uno de los atractivos eco-turísticos más importantes por su importancia ecosistémica en el municipio. Información tomada de acuerdo a la capa geográfica obtenida de datos abiertos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC, s.f.)

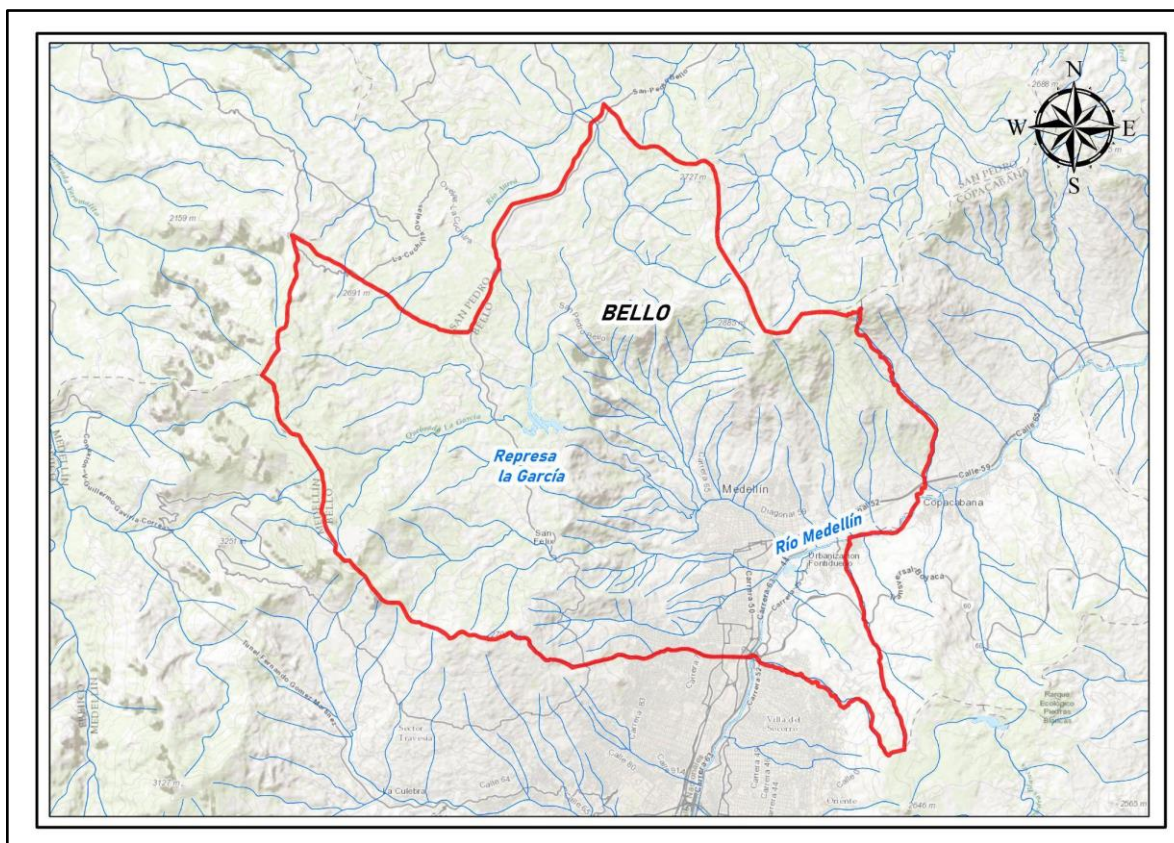


Imagen 3. Hidrografía del municipio de Bello. Fuente de datos: IGAC.

DEMOGRAFÍA

Para el censo realizado durante el año 2018 por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el municipio de Bello cuenta con una población de 522.264 habitantes y proyecta un crecimiento de 5,85% anual, este municipio presenta con una densidad poblacional de aproximadamente 2.496 por kilómetro cuadrado, donde el



47.1% de sus habitantes son hombres y el 52,9% mujeres. La cobertura de los servicios públicos domiciliarios es alta dentro del casco urbano, ya que el 96,9% de las viviendas cuenta con servicio de energía eléctrica, el 96,4% tiene servicio de acueducto y el 91,4% cuenta con comunicación telefónica.

De acuerdo con las cifras de la Gobernación de Antioquia basadas en la encuesta de Calidad de Vida 2004 el estrato socioeconómico 1 y 2 en el municipio de Bello representa el 59,5 %, el estrato 3 el 36,1% y para los estratos 4 y 5 el 4,4% que son principalmente viviendas campestres.

ECONOMÍA

El sistema económico del municipio de Bello está dado principalmente por la actividad relacionada con textiles, concentrados, comercio formal e informal, explotación de areneras y canteras, en el área urbana. En la zona rural se dedica principalmente a la agricultura, el ecoturismo y la ganadería de baja intensidad.

14. ANÁLISIS DE EVENTOS

Inicialmente para tener contexto de la situación y teniendo como base los datos disponibles reportados por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres de eventos naturales no intencionales ocurridos desde el año 1997 al 2021 en cada uno de los departamentos, se seleccionan los eventos relacionados a tiempo lluvioso para realizar un análisis de los que se presentan con mayor frecuencia en el departamento de Antioquia y seguidamente se realiza la revisión de los municipios que reportan la mayor cantidad de eventos asociados a tiempo lluvioso para el departamento Antioqueño.

14.1. ANÁLISIS DE LOS EVENTOS DE MAYOR FRECUENCIA ASOCIADOS A TIEMPO LLUVIOSO EN ANTIOQUIA

Los eventos analizados en el departamento de Antioquia asociados a tiempo lluvioso son: deslizamientos, inundaciones, vendavales, heladas, lluvias, tempestad, tormentas eléctricas y granizadas; de acuerdo a los datos reportados por la Unidad para la gestión del Riesgo de Desastres para los años desde 1971 al 2021 han ocurrido en total total de 2.785 eventos, siendo las inundaciones los que más se presentan con 1.257 eventos que corresponde al 45,13%, los deslizamientos con 977 eventos que corresponden al 35,28% y vendavales registran con 443 eventos que corresponde al 35,24% (ver gráfico 1).



Gráfico 1. Cantidad de eventos asociados a tiempo lluvioso en el departamento de Antioquia.
Fuente de datos: UNGRD.

Conforme a lo anterior los eventos asociados a tiempo lluvioso más ocurrentes para el departamento de Antioquia son las inundaciones, deslizamientos y vendavales, motivo por el cual serán los eventos objeto de análisis para el desarrollo de los objetivos propuestos.

14.2. MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO CON MAYOR FRECUENCIA DE INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS

Teniendo en cuenta que las inundaciones, los deslizamientos y vendavales son los eventos que con mayor frecuencia se presentan en el departamento, de los 125 municipios que hacen parte de Antioquia, Medellín, Bello y Nechí son los que tienen reportados mayor cantidad de eventos de este tipo siendo Medellín con 230 el que ocupa el desafortunado primer lugar con una gran distancia sobre demás, y en seguida sigue Bello con 65 eventos, para el resto de los municipios la tendencia es similar de acuerdo a los registros mencionados (Ver gráfico 2).

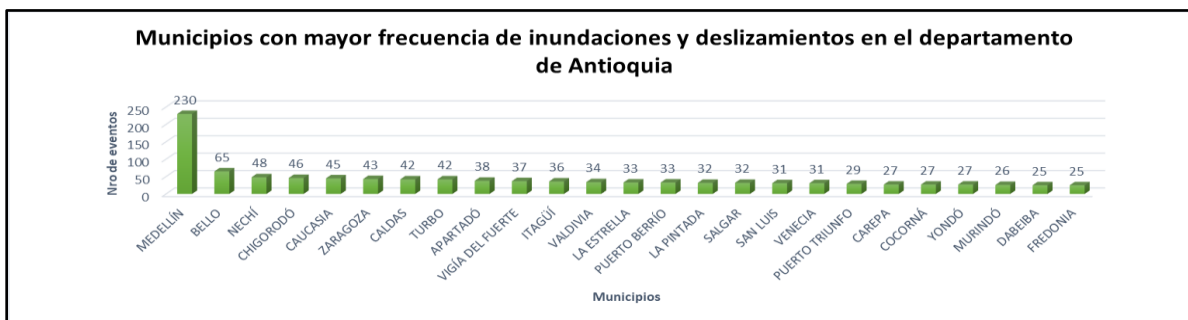




Gráfico 2. Municipios del departamento de Antioquia con mayor frecuencia de inundaciones y deslizamientos. Fuente de datos: UNGRD.

Se realiza el análisis de la ocurrencia de eventos de inundación y deslizamiento registrados para cada municipio en el departamento de Antioquia, en donde Medellín es el municipio con mayor incidencia de estos eventos, sin embargo, por tratarse de la capital del departamento y por contar con un Plan de Ordenamiento Territorial y Plan de Gestión del Riesgo más sólido y orientado para la gestión del riesgo en el territorio, se toma el municipio de Bello como municipio objeto de estudio, por ser el segundo municipio con mayor incidencia de estos eventos.

14.3. ANÁLISIS DE LOS EVENTOS DE MAYOR FRECUENCIA ASOCIADOS A TIEMPO LLUVIOSO EN EL MUNICIPIO DE BELLO

Se realiza el análisis de los eventos de mayor frecuencia asociados a tiempo lluvioso únicamente para el municipio de Bello, se logra evidenciar que el evento con mayor frecuencia es el de inundación con un total de 41 eventos, sigue deslizamiento con un total de 24 eventos y por último los vendavales para una cantidad de 2 eventos.

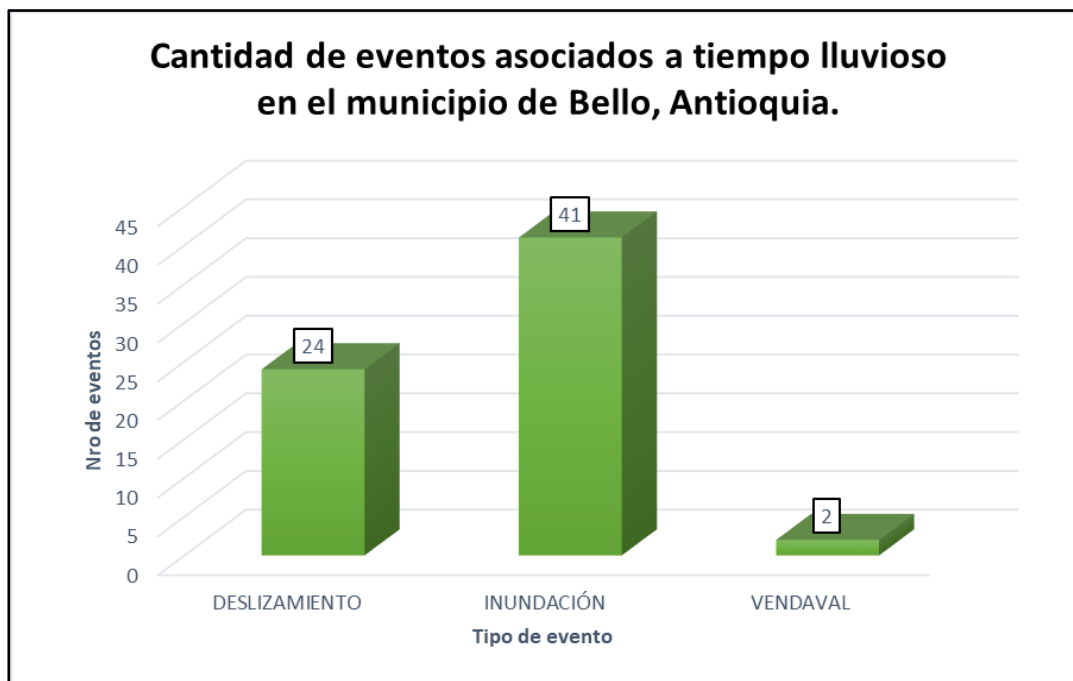


Gráfico 3. Cantidad de eventos asociados a tiempo lluvioso en el municipio de Bello, Antioquia. Fuente de datos: UNGRD.



Conforme a los resultados obtenidos de los eventos naturales no intencionales ocurridos desde el año 1997 al 2021 para el municipio de Bello, se continúa el estudio con los eventos más recurrentes relacionados a tiempo lluvioso, es decir con inundaciones y deslizamientos ya que notoriamente son los que mayor afectación tienen sobre el municipio.

14.4. AÑOS CON MAYOR CANTIDAD DE EVENTOS Y SU RELACIÓN CON EL FENÓMENO NIÑO Y NIÑA - ÍNDICE ONI

Para el periodo 1997 al 2021 se identifican los años con mayor cantidad de eventos de tiempo lluvioso, 2021, 2020 y 2010 (ver gráfico 4) son los de mayor número con 287, 268 y 195 eventos respectivamente. Al analizar estos valores, se destaca la relación con uno de los años más lluviosos en las últimas décadas, el periodo 2010-2011. Analizando el índice Oceánico del Niño ONI en el que el valor en rojo corresponde a periodos cálidos cuando supera el registro de $+0.5^{\circ}\text{C}$, en cambio cuando el valor está en azul corresponde a periodos fríos cuando supera el registro de -0.5°C . Los registros del ONI son valores promedio de tres meses dando como resultado registros que según como sea el comportamiento a lo largo de los meses puede ser un fenómeno del Niño o Niña, para ello debe darse una consecución en valores negativos o positivos respectivamente.

En el periodo 2010-2011 se presenta el fenómeno de la Niña, al ver los valores históricos del Índice Oceánico del Niño ONI para estos años el fenómeno duró 12 meses, desde junio del 2010 a mayo de 2011 los valores fueron en su mayoría superiores a $-1,6^{\circ}\text{C}$, siendo uno de los fenómenos de la Niña más fuertes de toda la historia al tener por 4 meses seguidos un valor $-1,6^{\circ}\text{C}$. Para los años 2020 y 2021 la Niña es débil a moderada por los valores que se encuentran en un rango de $-0,5^{\circ}\text{C}$ a $-1,3^{\circ}\text{C}$, presentándose por 17 meses desde agosto de 2020 a diciembre de 2021, con un descanso en junio y julio de 2021 al tomar un valor neutro de $-0,4^{\circ}\text{C}$ que en definitiva es un valor de $-0,5^{\circ}\text{C}$. La gráfica 10 muestra estos años (2020-2021) con la mayor frecuencia de eventos precisamente al haber tantos meses en condición de Niña aun siendo débil a moderada.

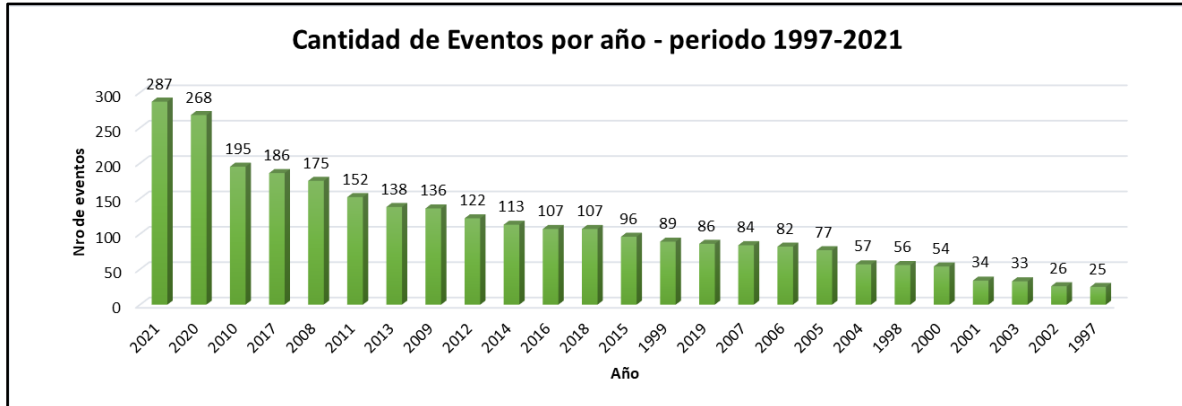


Gráfico 3. Cantidad de eventos por año- periodo 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.

14.5. ANÁLISIS DE CICLO ANUAL POR EVENTOS Y SERIES 1971-2000 Y 1981-2010

Para realizar un análisis de los meses que presentan mayor cantidad de eventos por inundaciones y deslizamientos, se hace revisión de los datos disponibles en el portal de la Unidad la Gestión del Riesgo de Desastres, en el cual se encuentra cargado los consolidados de datos de emergencia y se detallan los eventos registrados en el departamento de Antioquia entre 1997 y 2021 que corresponden a un periodo de 25 años asociados a las inundaciones y los deslizamientos. Es así que, de acuerdo a estos datos se logra evidenciar que mayo, noviembre y octubre son los meses que mayor cantidad de eventos registran, el primero, con una media de 18,2 eventos, seguidamente se encuentra noviembre con 13,7 y octubre con 10,2. (ver gráfico 5)

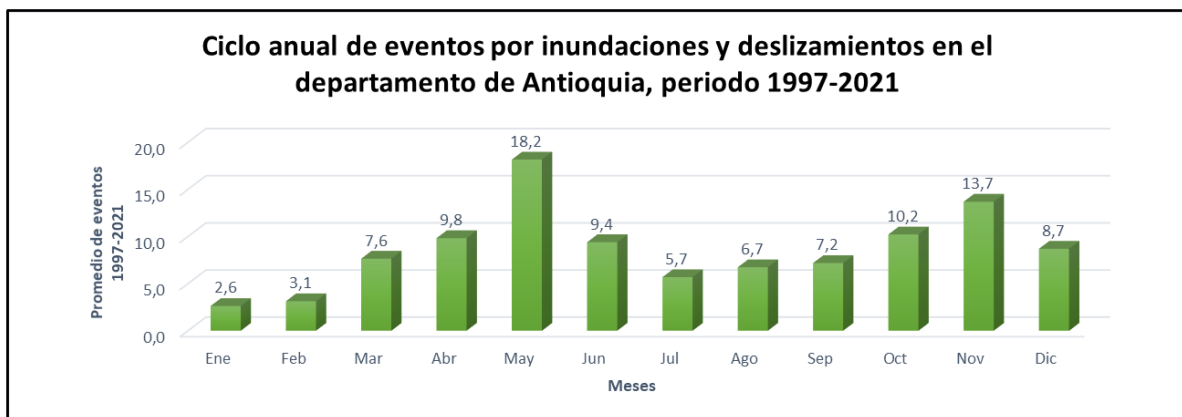


Gráfico 4. Ciclo anual de eventos por inundaciones y deslizamientos en el departamento de Antioquia, periodo 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.

Al realizar la revisión del ciclo anual para el municipio de Bello, inicialmente se identifica que para el periodo de 1997 al 2021 no hay un gran número de eventos reportados lo que conlleva a que el reporte por mes no supere los 1,5 eventos. Al revisar la información



y de acuerdo al reporte de emergencias de la UNGRD se observa que los meses con mayor reporte son agosto, septiembre y diciembre con 1,5 eventos, seguidamente de junio y noviembre con 1.4, y abril con una cantidad de 1.3 eventos. (Ver gráfico 6)

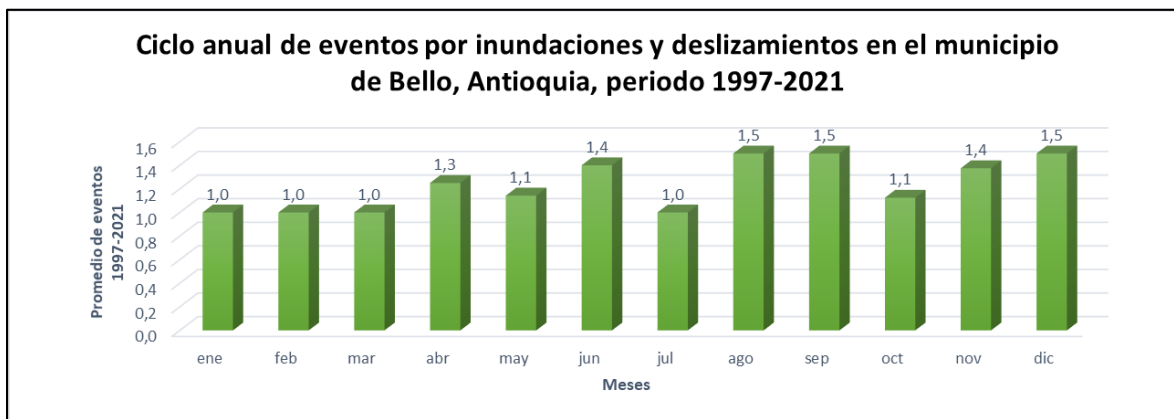


Gráfico 5. Ciclo anual de eventos por inundaciones y deslizamientos en el municipio de Bello, Antioquia, periodo 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.

Se obtienen del IDEAM los promedios climatológicos de 1971-2000 y 1981-2010 para el departamento de Antioquia, se escoge la estación Tulio Ospina del municipio de Bello ya que tiene mayor cantidad de datos respecto a la otra estación instalada en Bello, Meseta la San Pedro. (Ver imagen 4)

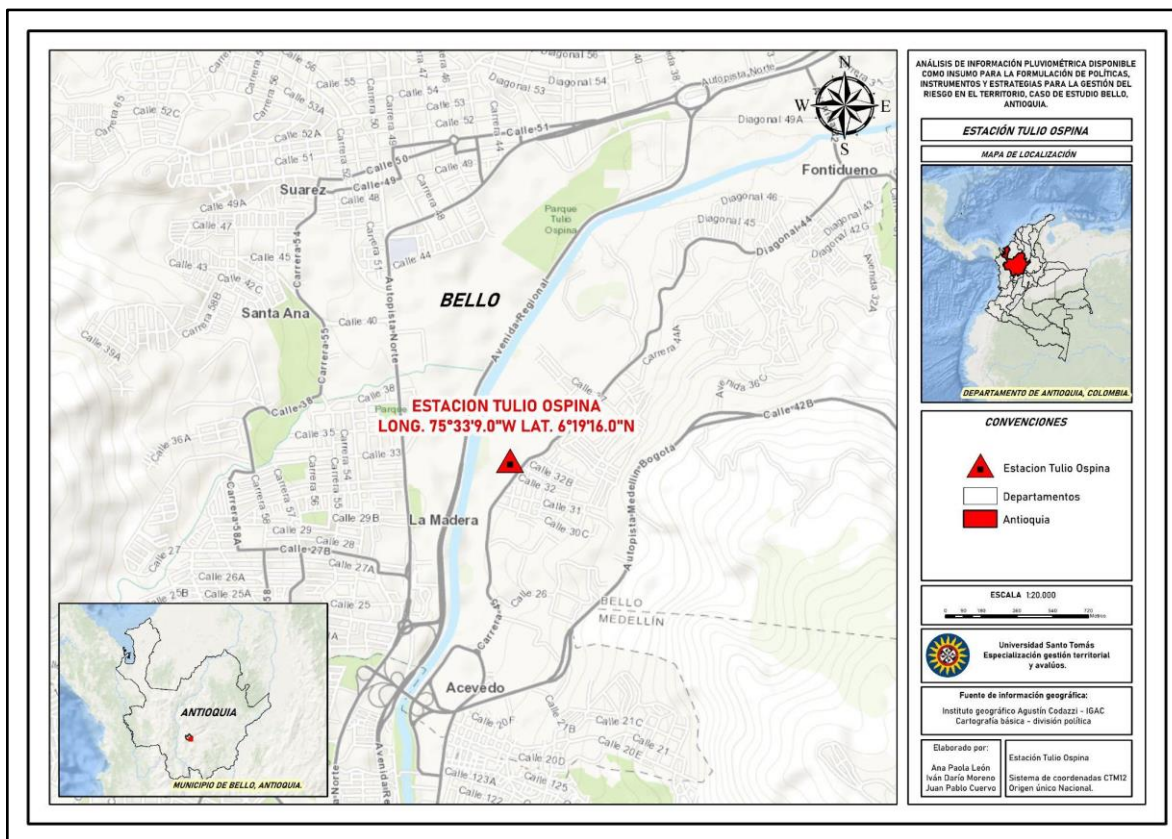


Imagen 4. Ubicación estación Tulio Ospina. Fuente de datos: IDEAM

Se realiza el ciclo anual de precipitaciones para el municipio de Bello, teniendo en cuenta la serie 1971 al 2000, al observar el gráfico 7 se identifica que los meses que presentan un promedio de precipitación mayor son mayo, octubre y septiembre.

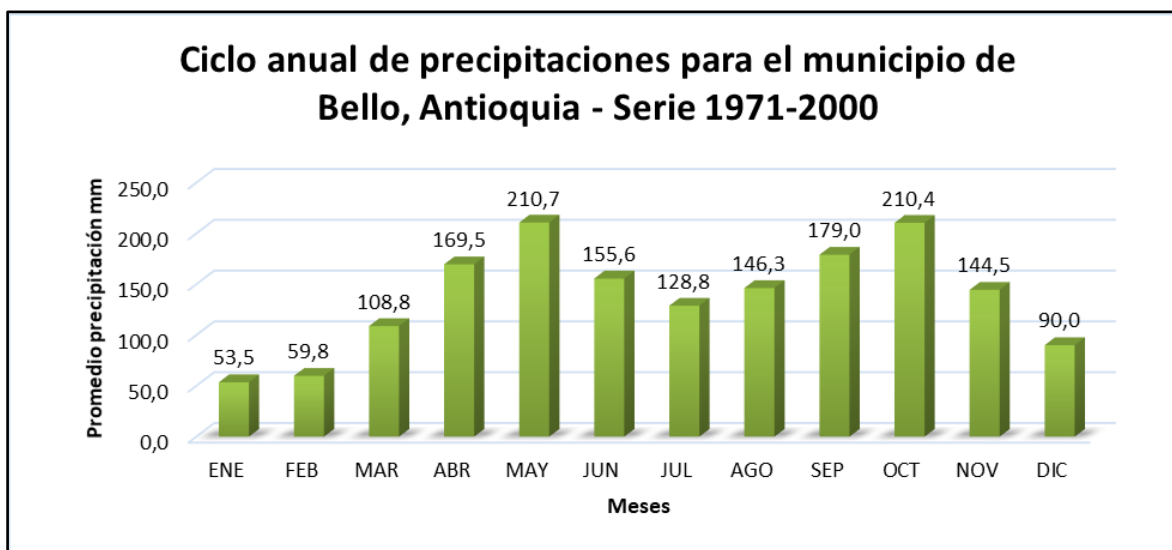




Gráfico 6. Ciclo anual de precipitaciones para el municipio de Bello, Antioquia, estación Tulio Ospina - serie 1971-2000. Fuente de datos: IDEAM.

Seguidamente se verifican los datos de la serie 1981-2010 evidenciando que los meses con mayor cantidad de eventos son octubre, mayo y septiembre.

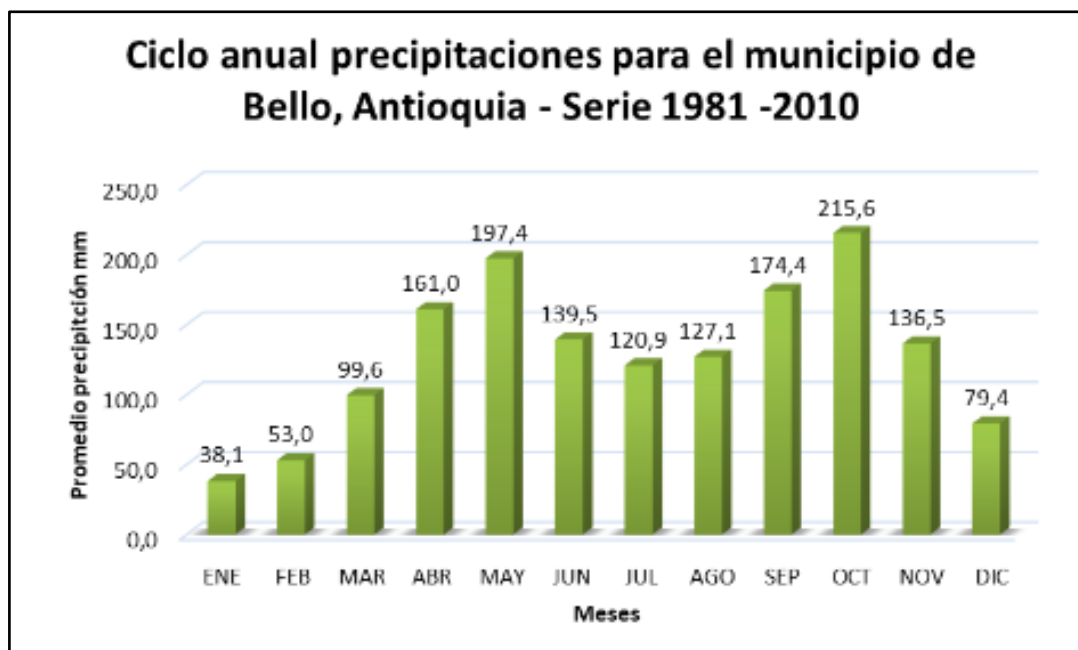


Gráfico 7. Ciclo anual de precipitaciones para el municipio de Bello, Antioquia, estación Tulio Ospina - serie 1981-2010. Fuente de datos: IDEAM.

Al observar los gráficos 7 y 8 se identifica un comportamiento similar en cuanto al promedio de precipitación por mes, los meses de mayo, septiembre y octubre son los de mayor precipitación. En cuanto a la relación del promedio de eventos por inundaciones y deslizamientos del departamento de Antioquia vs el promedio de precipitación por mes se evidencia un comportamiento directamente proporcional, es decir, que al revisar los meses que mayor precipitación presentan, así mismo, son estos meses los que presentan una mayor cantidad reportes de eventos. Esta relación debe ser base para los tomadores de decisiones, ya que se evidencia que estos meses requieren mayor atención y por ende es preciso crear planes, políticas y estrategias que posibiliten actuar con anticipación para de esta forma disminuir y controlar las afectaciones al municipio. Por otro lado, no se logra observar una relación directa entre promedio de eventos por inundaciones y deslizamientos de Bello vs el promedio de precipitación, lo que refleja tal y como se había mencionado inicialmente, el reporte de emergencias no es el más riguroso para el municipio de Bello.

Además, por la cantidad de eventos reportados es necesario incentivar el trabajo en conjunto entre la unidad de gestión del riesgo y el municipio, actualizando la base de



datos de emergencias de forma constante para tener un comportamiento anual más acorde a la realidad

15.EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS Y DAÑOS PARA EL MUNICIPIO DE BELLO.

Con el fin de realizar una revisión de las afectaciones que ha sufrido el municipio de Bello, se realiza una comparación de pérdidas y daños con el municipio que ha presentado mayor cantidad de eventos asociados a tiempo lluvioso del departamento de Antioquia, de acuerdo a los datos obtenidos en el numeral 14.2. el municipio con mayor cantidad de eventos es Medellín con más de 200 eventos, por lo que se tomará como referencia con respecto al municipio objeto de análisis. El análisis se realiza con los datos consolidados de emergencia desde el año 1997 al 2021, publicados en el portal de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

15.1. ANÁLISIS DE PÉRDIDAS HUMANAS, HERIDOS Y DESAPARECIDOS

De acuerdo a lo anterior, el primer punto de análisis parte de las personas afectadas en los municipios de Bello y Medellín para el período de 1997 al 2021, en este caso se tiene acceso al número de muertos, heridos y desaparecidos que se generaron a partir de los eventos de deslizamiento e inundación. El municipio coincidente al mayor número de muertos, heridos y desaparecidos es Medellín con 154, 139 y 11 respectivamente, siguiendo con Bello con 132 pérdidas humanas, 56 heridos y 40 desaparecidos (ver gráfico 9). Estos datos ya generan una alerta para el municipio de Bello, ya que, siendo un municipio con menor cantidad de habitantes comparado con la ciudad de Medellín, tiene una reducida diferencia en las afectaciones directas sobre la población.

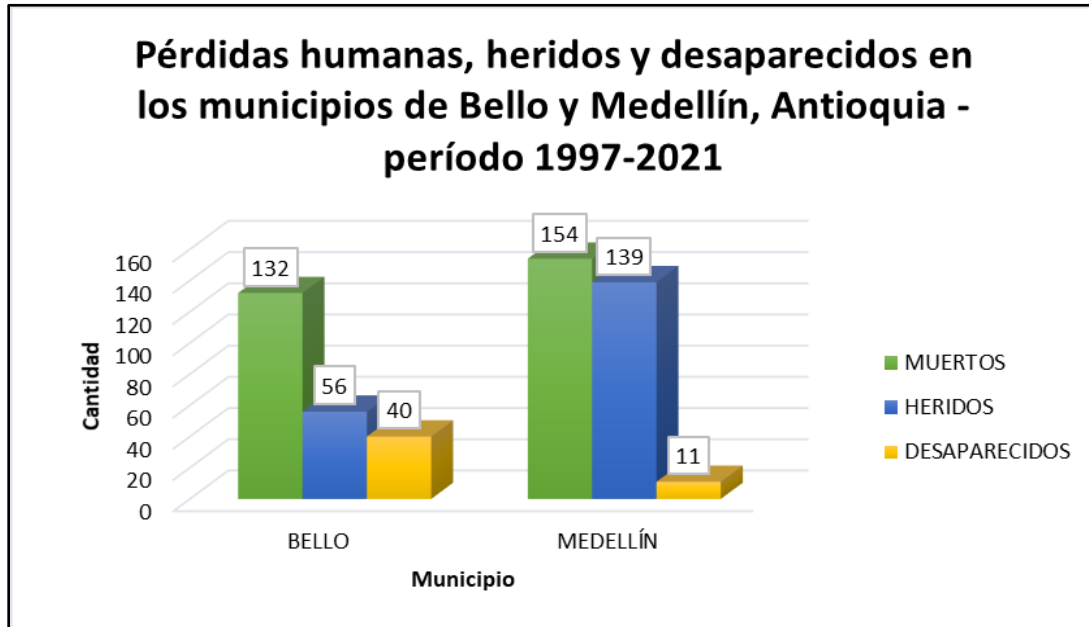


Gráfico 8. Pérdidas humanas, heridos y desaparecidos en los municipios de Bello y Medellín, Antioquia- período 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.

15.2. ANÁLISIS DE PERSONAS Y FAMILIAS AFECTADAS

Al realizar la respectiva revisión de la cantidad de personas y familias afectadas, se logra evidenciar que la cantidad en el municipio de Bello es relativamente baja a comparación con Medellín, no obstante, las 20.429 personas y las 4.902 familias afectadas corresponden a un sobresaliente número que puede disminuir con las acciones oportunas de los entes de control. Además de esto, se sigue teniendo en cuenta la diferencia de la cantidad de habitantes entre estos municipios, Bello tiene aproximadamente el 20% de la población de Medellín y sus números aun así son cercanos.

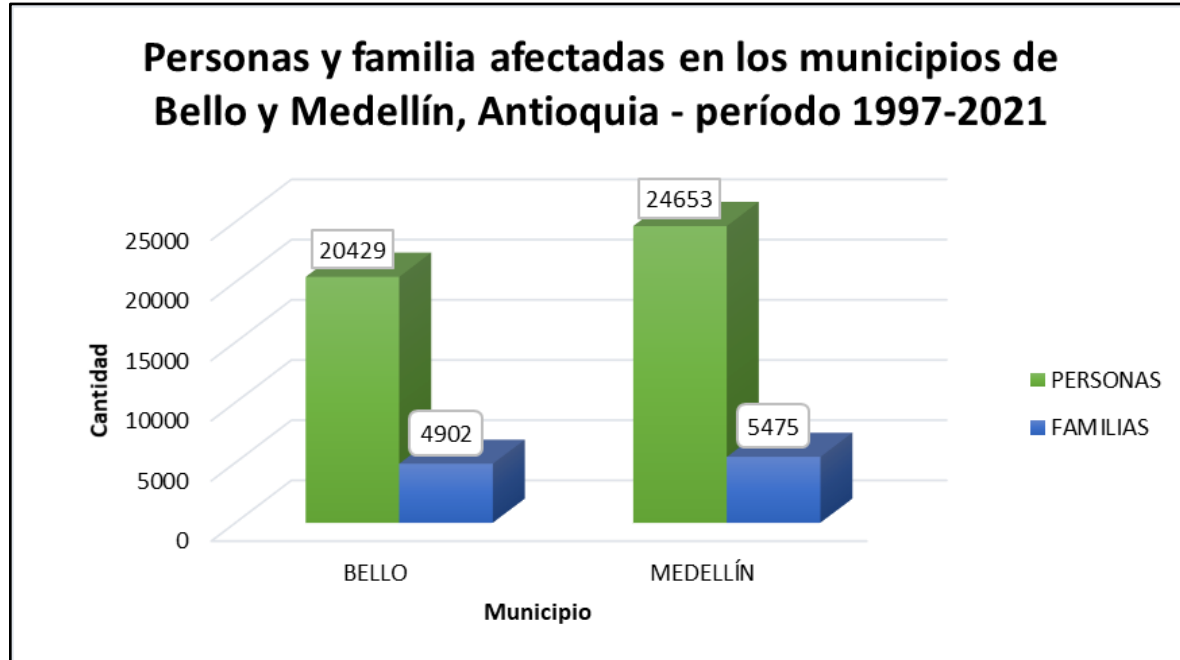


Gráfico 9. Personas y familias afectadas en los municipios de Bello y Medellín, Antioquia- período 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.

15.3. DAÑOS Y AFECTACIONES EN INFRAESTRUCTURA

Siguiendo con el análisis del anterior punto, si bien el comportamiento es cercano entre estos municipios, se demuestra las grandes falencias en la respuesta a inundaciones por parte de la gestión del riesgo de ambos. Al observar la infraestructura afectada (gráfico 11 y 12) Medellín el cual tiene mayor área municipal, cuenta con más viviendas afectadas y con un considerable número de vías bloqueadas por deslizamientos respecto al municipio de Bello. Aunque el panorama parece ser más positivo para Bello al tener poca infraestructura reportada, siguen siendo estadísticas de alarma al estar muy cercanas a un municipio mucho más grande, con mayor población y mayor capacidad instalada en servicios, esto es de tener en cuenta en materia de afectaciones a viviendas que tienen números bastante similares.

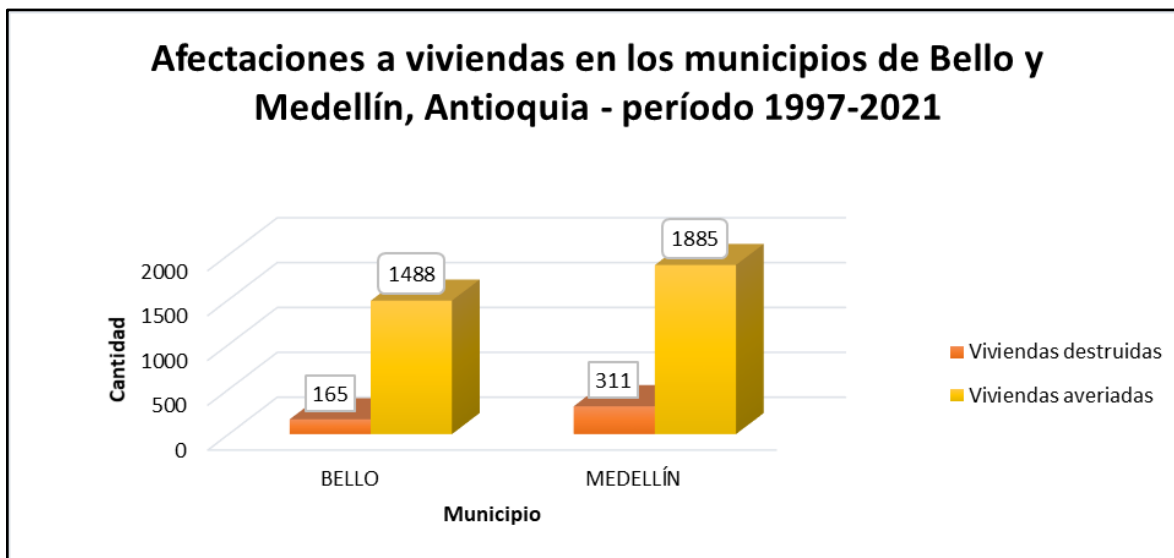


Gráfico 10. Afectaciones a viviendas en los municipios de Bello y Medellín, Antioquia- período 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.

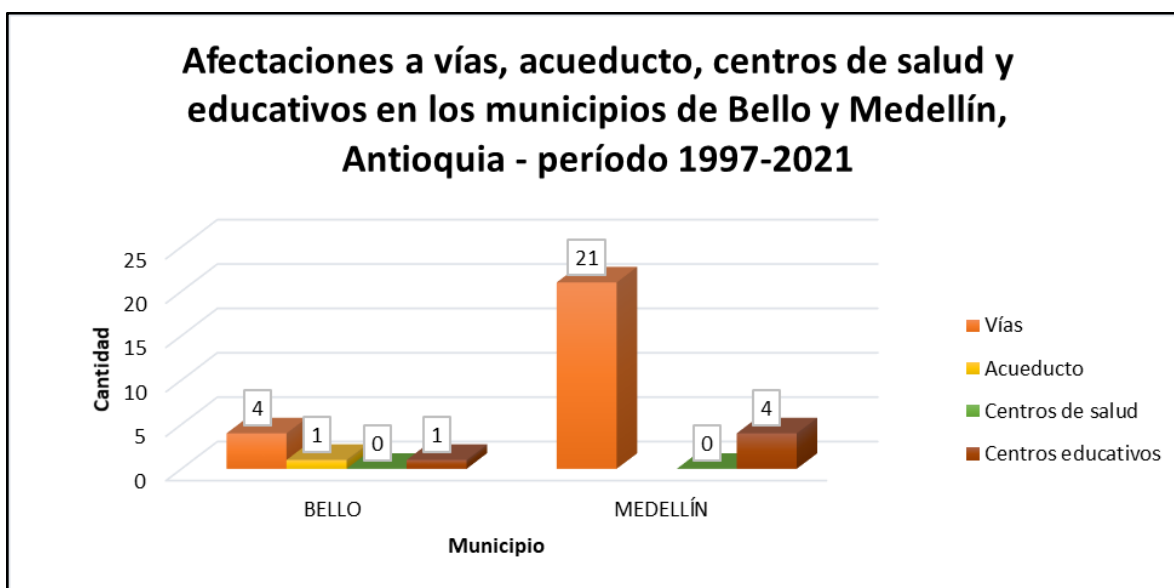


Gráfico 11. Afectaciones a vías, acueducto, centros de salud y educativos en los municipios de Bello y Medellín, Antioquia- período 1997-2021. Fuente de datos: UNGRD.

16. ANÁLISIS DEL CICLO ANUAL SERIE 1991-2020

Así como en el numeral 14.5., se obtienen del IDEAM los datos de precipitación teniendo en cuenta el día pluviométrico en el periodo 1991-2020 para el departamento de



Antioquia, se escoge la estación Tulio Ospina (Bello). Esta información se toma del visor de consulta y descarga de datos hidrometeorológicos del IDEAM, allí el visor conocido como "dhime" permite descargar datos de diferentes parámetros como nubosidad, brillo solar, evaporación y otros, por periodos que se requieran. Para el análisis de este comportamiento, el gráfico 13 muestra que el mes de mayo es de los más lluviosos para Bello, octubre y abril son los meses siguientes con más lluvia. Esto se puede comparar con las series 1971-2000 y 1981-2010, se puede notar que tienen el mismo comportamiento dejando a mayo y octubre como los meses que por más de 30 años mantienen altas precipitaciones.

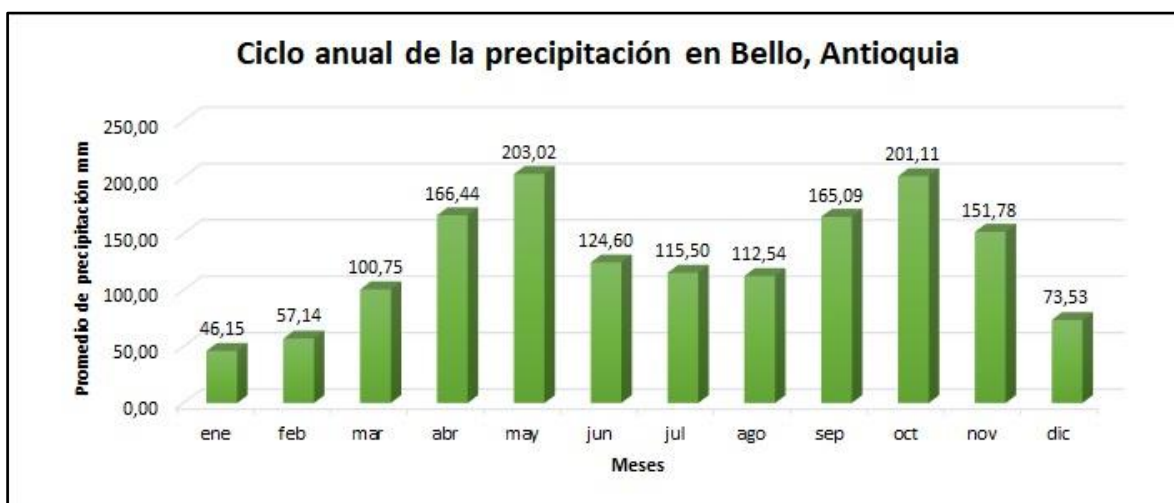


Gráfico 12. Ciclo anual en el municipio de Bello (Antioquia) con base en los datos de la estación Tulio Ospina (Código 27015090). Fuente de datos IDEAM, 2022.

17.PERIODO DE RETORNO

A partir de los valores máximos de precipitación durante el periodo 1991 - 2020 se establecieron los valores máximos de precipitación dados en milímetros (mm) esperados para los periodos de retorno de 25, 50 y 100 años para el municipio de Bello, donde se obtienen los siguientes valores:

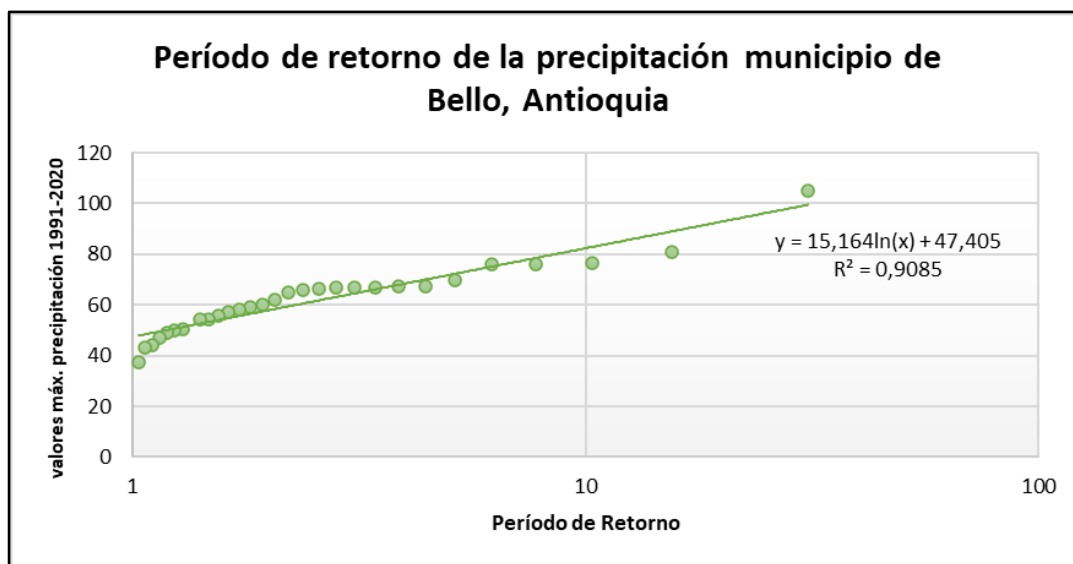


Gráfico 13. Período de retorno de la precipitación al municipio de Bello, Antioquia. Fuente de datos IDEAM, 2022.

Para el municipio de Bello, antioquia se obtiene un modelo de precipitación dado por la ecuación $y = 15,164 \ln(x) + 47,405$ y con un r^2 ajustado al 90.85 %, donde se calculan los valores esperados de precipitación para los periodos de retorno 25, 50 y 100 años.

Tabla 2. Valores de precipitación en los períodos de retorno a 25, 50 y 100 años en el municipio de Bello, Antioquia.

Período de retorno (años)	Vr precipitación mm
25	96,26
50	106,79
100	117,33

De acuerdo a los resultados obtenidos, para los diferentes periodos de retorno para el municipio de Bello, se tiene que para un periodo de retorno de 25 años es posible que se registren precipitaciones del orden de 96,26mm lo que corresponde a un incremento del 103 % respecto al valor máximo esperado para un retorno de 1 año correspondiente a 47.4 mm, del mismo modo para un periodo de retorno de 50 años es posible que se registren precipitaciones del orden de 106.79 mm lo que corresponde a un incremento del 125.2 %, y por último para un periodo de retorno de 100 años es posible que se



registren precipitaciones del orden de 117,33 mm lo que corresponde a un incremento del 147,5 % en el valor de la precipitación en el municipio.

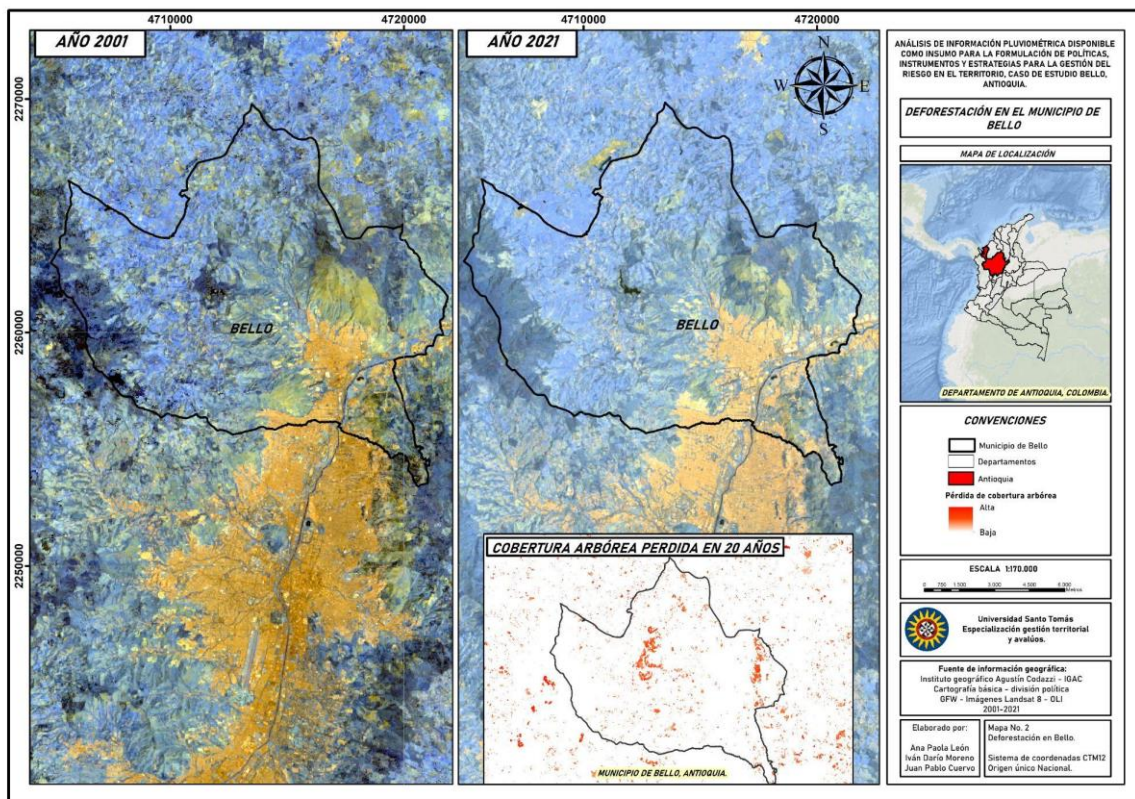
18.PROCESOS DE DEFORESTACIÓN EN EL MUNICIPIO DE BELLO, ANTIOQUIA.

Según el IDEAM, Antioquia es el quinto departamento con mayor número de hectáreas taladas en el ámbito nacional, conforme a la información del mismo instituto, las causas directas que más contribuyen a la deforestación en Antioquia son la minería ilegal, la expansión de los cultivos de coca y el acaparamiento de tierras para la industria agropecuaria (El Tiempo, 2019).

Para el municipio de Bello, así como en gran parte del departamento, la ganadería es uno de los grandes problemas que genera pérdida de cobertura arbórea, aunque sin desconocer algunos otros motivos como la agricultura y la infraestructura; es la ganadería la que en gran porcentaje aporta en la deforestación. En el contexto de los gráficos 1 y 3 en el que los eventos como inundaciones y deslizamientos han sido los más reportados en los últimos años, hay que entrar a detalle si la pérdida de árboles que representa el mapa 2 son la causa de esos deslizamientos de tierra.

Corantioquia, entidad ambiental afirma de la presencia de procesos erosivos que causan los deslizamientos y caídas de bloques es debido al urbanismo y ganadería extensiva presente en el municipio (Quiceno, 2021), esto dado por el urbanismo desordenado y la falta de presencia para el control de la sobreutilización de los suelos, resaltando la importancia del ordenamiento territorial y la planificación de orden municipal, intermunicipal y departamental.

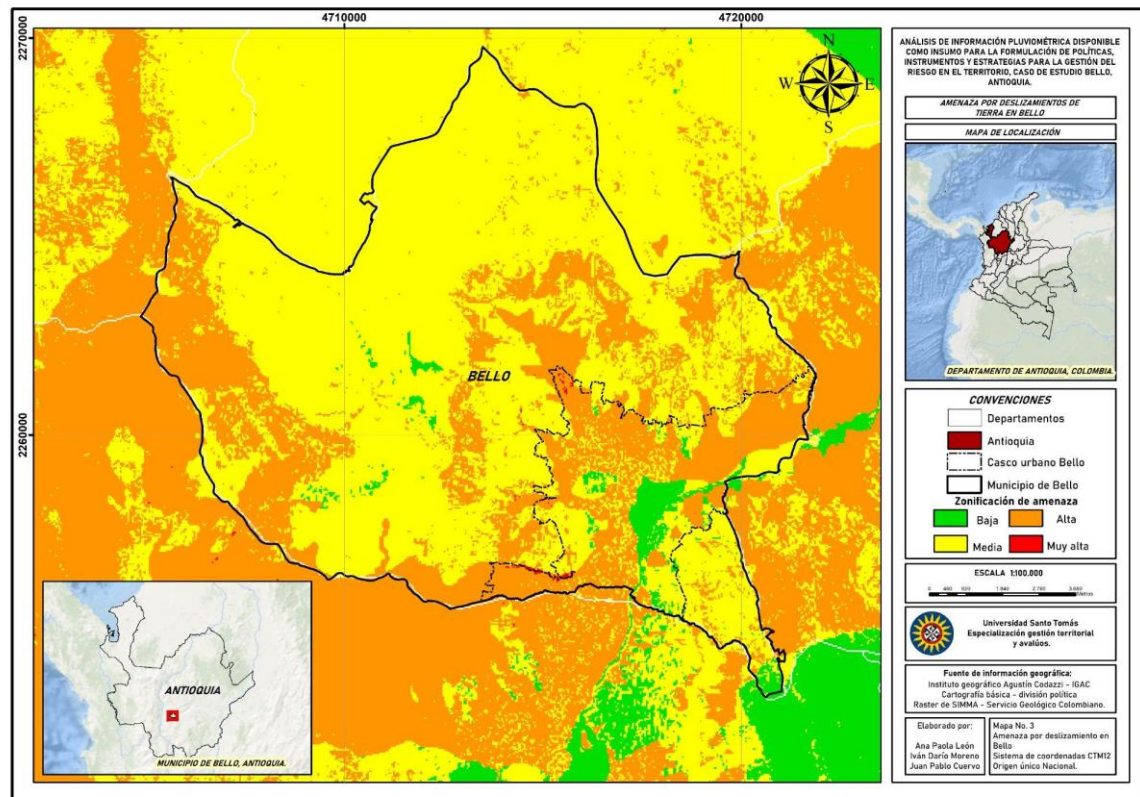
A pesar de estas causas de pérdida arbórea, se han fomentado actividades de reforestación para disminuir el impacto de esta problemática, un ejemplo de ello es el caso del Cerro Quitasol que es uno de los grandes ecosistemas del municipio y fue víctima de un gran incendio, en el cual se vieron afectados alrededor de 250 hectáreas de suelo (Caracol R, 2018). Si bien uno de los grandes detonantes es la ganadería y agricultura, los incendios forestales así sean provocados por la mano del hombre o no, juegan un papel en la pérdida de bosques.



Mapa 2. Deforestación o pérdida de cobertura arbórea en el municipio de Bello, departamento de Antioquia. Fuente de datos: Global Forest Watch.

19.AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS DE TIERRA PARA EL MUNICIPIO DE BELLO, ANTIOQUIA

El análisis de amenaza por deslizamiento se realiza con base a los datos que se encuentran en el visor del Servicio Geológico Colombiano - Sistema de información de Movimientos en Masa SIMMA, en el cual se refleja una zonificación de la amenaza. Para el municipio de Bello en un gran porcentaje de su territorio se presenta un grado de amenaza medio, para el sur-oriente, centro-sur y occidente amenaza alta. Con respecto al casco urbano en más del 60% de su extensión se observa un alto grado de amenaza (ver mapa 3),

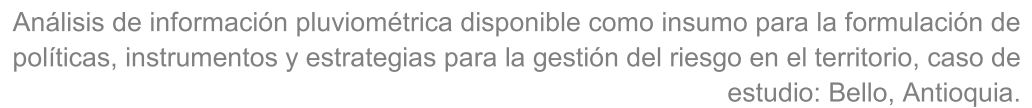


Mapa 3. Amenaza por deslizamientos de tierra en el municipio de Bello, departamento de Antioquia. Fuente de datos: Servicio Geológico Colombiano - SIMMA.

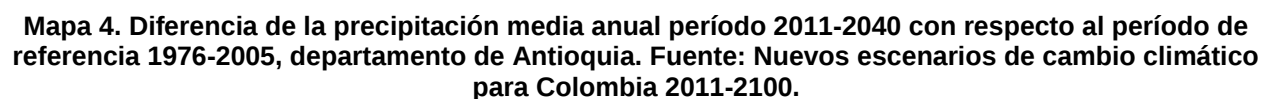
Dada la amenaza en el casco urbano y observando la imagen 2 del relieve del municipio, existe una alta correlación de acuerdo a las fuertes pendientes y la diferencias de alturas que se presentan en Bello, es por esto que los deslizamientos e inundaciones son frecuentes, además de que la zona montañosa no carece de quebradas, argumento adicional de los altos eventos de emergencias.

20. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRECIPITACIÓN MEDIA IDEAM (2040, 2070, 2100)

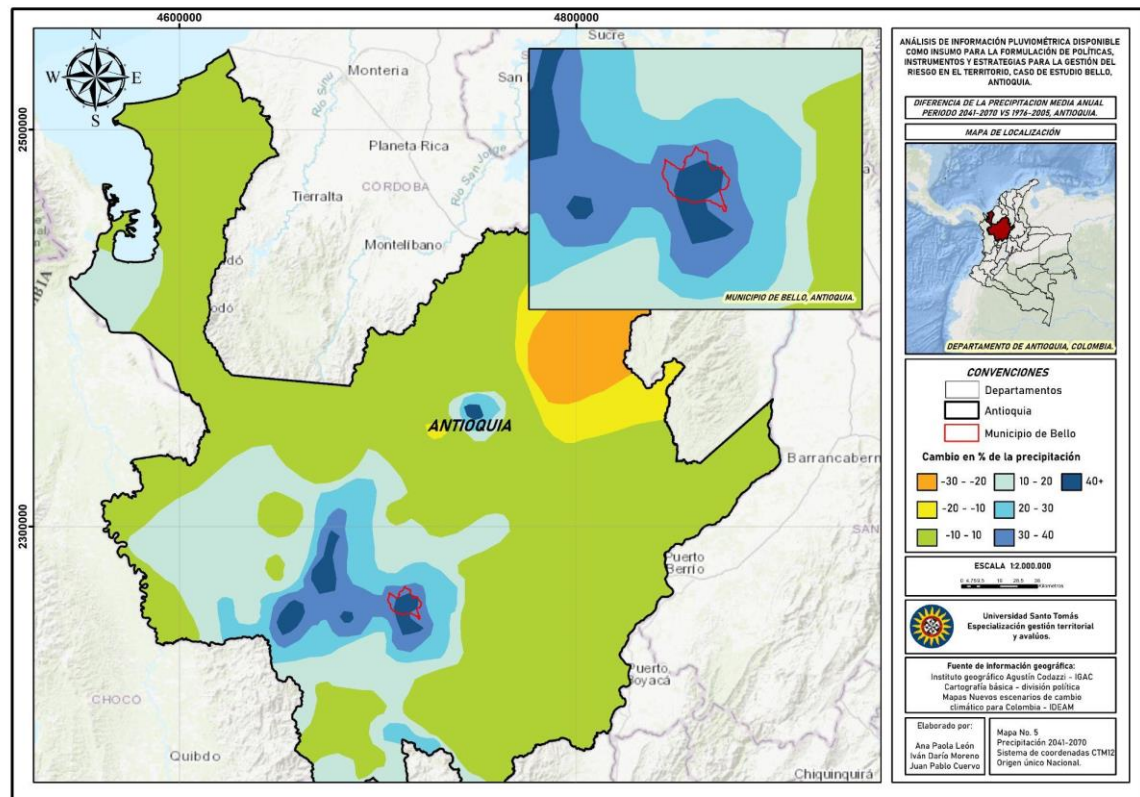
Analizando los nuevos escenarios de cambio climático en la precipitación en el periodo de 2011 al 2100 para el departamento de Antioquia se toma como base el documento realizado por el IDEAM en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, en el que se calcula los aumentos y disminuciones esperados en la precipitación y temperatura en varios periodos de tiempo hasta el fin del siglo, esto se convierte en una muy importante herramienta para la toma de decisiones. Para el presente apartado se busca profundizar en el análisis de la precipitación del municipio



En el mapa 4 se evidencia el cambio en porcentaje de precipitación en el departamento de Antioquia en el período de 2011 al 2040, para el municipio de Bello se estima un aumento del 30 al 40%, esto con base a la comparación respecto al periodo 1974-2005.



En el mapa 5 para el período 2041 a 2070 en la zona de Bello se observan aumentos de precipitación mayores al 40%, por lo que para este municipio se mantiene el comportamiento de aumento del 30% a mayores del 40%.



Mapa 5. Diferencia de la precipitación media anual período 2041-2070 con respecto al período de referencia 1976-2005, departamento de Antioquia. Fuente: Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100.

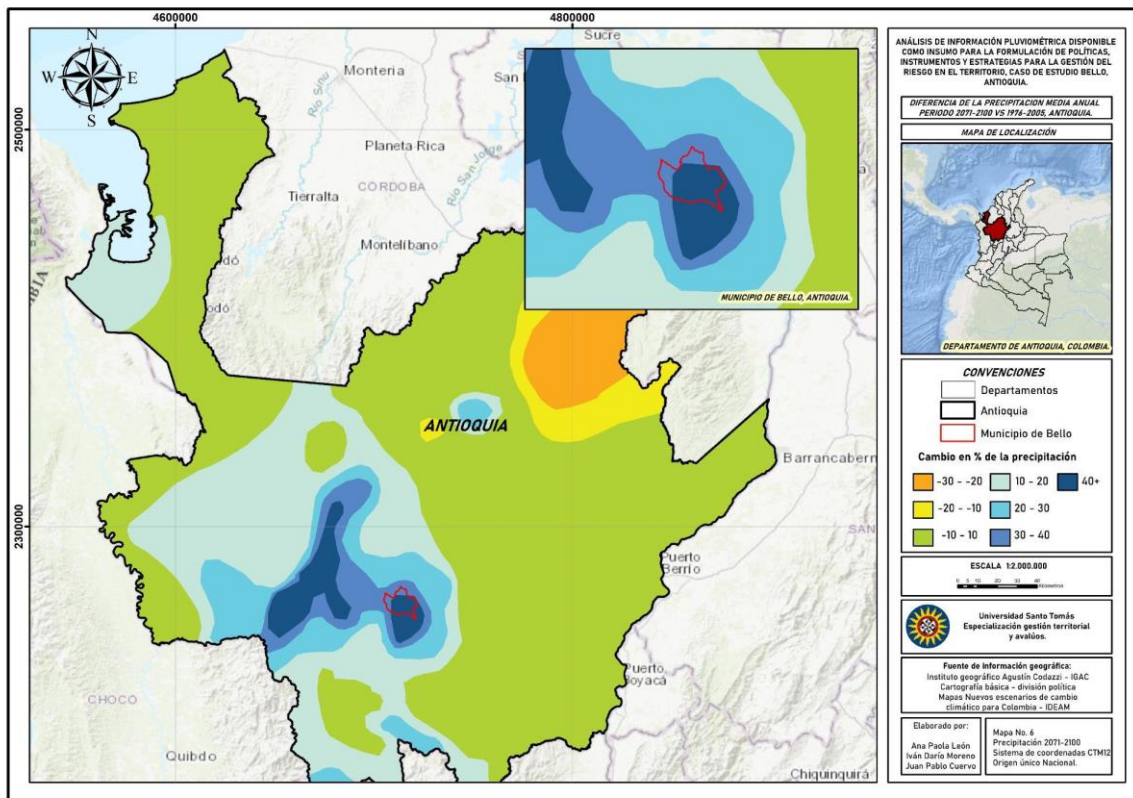
Por último, el mapa 6 que expone el panorama del periodo 2071-2100 para Bello la situación no mejora y las condiciones se consideran desfavorables ya que el aumento de precipitaciones no cambia a finales de siglo, por lo que la ocurrencia de fenómenos va a ser más frecuente y se va a seguir repitiendo un ciclo en el que los damnificados seguirán haciendo parte de las estadísticas sin ningún tipo de solución.

Así como se explica en el documento tomado como base, los principales aumentos de precipitación podrán presentarse en la región centro del departamento, particularmente sobre las subregiones del Valle de Aburrá, Occidente y Suroeste. En promedio, Antioquia podrá aumentar las precipitaciones en un 9,3% con respecto al valor actual para fin de siglo (DNP, 2018).

El mensaje es claro, el panorama no va a mejorar, si los tomadores de decisiones esperan que de alguna manera el clima de una mano para tomar un respiro es necesario mostrar este tipo de información y que sean conscientes de esto, a pesar de que algunos lo saben, no es prioridad resolver el problema a largo plazo sino tan sólo llegar al extremo de tener una actitud reactiva, es decir, esperar a que se presente una coyuntura para



reaccionar, divulgando y anunciando supuestos planes de gestión del riesgo que no logran resolver la problemática de fondo.



Mapa 6. Diferencia de la precipitación media anual período 2071-2100 con respecto al período de referencia 1976-2005, departamento de Antioquia. Fuente: Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100.

21.ÍNDICE MUNICIPAL DE RIESGO PARA EL MUNICIPIO DE BELLO

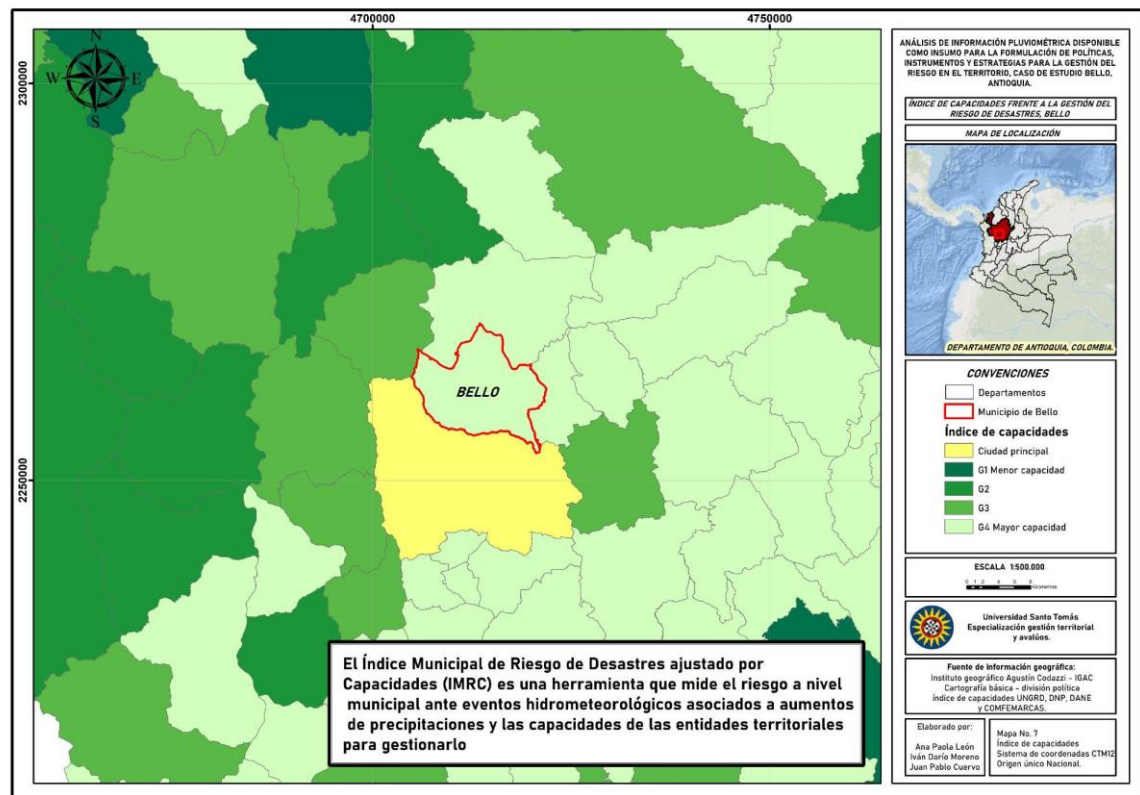
Para realizar el análisis de índice municipal de riesgo se toma la información consignada en el documento “Índice Municipal de Riesgo de desastres ajustado por capacidades” emitido por el Departamento Nacional de Planeación - DNP; se revisa el capítulo 2 y las secciones Índice de capacidades.

En primera instancia, el índice de capacidades es una medida que analiza las capacidades en gestión del riesgo de desastres a partir de tres dimensiones y seis variables. (DNP, 2018)

- Dimensión financiera relacionada con los ingresos de los municipios.
- Dimensión de gestión del riesgo de desastres: Instrumentos de gestión e inversión en gestión del riesgo.



- Dimensión socioeconómica relacionada con la población urbana: Es una medida que cuantifica la proporción de la población que es vulnerable socialmente y está expuesta a las condiciones más críticas de amenazas, valor agregado y densidad empresarial, e ingresos del municipio: Ingresos tributarios y no tributarios per cápita.



Mapa 7. Índice de capacidades frente a la gestión de riesgo de desastres, municipios del departamento de Antioquia.

Como se puede observar en el mapa 7 el municipio de Bello pertenece al grupo G4 del índice, lo que refleja que tiene una mayor capacidad o alcance para gestionar el riesgo, esto indica que Bello aunque tiene condiciones para hacer frente a desastres por inundación o remoción en masa respecto a la población que se encuentra en permanente riesgo, no se están ejecutando ideas, planes o estrategias para disminuir los reportes de emergencias por amenazas naturales, se conoce que se tienen planes de gestión del riesgo y algunas políticas frente a esto pero la falta de planeación y de expansión del casco urbano complica las cosas en el hecho de tener bastantes familias en zonas de amenaza.



22.DISCUSIÓN

Uno de los principales objetivos del gobierno nacional y de las administraciones locales es implementar políticas, planes y estrategias en materia de gestión del riesgo de desastres al momento de trazar un adecuado Plan de Desarrollo, es por ello la gran importancia de conocer el territorio para los tomadores de decisiones y más en un territorio como Colombia, el cual se encuentra geográficamente ubicado en la zona tropical y con un sistema de relieve muy diverso lo que da las condiciones necesarias para que se den los eventos asociados a tiempo lluvioso como las inundaciones, avenidas torrenciales y deslizamientos causando efectos negativos en la población; limitando así su crecimiento económico y social a nivel local y regional, así las cosas, el estado colombiano ha propuesto una serie de políticas e instrumentos con el fin de garantizar un adecuado ordenamiento territorial, a lo que el desarrollo de este proyecto complementa las herramientas y estrategias de gestión del riesgo con el objetivo de garantizar la seguridad poblacional y el crecimiento económico, salvaguardando la integridad física del medio ambiente y sus estructuras ecosistémicas.

Es entonces responsabilidad de los gobiernos locales adelantar este tipo de estudios con el fin de zonificar el riesgo en el territorio conforme con el artículo 39 de la Ley 1523 de 2012, que establece que los planes de ordenamiento territorial deberán integrar el análisis del riesgo en el diagnóstico biofísico, económico y socio ambiental, y considerar el riesgo de desastres; en el mismo sentido el Decreto 1807 2014, por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial.

Es importante resaltar que la necesidad de implementar este tipo de análisis con información pluviométrica disponible nace a partir de observar que las entidades como el IDEAM y los gobiernos locales, no desarrollan este tipo de estudios con insumos muy actualizados a una escala local como el Municipio de Bello, el desarrollo de este proyecto puede dar un primer acercamiento a una nueva manera de realizar este tipo de estudios en el país a un bajo costo, debido a que las metodologías que actualmente son empleadas implican un gran esfuerzo económico para su ejecución; razón por la cual se recomienda que las instituciones competentes y entidades territoriales implementan el uso de nuevas tecnologías y la información disponible por las diferentes entidades del estado, siendo esto de gran utilidad para la toma de decisiones en el territorio a nivel local y regional.



Así mismo es importante que desde los gobiernos locales se promueva una cultura ciudadana proporcionando soporte y acompañamiento técnico agropecuario a los campesinos para el correcto uso y manejo de los insumos, químicos y fertilizantes empleados en los diferentes cultivos, con el objeto de evitar la contaminación del medio ambiente al igual de prohibir y sancionar todo tipo de actividad minera, agropecuaria o cualquier otro que atente al daño ecosistémico de las principales cuencas hídricas que puedan afectar su cauce o alterar los niveles de sus caudales.

23.CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de este proyecto se logra de manera asertiva analizar información pluviométrica disponible y a bajo costo para el municipio de Bello en el departamento de Antioquia, el cual es un insumo necesario e indispensable para la formulación adecuada de políticas, instrumentos y estrategias para la gestión del riesgo en el territorio y garantizar así la seguridad ambiental, social y económica a nivel local y regional.
- Se determinó que los eventos de mayor frecuencia asociados a tiempo de lluvia para el municipio de Bello, según los registros obtenidos de los servidores de las entidades gubernamentales son las inundaciones y deslizamiento de materiales pesados, que de acuerdo con el análisis realizado al año 2021 se registraron 65 eventos riesgosos a causa de las fuertes precipitaciones.
- Así mismo se logró establecer los meses con mayor frecuencia de eventos de inundación y movimientos en masa para el municipio de Bello son los trimestres abril- mayo- junio y septiembre- octubre- noviembre; trimestres con mayor registro de eventos asociados a tiempo lluvioso y en los cuales es necesario focalizar y fortalecer las medidas de prevención del riesgo de desastres de tipo natural.
- Para el municipio de Bello las afectaciones físicas según los resultados obtenidos durante el periodo 1997-2021 representan 165 viviendas destruidas y 1488 viviendas averiadas o con daños estructurales, afectando a 20429 personas y 4902 familias, de las cuales 56 personas fueron heridos, 132 muertos y 40 desaparecidos afectando considerablemente las relaciones sociales y económicas para municipio.
- Se logró determinar en cuanto a la precipitación los periodos de retorno de 25, 50 y 100 años para el municipio de Bello, donde, para un periodo de retorno de 25



años es posible que se registren precipitaciones del orden de 96,26mm lo que corresponde a un incremento del 103 % respecto al valor máximo esperado para un retorno de 1 año correspondiente a 47.4 mm, del mismo modo para un periodo de retorno de 50 años es posible que se registren precipitaciones del orden de 106.79 mm lo que corresponde a un incremento del 125.2 %, y por último para un periodo de retorno de 100 años es posible que se registren precipitaciones del orden de 117,33 mm lo que corresponde a un incremento del 147,5 % en el valor de la precipitación en el municipio.

- El municipio de Bello a pesar de contar con el acuerdo 033 de 2009 concerniente a la revisión y ajuste del Plan de Ordenamiento del Municipio, no cuenta con una política sólida en su componente general para la gestión del riesgo y protección de las estructuras ecosistémicas principales, lo que genera baja inspección y control en las prácticas agrícolas inadecuadas en el territorio como la deforestación lo que favorece la pérdida de las barreras naturales de las redes hídricas que a su vez incrementa la susceptibilidad de eventos de inundación, avenidas torrenciales y deslizamientos en el municipio.
- Es importante recalcar la importancia que al momento de elaborar los Planes de Ordenamiento Territorial en su componente general, contemplar de manera consciente la realidad del territorio, teniendo en cuenta las condiciones geofísicas y demográficas así como las relaciones económicas y culturales desarrolladas de forma local, con el objetivo de identificar zonas de riesgo en el territorio y así garantizar herramientas de gestión del territorio que permitan y garanticen el desarrollo social y económico a nivel local y regional.
- Finalmente es necesario destacar la importancia del programa de especialización en Gestión Territorial y Avalúos en la implementación y ejecución de proyectos como el presentado en este documento, el cual, es de vital importancia en una adecuada formulación de los Planes de Ordenamiento Territorial e implementación de políticas, instrumentos y estrategias en materia de gestión del riesgo y en general para los tomadores de decisiones en el territorio.

24.RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar otros estudios como trabajo de campo en sitio, modelación hidrológica de las cuencas y estudios de cargas y capacidades de las partes altas del relieve conforme a las condiciones de lluvia para el municipio de Bello en el



departamento de Antioquia y de esta manera hacer una plena identificación de las zonas en riesgo y alertar a la población local y entidades gubernamentales encargadas de los riesgos medios y altos, mediante un acompañamiento permanente que permita la capacitación y sensibilización sobre el riesgo al que se encuentran estos territorios, generando asentamientos geográficamente seguros y estructuralmente resistentes al igual que población local capacitada con el propósito reducir así la vulnerabilidad presente.

- Para la adquisición de reportes pluviométricos se recomienda adquirir información de la mayor cantidad de estaciones climatológicas posibles, siempre y cuando estas se encuentren próximas al casco urbano cuando se necesite analizar el comportamiento en asentamientos urbanos y para la zona rural se recomienda adquirir información pluviométrica de la parte alta de los sistemas de drenaje o cuencas principales.
- Para mantener un banco de datos actualizado respecto a la información pluviométrica y de eventos de emergencias, se sugiere que se realice este mismo análisis periódicamente con el fin de mantener el panorama claro y así identificar si se presentan cambios abruptos, se considera clave hacer un constante seguimiento a las entidades como el IDEAM y el servicio geológico Colombiano, las condiciones del territorio son cambiantes y es fundamental conocerlas.
- Se sugiere complementar el presente análisis con algún tipo de modelamiento (MDE o MDS) con el fin de identificar algunos puntos críticos de eventos constantes de emergencias e incorporarlos en los futuros planes de contingencia y de riesgo.
- De acuerdo al análisis realizado con base a los datos del visor del Servicio Geológico Colombiano - Sistema de información de Movimientos en Masa SIMMA se logra destacar que el casco urbano del municipio de Bello presenta amenaza alta por deslizamientos de tierra en más del 60% de su extensión territorial, lo que señala que los entes de control deben tomar acciones sobre la planeación, limitaciones y restricciones del uso del suelo, para controlar el crecimiento desmedido del casco urbano sin sometimiento a la normatividad y así procurar el mejor y buen uso, reduciendo el riesgo para la población que allí habita.



BIBLIOGRAFÍA

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (s. f.). Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. DANE. Recuperado 15 de enero de 2023, de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190719-CNPV-presentacion-Antioquia-2.pdf>
- Pérez, O. A., Alcalde. (2020). *Programa de Gobierno 2020-2023: Por el Bello que queremos*. Confecoop Antioquia. <https://www.confecoopantioquia.coop/CkEditor//UserFiles/File/articulos/2019/planes-de-gobierno/valle-de-aburra/pg-bello-20-23.pdf>
- La Gabriela: Diez años de una tragedia anunciada. (2020, 5 diciembre). Infobae. <https://www.infobae.com/america/colombia/2020/12/05/la-gabriela-diez-anos-de-una-tragedia-anunciada/>
- Restrepo, C. (2022, 14 agosto). Se registra nueva emergencia en Bello por fuertes lluvias. Noticias Telemedellín. <https://telemedellin.tv/se-registra-emergencia-en-bello-lluvias/556493/>
- La FM. (2018, 27 marzo). Ante graves inundaciones recomiendan evacuar varios barrios de Bello, Antioquia. <https://www.lafm.com.co/colombia/ante-graves-inundaciones-recomiendan-evacuar-varios-barrios-de-bello-antioquia>
- Caracol Radio Medellín. (2018, 15 noviembre). Lluvias causan inundaciones en viviendas en Bello. Caracol Radio. https://caracol.com.co/emisora/2018/11/15/medellin/1542246614_357073.html
- Telemedellín. (2019, 25 mayo). Lluvias ocurridas en Bello causaron inundaciones en zonas del municipio. Noticias Telemedellín. https://www.youtube.com/watch?v=y8ShyYOCrdg&ab_channel=NoticiasTelemedell%C3%ADn
- Caracol. (2020, 1 mayo). Más de 30 familias afectadas por inundaciones en Bello. Noticias Caracol. https://www.youtube.com/watch?v=P4oOslyRO74&ab_channel=NoticiasCaracol
- El Colombiano. (2021, 27 octubre). Lluvias causaron emergencias en Bello y El Retiro. Noticias El Colombiano. https://www.youtube.com/watch?v=94PBwK2cFRM&t=26s&ab_channel=ElColombiano



- El Espectador. (2022, 8 agosto). Inundaciones en Bello (Antioquia) dejaron a 450 familias afectadas. <https://www.elespectador.com/colombia/mas-regiones/inundaciones-en-bello-antioquia-dejaron-a-450-familias-afectadas/>
- Subdirección de Meteorología, Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2019, agosto). Glosario Meteorológico. IDEAM. Recuperado 13 de enero de 2023, de <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/72085840/Anexo+10.+Glosario+meteorol%C3%B3gico.pdf/6a90e554-6607-43cf-8845-9eb34eb0af8e>
- Naciones Unidas. (1992). Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Montealegre, J. (2009). Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada a procesos oceánicos y atmosféricos de meso y gran escala. INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM -INFORME FINAL. Recuperado: 16 de enero de 2023 de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21789/Estudio+de+la+variabilidad+climática+de+la.pdf/643c4c0e-83d7-414f-b2b4-6953f64078d3>
- CAR. (s. f.). Diez respuestas sobre el fenómeno de la niña y sus impactos en jurisdicción. Recuperado 12 de enero de 2023, de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b4d13c218017.pdf>
- Clima andino y café Colombia. (s. f.). La Precipitación. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/859/11/9.%20Precipitaci%C3%B3n.pdf>
- Caracterización General del Escenario de Riesgo por Inundación -CGERI. (s. f.). Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. Recuperado 26 de febrero de 2023, de <https://www.idiger.gov.co/rinundacion>
- Hauser, A., 1993. Remociones en masa en Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago. Boletín No. 45, p. 7-29.
- Caballero Acosta, J. H. (2011, diciembre). *Las avenidas torrenciales: una amenaza potencial en el valle de Aburrá*. Revistas UNAL. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/29734/29973>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD]. (s. f.). Análisis de Riesgo. Portal Gestión del Riesgo. Recuperado 13 de enero de 2023, de <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Conocimiento/Conocimiento-In-Analisis-del-Riesgo.pdf>



- Centro Regional del Clima Para el Oeste de Sudamérica [CRC-OSA]. (2022). Definición de Riesgo: Aproximación para el cálculo de riesgo. Centro Regional del Clima Para el Oeste de Sudamérica. Recuperado 4 de febrero de 2023, de <https://ciifen.org/definicion-de-riesgo/#:~:text=Susceptibilidad%20es%20el%20grado%20de,ocurrencia%20de%20un%20evento%20adverso.>
- Jiménez, W & Ramírez, C. (2008, enero). Gobierno y políticas públicas: Programa administración pública territorial. <http://www.esap.edu.co/portal/wp-content/uploads/2017/10/1-Gobierno-y-Politica-Publica.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2012, diciembre). Conceptos Generales sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Contexto del País: Experiencias y Herramientas de aplicación a nivel regional y local. https://www.preventionweb.net/files/38050_38050conceptosbsicos.pdf
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (s. f.). Gestión del Riesgo de Desastres. Departamento Nacional de Planeación. Recuperado 20 de enero de 2023, de <https://www.dnp.gov.co/programas/ambiente/gestion-del-riesgo/#:~:text=%E2%80%8BEI%20%C3%ADndice%20Municipal%20de,seg%C3%BAAn%20sus%20capacidades%20para%20gestionarlo.>
- Ley 99 de 1993. Presidencia de la República - Gestor Normativo. (1993, 22 diciembre). Función Pública. Recuperado 18 de enero de 2023 de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- Decreto 1478 de 2022 Presidencia de la República - Gestor Normativo. (2022, 13 septiembre). Función Pública. Recuperado 18 de enero de 2023 de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=191411>
- Decreto 1277 de 1994 IDEAM. Ministerio Del Medio Ambiente (1994, 21 junio). Recuperado 18 de enero de 2023 de http://www.ideam.gov.co/documents/24024/26918/C_Users_JGomez_Document_s_decreto+1277+de+94.pdf/ae4bf6b1-f1c9-42bb-9550-643f5958b019
- Ley 388 de 1997 Presidencia de la República - Gestor Normativo. (1997, 18 julio). Función Pública. Recuperado 18 de enero de 2023 de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>
- Ley 1523 de 2012 Presidencia de la República - Gestor Normativo. (2012, 24 abril). Función Pública. Recuperado 18 de enero de 2023 de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>



- Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres CMGRD (2015). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres municipio de Bello, Antioquia. <http://intranet.bello.gov.co:8081/intranet/start/sig/procesos/misionales/gestion%20social/registros/S.%20gesti3n%20riesgo%20y%20atenci3n%20%20desastres/PLAN%20MUNICIPAL%20GESTION%20DEL%20RIESGO%20DE%20DESASTRAS.pdf>
- Secretaría De Educación para la cultura de Antioquia (2011), “Antioquia, Colombia: Informe de Auto-Evaluación”, Estudios de la OCDE: Educación Superior en el Desarrollo Regional y de Ciudades, IMHE, <http://www.oecd.org/edu/imhe/regionaldevelopment>
- ASF Data Search. (s. f.). <https://search.asf.alaska.edu/>
- Peláez, J. B. (2019, 6 octubre). Bajo Cauca y Nordeste, los núcleos de la deforestación en Antioquia. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/deforestacion-en-antioquia-se-concentra-en-bajo-cauca-y-nordeste-420236>
- Quiceno Mesa, J. D. (2021, 5 enero). Área protegida: ¿Qué sigue para el cerro Quitasol? El colombiano. <https://www.elcolombiano.com/antioquia/cerro-quitasol-declarado-area-protegida-que-pasara-en-bello-MA14367821>
- Radio, C. (2022, 15 noviembre). En Bello esperan que el desastre del Cerro Quitasol no vuelva a ocurrir. Caracol Radio. https://caracol.com.co/radio/2018/07/25/ecologia/1532485273_879993.html
- DNP (2018). Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades. Bogotá D.C., Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/IndiceMunicipaldeRiesgodeDesastres.pdf>
- Unidad nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - Colombia. (2022). *Documentos - Consolidado emergencias*. Portal Gestión del Riesgo. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2fDocuments%2fconsolidado-emergencias&FolderCTID=0x012000C6852E3770F39C4EBD2CFC8E152F751F>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2013). Proyecto - Sistema de Información Geográfica Municipal 2013. Biblioteca digital AGRONET. http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7522/1/SIG-MUNICIPALES%20MEDELL%C3%8DN_ANTIOQUIA.pdf



- Secretaría De Educación para la Cultura de Antioquia. (2011). Antioquia, Colombia: Informe de Auto-Evaluación. Según estudios de la OCDE: Educación Superior en el Desarrollo Regional y de Ciudades. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). <https://www.oecd.org/education/imhe/49183012.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (0). Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos. Características Climatológicas. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%C3%ADsticas+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Tur%C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc>
- Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres, Municipio de Bello - CMGRD. (2015, 30 junio). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres, Bello - Antioquia. Repositorio Gestión del Riesgo. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/28666/Bello_PMGRD_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- GFW. (2016). Colombia Interactive Forest Map & Tree Cover Change Data | GFW. Global Forest Watch.
- IDEAM (2022). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. CLIMA - IDEAM. Promedios climatológicos 1971-2000, 1981-2010. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>
- Climate Prediction Center, (2022). Climate Prediction Center, National Weather Center, NOAA - ONI. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA. https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php
- IDEAM. (2022). ArcGIS Web Application. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, Consulta y descarga de datos hidrometeorológicos. <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>
- Servicio Geológico Colombiano - SGC. (2022). Sistema de Información de Movimientos en Masa. Sistema de información de Movimientos en Masa - SIMMA. <https://simma.sgc.gov.co/#!/public/>
- Instituto de Hidrología y Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM & Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo - PNUD. (2015, marzo). Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011–2100. Cambio Climático IDEAM.



<http://www.andi.com.co/Uploads/NUEVOS%20ESCENARIOS%20DE%20CAMBIO%20CLIMATICO%20COLOMBIA%202011%20-%20202100.pdf>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (s. f.). Colombia en Mapas. Datos abiertos. Recuperado el 18 de enero de 2023 de <https://www.colombiaenmapas.gov.co/?e=-82.43784778320864,-0.17644239911865092,-71.23179309571162,9.90326984502256,4686>

ANEXOS