

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS ANTE EVENTOS
HIDROGEOMORFOLOGICOS CON ENFOQUE DE GOBERNANZA EN EL
CORREGIMIENTO SAN BERNARDO DE BATA, TOLEDO NORTE DE
SANTANDER**

Autor:

ISLEJNI YAJAIRA RIVERO ROJAS

Director:

JACIPT ALEXANDER RAMÓN VALENCIA

Ingeniero Químico

Coinvestigador:

DERLY ESTEFANY VERA MOGOLLÓN

Ingeniera Ambiental

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL, CIVIL Y QUIMICA
FACULTAS DE IGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA

2019

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS ANTE EVENTOS
HIDROGEOMORFOLOGICOS CON ENFOQUE DE GOBERNANZA EN EL
CORREGIMIENTO SAN BERNARDO DE BATA, TOLEDO NORTE DE
SANTANDER**

Autor:

ISLEJNI YAJAIRA RIVERO ROJAS

yajarivero.05@gmail.com

Director:

JACIPT ALEXANDER RAMÓN VALENCIA

jacipt@unipamplona.edu.co

Coinvestigador:

DERLY ESTEFANY VERA MOGOLLÓN

derly.veram@unipamplona.edu.co

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL, CIVIL Y QUIMICA
FACULTAS DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA

2019

RESUMEN

Un SATC consiste básicamente en enviar datos de una manera inmediata con el fin de activar mecanismos de alarma, los cuales alerten a una población ante la probabilidad de un evento extremo (inundaciones, sequias e incendios forestales), un SATC cuenta con herramientas como el monitoreo y vigilancia de los eventos, sistema de comunicaciones, sistema de alarmas y un plan de evacuación ante cualquier eventualidad. Con el presente trabajo, se busca crear el diseño de un SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA COMUNITARIO (SATC) en el corregimiento de San Bernardo de Bata, Toledo Norte de Santander, el diseño del SATC contara con una primera etapa la cual consiste en realizar un diagnóstico técnico preliminar de la zona de estudio con el fin de recolectar información primaria y secundaria que sirva como línea base en el SATC, seguidamente se procederá a estimar el comportamiento del clima ante eventos como: deslizamientos por lluvias y degradación de los suelos por erosión por medio de datos climatológicos. El presente estudio permitirá realizar el montaje institucional y operativo del SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS EN EL CORREGIMIENTO DE SAN BERNARDO DE BATA NORTE DE SANTANDER, y articular información para la actualización del PLAN MUNICIPAL PARA LA GESTION DEL RIESGO con el objetivo de convertirlo en una herramienta eficaz y preventiva.

Contenido

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
3. JUSTIFICACION	14
4. ESTADO DEL ARTE	15
5. MARCO TEORICO.....	21
5.1 MARCO CONCEPTUAL	35
5.2 MARCO REFERENCIAL.....	37
5.2.1 GEOGRAFIA.....	37
5.2.2 ALTITUD	38
5.2.3 EXTENSION	38
5.2.4 TEMPERATURA	39
5.2.5 RELIEVE.....	39
5.2.6 LIMITES.....	39
5.2.7 ECONOMIA	39
5.3 MARCO LEGAL	40
6. OBJETIVOS.....	42
6.1 OBJETIVO GENERAL.....	42
6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	42
7. METODOLOGIA	43
7.1 DIAGNOSTICO TÉCNICO PRELIMINAR DE LA ZONA DE ESTUDIO	43
7.2 ANÁLISIS DE DATOS CLIMATOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS DE CAUDALES DEL RÍO MARGUA Y AFLUENTES DE INTERÉS PARA EL ESTUDIO	43
7.3 DISEÑO DEL MONTAJE INSTITUCIONAL Y OPERATIVO DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA 44	
7.4 PLANTEAMIENTO DE MEJORAS NECESARIAS AL PLAN MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DEL MUNICIPIO DE TOLEDO NORTE DE SANTANDER	45
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	46
8.1 DIAGNOSTICO TECNICO.....	46
8.2 ANALISIS DE DATOS CLIMATOLOGICOS E HIDROLOGICOS	65
8.2.1 SOLICITUD DE DATOS	65
8.2.2 ANALISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL Y TOTAL MENSUAL	65
8.2.3 EVENTOS MAXIMOS	68
8.2.4 AJUSTE DE LOS DATOS A LAS DISTRIBUCIONES GUMBEL, NORMAL Y LOGNORMAL.....	68

8.2.5 CURVAS IDF	71
8.2.6 UMBRALES DE PLUVIOSIDAD.....	73
8.3 DISEÑO DEL MONTAJE INSTITUCIONAL Y OPERATIVO DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA.....	74
8.4 PLANTEAMIENTO DE MEJORAS NECESARIAS AL PLAN MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DEL MUNICIPIO DE TOLEDO NORTE DE SANTANDER	81
8.4.1 ACTUALIZACIÓN DE LA DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO Y SU ENTORNO	81
8.4.1.1 Descripción general del municipio.....	81
8.4.1.1.1 Localización geográfica	81
8.4.1.1.2 Extensión	81
8.4.1.1.3 Población (urbana y rural)	81
8.4.1.1.4 Altitud.....	82
8.4.1.1.5 Topografía	82
8.4.1.1.6 Clima.....	83
8.4.1.1.7 Cuerpos de agua	84
8.4.1.1.8 Municipios vecinos	85
8.4.1.2 Aspectos de crecimiento urbano	85
8.4.1.2.1 Fundación	85
8.4.1.2.2 División político administrativa y desarrollo urbano	86
8.4.1.3 Aspectos socioeconómicos.....	87
8.4.1.3.1 Pobreza y NBI	87
8.4.1.3.2 Aspectos institucionales	87
8.4.1.3.3 Aspectos culturales.....	88
8.4.1.4 Actividades económicas: Principales en el área urbana y rural	88
8.4.1.5 Principales fenómenos que en principio pueden representar amenaza para la población, los bienes y el ambiente	91
8.4.1.2 ACTUALIZACIÓN DE LA IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO	91
8.4.1.2.1 Identificación de Escenarios de Riesgo, según Criterio De Fenómenos Amenazantes.....	91
8.4.1.2.1.1 Eventos históricos.....	91
8.4.1.2.1.2 Información Planimétrica	93
8.4.1.2.1.3 Zonificación de escenarios de riesgo	99
8.4.1.3 ACTUALIZACIÓN Y REVISIÓN DE LA VISIÓN PROSPECTIVA, OBJETIVOS, PROGRAMAS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO	100

8.4.1.3.1	Visión Prospectiva del riesgo en el municipio.....	100
8.4.1.3.2	Objetivos para el Plan Municipal de Gestión Integral del Riesgo.....	101
8.4.1.3.3	Programas y acciones para la gestión integral del riesgo	101
9.	CONCLUSIONES	105
10.	RECOMENDACIONES	106
11.	AGRADECIMIENTOS.....	107
12.	BIBLIOGRAFIA.....	108
	ANEXOS.....	114

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Evolución de la gestión el riesgo en Colombia en función de los eventos desastrosos.	21
Ilustración 2. Componentes de un SAT	23
Ilustración 3. Mapa de procesos y componentes de la gestión del riesgo de desastres	24
Ilustración 4. Estructura de los SAT	31
Ilustración 5. Red de monitoreo, procesamiento de datos y pronóstico del sistema de alerta temprana.	44
Ilustración 6. Planteamiento de mejoras necesarias al Plan Municipal para la Gestión del Riesgo .45	
Ilustración 7. Ubicación Corregimiento San Bernardo de Bata. Google Maps.	46
Ilustración 8. Depósitos coluviales en el centro poblado San Bernardo de Batá.	49
Ilustración 9. Protocolo de Alertas SATC.....	77
Ilustración 10. Alerta Amarilla	78
Ilustración 11. Alerta Naranja	79
Ilustración 12. Alerta Roja	80
Ilustración 13. División político-administrativa intramunicipal.....	86
Ilustración 14. Deslizamiento Vereda San Carlos.....	92
Ilustración 15. Deslizamiento San Bernardo de Bata.	92
Ilustración 16. Deslizamiento Vereda La Camacha	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Sistemas de alerta temprana implementados en el territorio Nacional.....	19
Tabla 2. Participación comunitaria en los SAT	24
Tabla 3. Roles de principio de fin para los ejecutores de SAT	26
Tabla 4. Rangos de pendientes	62
Tabla 5. Intensidades máximas de precipitación para diferentes duraciones de la lluvia y diferentes periodos de retorno	72
Tabla 6. Establecimientos Educativos de Toledo	87
Tabla 7. Objetivos para el Plan Municipal de Gestión Integral del Riesgo	101
Tabla 8. Programas y acciones para la gestión integral del riesgo	101

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Localización del municipio de Toledo.	37
Mapa 2. Localización Zona Suburbana San Bernardo de Bata.	38
Mapa 3. Mapa de drenajes intermitentes en la zona de estudio.....	47
Mapa 4. Geología de la zona urbana del corregimiento San Bernardo de Bata.....	48
Mapa 5. Riesgos y amenazas.	52
Mapa 6. Mapa de Pendientes de la zona de estudio	61
Mapa 7. Mapa de Geología de la zona de estudio	62
Mapa 8. Mapa de Ecosistemas de la zona de estudios	63
Mapa 9. Mapa de Cobertura Vegetal de la zona de estudio	64
Mapa 10. Mapa de ubicación de los Pluviómetros	76
Mapa 11. Localización del municipio de Toledo.	81
Mapa 12. Temperatura promedio multianual, Toledo.....	83
Mapa 13. Precipitación promedio multianual, Toledo.....	84
Mapa 14. Zonas de deslizamiento de Toledo	94
Mapa 15. Localización de escenarios de riesgo de Toledo.....	95
Mapa 16. Localización de escenarios de riesgo, San Bernardo de Bata	96
Mapa 17. Localización de escenarios de riesgo, Samoré	97
Mapa 18. Localización de escenarios de riesgo, Gibraltar.....	98

LISTA DE GRÁFICOS

Grafica 1. Zona de habitación	53
Grafica 2. Estimación de Amenazas	54
Grafica 3. Acontecimientos ocurridos.....	54
Grafica 4. Frecuencia de los acontecimientos.....	55
Grafica 5. Estimación de las lluvias	55
Grafica 6. Disminución de las lluvias	56
Grafica 7. Incremento de las lluvias	56
Grafica 8. Relación Lluvia-deslizamientos	56
Grafica 9. Porcentaje de deslizamientos causados por las altas precipitaciones	57
Grafica 10. Nivel de información.....	57
Grafica 11. Actividades agrícolas-remoción en masa.....	58
Grafica 12. Monitoreo ejercido sobre los cuerpos de agua	59
Grafica 13. Fallas Geológicas.....	59
Grafica 14. Precipitación total anual. Estación San Bernardo de Bata	65
Grafica 15. Precipitación total mensual, año 1997. Estación San Bernardo de Bata.....	66
Grafica 16. Precipitación total mensual, año 1973. Estación San Bernardo de Bata.....	67
Grafica 17. Precipitación total mensual, año 2015. Estación San Bernardo de Bata.....	67
Grafica 18. Eventos máximos multianuales. Estación San Bernardo de Bata.....	68
Grafica 19. Distribución de los valores máximos de caudales. Estación Peña de los Micos	69
Grafica 20. FRECUENCIA ACUMULADA DE CAUDALES. ESTACIÓN PEÑA DE LOS MICOS	69
Grafica 21. Distribución de los Valores Máximos de Precipitación. Estación San Bernardo de Bata70	
Grafica 22. FRECUENCIA ACUMULADA DE PRECIPITACIÓN. ESTACIÓN SAN BERNARDO DE BATA ..71	
Grafica 23. Curvas IDF. Estación San Bernardo	71
Grafica 24. Umbrales de precipitación. Estación San Bernardo de Bata	73
Grafica 25. Población total del municipio de Toledo	82

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Socialización proyecto SAT	74
Fotografía 2. Pluviómetro N°1	75
Fotografía 3. Pluviómetro N°2	75
Fotografía 4. Pluviómetro N°3	76

1. INTRODUCCIÓN

Los fenómenos hidrometeorológicos fueron el 85% de los eventos asociados a riesgo registrados entre 1998 y 2018 en Colombia. Teniendo presente la necesidad de los centros urbanos para hacer gestión del riesgo de desastres ante amenazas de tipo natural, se hace imprescindible la generación de sistemas de alerta temprana que ayuden a monitorear y anticipar la posible ocurrencia de pérdidas de vidas humanas y materiales debido a la manifestación de la amenaza. Los procesos de remoción en masa generados por lluvia son una de las amenazas de tipo natural que ha generado importantes consecuencias en varios centros poblados. Uno de los aspectos a considerar para el establecimiento de un sistema de alerta temprana es la base de conocimiento del mismo, es decir, es necesario determinar de qué manera se relaciona la precipitación con la generación de deslizamientos en un sitio dado.

Esta compleja relación lluvia-deslizamientos se ha analizado desde la óptica de la experiencia de los evaluadores del riesgo geotécnico, quienes a partir de registros históricos y las características básicas de la lluvia, como la cantidad de precipitación diaria, proponen unos umbrales mínimos a partir de los cuales se pueden desencadenar fenómenos de remoción en masa. En este tipo de aproximaciones, los expertos seleccionan desde su experiencia el tipo de variable derivada de registros de lluvia y generan una explicación basada en la casuística de la relación lluvia-deslizamiento. La incógnita principal radica en determinar cuál es la variable relacionada con lluvia y el nivel umbral que dispara los procesos de remoción en masa. Para poder abordar esta pregunta, es necesario conocer la amplia oferta de parámetros relacionados con lluvia que generan deslizamiento y que se han usado para análisis en diferentes partes del mundo.

El presente trabajo de investigación proyecta el diseño de un sistema de alerta temprana ante fenómenos de remoción en masa principalmente, para la zona urbana del corregimiento San Bernardo de Bata, dado que ha sido una zona bastante afectada por la ocurrencia de deslizamientos que han generado daños considerables en viviendas, cultivos, infraestructura de servicios públicos como acueductos, alcantarillado y el matadero, además de la vía principal denominada La Soberanía. Esta investigación se desarrolló en el marco del proyecto SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE INUNDACIONES Y SEQUIAS COMO MEDIDA DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER. En este trabajo se presenta una recopilación de información primaria y secundaria que sirva como base para los SAT, seguidamente se analiza el comportamiento de las precipitaciones y la variación de los caudales y con ello diseñar el montaje del Sistema de Alerta Temprana para el corregimiento, considerando como aspecto importante los resultados obtenidos para la posterior articulación de estos últimos en la actualización del Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres del municipio de Toledo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el departamento de Norte de Santander se conjugan condiciones físicas complejas con alta vulnerabilidad a la ocurrencia de desastres naturales, inducidos en su gran mayoría por eventos climáticos extremos asociados a fenómenos de variabilidad climática como el Niño y la Niña. Sin embargo, no se cuenta con un sistema de monitoreo permanente que permita tener información en tiempo real para alertar de manera oportuna a la comunidad sobre la posibilidad de ocurrencia de un evento que pueda causar daño, para lo cual es indispensable el monitoreo, el pronóstico, la generación de alertas y la puesta en marcha de los Planes Municipales de Gestión del Riesgo.

San Bernardo de Bata es un corregimiento especial de la jurisdicción del municipio de Toledo, departamento Norte de Santander, ubicado en las estribaciones de la cordillera oriental, región Andina de Colombia y se localiza en la zona central del municipio. Su topografía presenta en general una pendiente uniforme entre 25° a 35°, muestra un panorama general de amenazas potenciales naturales centrado en los fenómenos de remoción en masa y degradación del suelo por erosión, eventos causados por la pendiente y composición del terreno los cuales soportan cultivos de café con sombrero y otros no permanentes que, favorecidos por la pendiente, los escurrimientos superficiales producto de aguas residuales domésticas y el arrastre que conllevan las lluvias, hacen que la zona sea susceptible a la erosión y a deslizamientos moderados a suaves.

De acuerdo a lo anterior se plantea como pregunta de investigación la siguiente:

¿Es posible reducir el riesgo y la afectación de los elementos expuestos del corregimiento de San Bernardo de Bata mediante el diseño de un Sistema de Alertas Tempranas ante eventos hidrogeomorfológicos?

3. JUSTIFICACION

Los fenómenos de remoción en masa son una de las causas más frecuentes de desastres en Colombia, afectando continuamente poblaciones, vías, puentes, gasoductos, acueductos y demás obras de infraestructura, son innumerables la cantidad de daños ocasionados produciendo cambios significativos en la morfología del terreno, diversos daños ambientales y cantidad de pérdidas económicas. En nuestro país, el desarrollo de movimientos en masa tiene una estrecha relación con la ocurrencia de lluvias, pues éstas saturan los suelos promoviendo la alteración de sus propiedades mecánicas y su pérdida de resistencia, también ocurren con mayor frecuencia en terrenos caracterizados por presentar altas pendientes.

Como consecuencia de lo anterior, este trabajo pretende analizar la susceptibilidad a la que esta y ha estado expuesta el corregimiento San Bernardo de Bata frente a los fenómenos de remoción en masa para ello se proyecta diseñar un SATC que contribuya a ampliar la información en la comunidad acerca del desarrollo de los sistemas de alerta temprana y su aporte a la preparación y prevención ante eventos de riesgo por fenómenos naturales que se puedan presentar en la localidad. Esta investigación se realizó con el propósito de aportar al cumplimiento de las normas más indispensables para la gestión del riesgo de desastres como lo son la **Ley 1523 de 2012** que tiene el propósito de ofrecer protección a la población en el territorio colombiano, mejorar la seguridad, el bienestar y la calidad de vida y contribuir al desarrollo sostenible; la **Ley 1931 de 2018** que establece las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de gases efecto invernadero, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población; la **Política nacional de cambio climático** que incorpora la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático por ultimo las **Comunicaciones Nacionales** son la principal fuente de información y conocimiento técnico para apoyar la toma de decisiones de las instituciones, los sectores, las regiones y otros interesados, sobre los potenciales efectos del cambio climático en Colombia. Además son importantes las guías aportadas por la **UNGRD** las cuales aportan a los procesos de planificación y desarrollo territorial local y departamental.

4. ESTADO DEL ARTE

En el presente capítulo se presenta a modo de resumen los antecedentes sobre los SAT consultados a nivel nacional y departamental y sus diversos componentes:

NACIONAL

Colombia mediante los convenios de Naciones Unidas se ha unido a redes internacionales de pronóstico y alerta de diferentes fenómenos naturales. Es así como con base en los convenios firmados en el marco de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) desde los años 60 se han estado implementando redes de monitoreo hidrometeorológico, que incluyen redes de comunicación para intercambio de datos e interacción con centros mundiales de proceso de la información recolectada. Con un mejor conocimiento de los fenómenos naturales, un aumento de las capacidades técnicas nacionales, el mejoramiento de las comunicaciones y un acceso más fácil a las tecnologías de monitoreo, los países en vías de desarrollo, reciben los pronósticos y alertas mundiales o regionales lo cual ha posibilitado salvar vidas humanas y un mejor desarrollo de las actividades productivas. Cada gobierno (nacional, departamental o local) cuenta entonces con la potestad de establecer su propia red de alertas, y para lo cual la ley ha creado funciones específicas a cada entidad técnica a nivel regional o local. (UNGRD, 2016)

Con la instalación de los SAT comunitarios lo que se pretende es ampliar las alertas y la consiguiente toma de medidas de prevención al fortalecer la organización comunitaria y acercar lo técnico-científico al saber y la práctica local, al tomar sus propios datos, hacer los análisis, determinar el grado y tipo de alerta necesaria y poner en acción la estrategia de respuesta comunitaria.

Existen en el país, sistemas nacionales de alerta temprana para fenómenos de gran escala, manejados por entidades del orden nacional como IDEAM, DIMAR, Corporación OSSO y SGC; algunos sistemas regionales instalados por Corporaciones Ambientales como el de la CAR y sistemas municipales como el implementado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Estas entidades han implementado a lo largo de las últimas décadas redes manuales y automáticas para un mejor conocimiento de los fenómenos, buscando en primer lugar conocer sus características espaciales y temporales y en segundo lugar preparar a la población.

Sin embargo, el país es muy diverso y complejo y muchos de los fenómenos violentos tienen características muy reducidas que no se reflejan en los sistemas nacionales de monitoreo y pronósticos por lo que hay que buscar medidas alternativas que permitan a las poblaciones ponerse a salvo de fenómenos como las crecientes súbitas, los deslizamientos de tierra, los sismos, los tsunamis locales y las erupciones volcánicas.

Antes de describir los actuales sistemas de alerta temprana de Colombia, es necesario referirse a la gestión del riesgo, concepto que ha evolucionado constantemente desde la creación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres en 1989, que recientemente adoptó el nombre de Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD) a través de la Ley 1523 de 2012. Dicho sistema es operado por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), encargada de dirigir la implementación de la gestión del riesgo de desastres y de coordinar el funcionamiento y el desarrollo continuo del sistema. Es importante destacar, además, que la política de gestión del riesgo en Colombia se ajusta a los lineamientos de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), así como al Marco de Acción de Hyogo (UNGRD, 2012).

Los sistemas de alerta temprana se han venido desarrollando de manera paralela. La primera experiencia en este sentido fue en 1976, con el Servicio Colombiano de Hidrología y Meteorología (SCMH), el cual se basaba en el modelo Sacramento y operaba con tarjeta perforada para procesar la información proveniente de radios y teléfonos. Este sistema suministraba datos cuantitativos y daba apoyo a los organismos de socorro en la temporada invernal (Domínguez, Angarita & Rivera, 2010).

Para el año 2014, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) presenta un informe técnico diario de alertas ambientales de origen hidrometeorológico y genera comunicados especiales para los eventos extraordinarios. Estos pronósticos se basan en dos modelos de mesoescala: el modelo de Weather Research and Forecasting (WRF) y el modelo de mesoescala y microescala V5 (MM5). Ambos utilizan como insumo los datos iniciales suministrados por el modelo de baja resolución de la NOAA, conocido como GFS (Global Forecast System). Con dichos modelos se generan las predicciones climáticas para las regiones naturales (Caribe, Pacífico, Andina, Insular, Orinoquia y Amazonia) a corto (mes actual), mediano (uno y dos meses siguientes) y largo plazo (tres a cinco meses siguientes), y en cada una de ellas se incluye la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos macrolimáticos (Niña/Niño), y la información sobre los niveles de los ríos (cuencas de los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge, Sinú, Atrato, Meta, Arauca y Amazonas), e información sobre la precipitación, los deslizamientos y los incendios (IDEAM, 2008; Ruíz, 2014). Dichos pronósticos se pueden consultar en la página web del IDEAM: <http://pronosticos.ideam.gov.co/jsp/index.jsf>.

Además de este sistema nacional, en varias regiones de Colombia se han venido desarrollando sistemas de alerta temprana locales. A continuación se presentan los sistemas de alerta temprana consultados

Sistema de alerta temprana del Distrito Capital de Bogotá articulado a través de la acción de un amplio conjunto de entidades públicas, recientemente agrupadas

para conformar el Sistema Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático (SDGR-CC) mediante el acuerdo **546 de 2013**, el cual creó, así mismo, el Fondo Distrital para la Gestión de Riesgo y Cambio Climático (FONDIGER). El SDGR-CC está conformado por todos los organismos y entidades públicas del ámbito nacional y regional con jurisdicción en el Distrito Capital, así como por las organizaciones privadas con o sin ánimo de lucro y las organizaciones comunitarias y ciudadanas. La institución distrital encargada del sistema es el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER), conocido anteriormente como Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE). La información correspondiente se puede consultar en el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y Atención de Emergencias (SIRE- <http://www.sire.gov.co/>), cuyo objetivo es facilitar la gestión del riesgo y la atención de emergencias en el Distrito Capital. Este sistema de alerta temprana está conformado por la Red de Acelerógrafos de Bogotá (RAB), la cual registra las aceleraciones que se producen en el terreno cuando se presentan sismos. Además, existe la Red Hidrometeorológica de Bogotá (RHB), la cual consta de 27 estaciones para el monitoreo de las variables hidrometeorológicas y los niveles de los ríos ubicados en el perímetro urbano; las estaciones funcionan 24 horas al día los 365 días del año. Los equipos cuentan con sistemas automáticos de registro, almacenamiento y transmisión de la información a la base del IDIGER, donde es analizada y utilizada para generar alertas a la comunidad (SIRE, 2014). Otro elemento importante es el Sistema de Información Sísmica Básica (Sisbog-Daño). Este es un sistema de cómputo especializado en el análisis de daños tras la ocurrencia de un terremoto. (Bernal, 2009).

Sistema de Alerta Temprana Ambiental (SIATA) este sistema tiene como área de influencia la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, y cuenta, además, con el apoyo y los aportes de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) e ISAGEN. El principal objetivo del SIATA es alertar de manera oportuna a la comunidad sobre la probabilidad de ocurrencia de un evento hidrometeorológico extremo que pueda generar una situación de emergencia. Para ello monitoriza constantemente las variables atmosféricas, las cuencas y las laderas de la región. La principal característica del SIATA es su enfoque basado en sistemas, es decir, divide un sistema complejo en varios subsistemas con una posterior integración, hecho que se ve reflejado en la diferentes redes que lo conforman, entre las que se encuentran la red hidrometeorológica, conformada por 66 estaciones pluviométricas, 15 de las cuales monitorizan variables meteorológicas (temperatura, humedad relativa, presión, dirección y velocidad del viento); la red de sensores de nivel, que toma los datos de humedad, temperatura y conductividad eléctrica en el suelo y está conformada por 30 sensores de humedad; la red de cámaras en vivo (live streaming), conformada por siete cámaras; tres radares, uno en el Área Metropolitana (en Santa Elena) y dos de la Aerocivil ubicados en Corozal, Sucre, y el otro en Bogotá, y otras redes como la Red Acelerográfica de Medellín (RAM), la Red Acelerográfica del Valle de Aburrá (RAVA) y la Red de Calidad de Aire del Área Metropolitana. Cada una de las estaciones transmite en tiempo real con el propósito

de garantizar el flujo constante de información hacia el servidor, para posteriormente difundirla a través de Twitter, de tutoriales en Youtube y de una página web amigable (<http://siata.gov.co/newpage/index.php>) (SIATA, 2014).

Sistema de alertas agroclimáticas tempranas (SAAT) participativas con organizaciones y familias de custodios indígenas y campesinos de la cuenca alta del río Cauca: este sistema, ubicado en los municipios de Popayán, Puracé, Sotará y Toto en el departamento de Cauca, tiene como objetivo contribuir al fortalecimiento de capacidades para prevenir los riesgos agroclimáticos a partir de la articulación del conocimiento cultural e institucional y de la construcción participativa. En consecuencia, el eje principal de toda su estructura es la participación de la comunidad representada en las organizaciones campesinas. Como resultado, las comunidades locales conocen el clima, investigan sobre los indicadores biológicos y planifican sus sistemas productivos. La evaluación de las predicciones climáticas internacionales se realizan con base en la información de la NOAA. Para la evaluación de las predicciones climáticas nacionales y regionales se recurre a los pronósticos trimestrales del IDEAM. Por último, tiene en cuenta los indicadores biológicos a nivel comunitario, incluido el conocimiento ancestral de las comunidades indígenas y campesinas (Fundación Pro Cuencas Río Las Piedras, 2013).

Sistema de alerta temprana para la cuenca del río Combeima: la cuenca del río Combeima se encuentra en la parte centro-occidental del departamento del Tolima, sobre el flanco oriental de la cordillera Central de Colombia; su sistema de alerta temprana tiene como objetivo mitigar el impacto de las inundaciones, los flujos de lodos y avalanchas, los deslizamientos, las erupciones volcánicas y los movimientos del terreno causados por sismos; está conformado por una red de monitorización compuesta por estaciones instaladas y operadas por el IDEAM, y por estaciones automáticas operadas por el Comité Regional de Prevención y Atención de Desastres del Tolima (CREPAD). La monitorización de la sismicidad en el Volcán Nevado del Tolima se basa en la información del Servicio Geológico Colombiano (INGEOMINAS). La información recopilada por las estaciones se transmite a través de una antena repetidora hacia el Centro de Operación del CREPAD, donde posteriormente se analiza la información en tiempo real por medio de la aplicación de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA), y se generan alarmas categorizadas por parámetros, que se visualizan en la aplicación web SAT. Otro componente importante es el sistema de comunicación y alarmas, conformado por una red de comunicaciones constituida por los comités regionales o locales de riesgo, las entidades públicas o privadas y la población de la cuenca del Río Combeima, la cual transmite la información por radio en banda VHF (sistema de voz). (Agencia Suiza para el Desarrollo y COSUDE, 2010).

Sistema acústico de alerta temprana en Bucaramanga: en el 2012 se instaló en la Comuna 14 de Bucaramanga un bloque de perifoneo que se activa inalámbricamente desde el Comité Municipal de Gestión y Riesgo cuando se

registran datos extremos en los instrumentos de medición. La señal sonora tiene un radio aproximado de 2 km a la redonda y permite proteger la vida de 100 mil habitantes de ocho barrios y veredas del corregimiento Tres de Bucaramanga (Jerez, 2014).

Sistema de alerta temprana de la Guajira: este es coordinado por CORPOGUAJIRA en convenio con la Cruz Roja, y su objetivo son las inundaciones y deslizamientos; presenta una descripción de las condiciones climáticas para el departamento y los municipios a través de boletines diarios que se publican en la página web (<http://www.corpoguajira.gov.co/>), con las variables de temperatura mínima, temperatura máxima, viento, humedad, presión atmosférica y punto de rocío.

Sistema de alerta temprana para el área metropolitana de Barranquilla. La ciudad de Barranquilla se caracteriza por tener inundaciones que anualmente ocasionan daños materiales y dejan centenares de damnificados y víctimas mortales. En un esfuerzo por combatir este fenómeno, el Grupo de Investigación en Telecomunicaciones y Señales y el Instituto de Estudios Hidráulicos y Ambientales (IDHEA) de la Universidad del Norte vienen desarrollando un sistema de alerta temprana desde el 2012. Durante la implementación y el desarrollo del sistema se involucra a las comunidades en la creación de un sistema de comunicación (Acosta, 2013).

Tabla 1. Sistemas de alerta temprana implementados en el territorio Nacional

Ubicación	Tipo de SAT			Accesibilidad
	Nivel	Amenaza	Enfoque	
Norte de Santander	Departamental	Multi-amenaza	Centralizado	http://www.satnortedesantander.org/
La Guajira	Departamental	Inundaciones y Deslizamientos	Centralizado	http://corpoguajira.gov.co/wp/programas-y-proyectos/sistema-de-alerta-temprana/
Tolima	Departamental	Inundaciones	Centralizado	http://www.cdgrdtolima.gov.co/
Valle de Aburrá	Municipal	Multi-amenaza	Centralizado	http://www.siata.gov.co/newpage/index.php/
Barranquilla	Municipal	Inundaciones	Centralizado	http://www.arroyosdebarranquilla.co/
Manizales	Municipal	Deslizamientos	Centralizado	http://idea.manizales.unal.edu.co/index.php/estado-tiempo-caldas/
IDEAM	Nacional	Multi-amenaza	Centralizado	http://pronosticos.ideam.gov.co/jsp/746
Bogotá	Municipal	Multi-amenaza	Centralizado	http://www.sire.gov.co/
SNGRD	Nacional	Multi-amenaza	Centralizado	http://190.60.210.210:8080/DGR/index.jsf/
OSSO	Nacional	Tsunamis	Centralizado	http://www.osso.org.co/tsunami/

Fuente: UNGRD

DEPARTAMENTAL

El Sistema de alerta temprana de Norte de Santander: La implementación del sistema comenzó en el 2013 con el objetivo de prevenir a los habitantes de las cuencas de los ríos Zulia y Pamplonita sobre la posibilidad de ocurrencia de eventos climáticos extremos. El proyecto busca generar información en tiempo real para analizar y articular las actividades de prevención en 19 municipios del departamento de Norte de Santander, incluida la ciudad capital Cúcuta. El sistema podrá detectar los eventos de inundación con seis horas de anticipación (Vejarano, 2013).

Implementación de la primera fase del sistema de alertas tempranas en la cuenca alta del río Catatumbo (2018): Dirigido por Rafael Navi Gregorio Angarita Lamk, director general de CORPONOR en convenio con la Universidad Francisco de Paula Santander sede Ocaña, donde se obtuvieron los siguientes productos:

- ✓ Plan operativo y cronograma de actividades
- ✓ Estrategia de sostenibilidad y fortalecimiento del conocimiento
- ✓ Diagnóstico de la zona en estudio
- ✓ Evaluación e identificación de los puntos de instalación
- ✓ Integración a la plataforma SIG Catatumbo
- ✓ Articulación con proyectos desarrollados en la zona de igual interés
- ✓ Sensibilización de las comunidades y estrategia de comunicación y divulgación del proyecto
- ✓ Capacitación técnica de instalación, manejo y mantenimiento de estaciones
- ✓ Reubicación, instalación y puesta en línea las eventuales estaciones identificadas y articuladas al SAT
- ✓ Memorias

Sistema de alerta temprana ante inundaciones y sequías como medida de adaptación al cambio climático en el departamento de Norte de Santander (2018 – 2020): La Universidad de Pamplona en alianza con el Consejo Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres, la Gobernación de Norte de Santander y en consecuencia la Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres viene adelantando el proyecto SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE INUNDACIONES Y SEQUÍAS COMO MEDIDA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER, el cual tiene por objetivo la instalación y puesta en marcha de una red de monitoreo Hidrometeorológica, ante eventos climáticos de inundación y sequía como medida de adaptación al cambio climático, que vincule la sostenibilidad y ampliación del sistema actual a través del componente de generación y análisis de información meteorológica con la participación comunitaria y la respuesta oportuna de los organismos competentes en la cuencas de los ríos Zulia, Pamplonita, Táchira, Chitagá, Algodonál y Tibú.

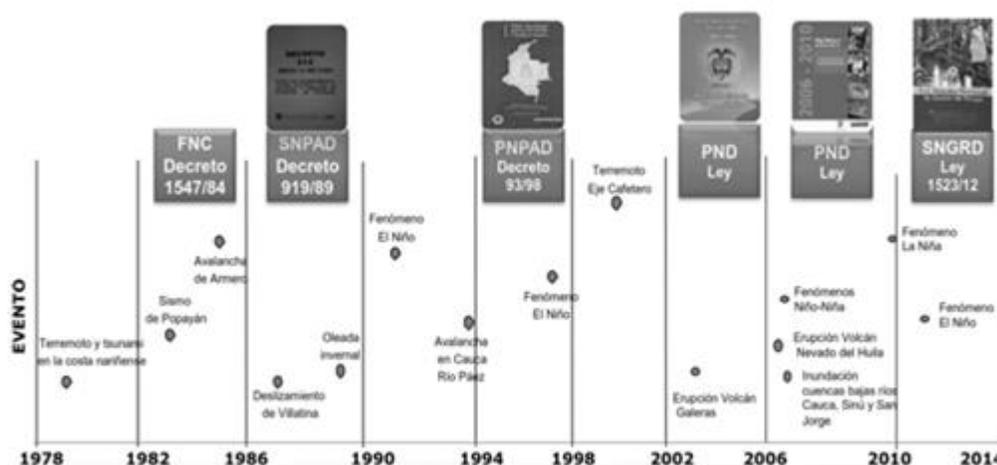
5. MARCO TEORICO

LA GESTIÓN DEL RIESGO EN COLOMBIA

En Colombia el 82% de la población está bajo condiciones de riesgo debido factores geológicos, geomorfológicos, hidroclimáticos, y al creciente aumento de la vulnerabilidad, como resultado de la inadecuada planificación y ocupación del territorio. Así mismo, se tienen asentamientos con infraestructura deficitaria y altos índices de pobreza. La vulnerabilidad es el resultado no sólo de la ocurrencia de fenómenos peligrosos, si no de la forma en que las sociedades se han desarrollado, se organizan, se preparan para enfrentarlos y se recuperan de ellos (Landa et al., 2008; Campos et al., 2012; Fernández y Sabas, 2012).

El gobierno nacional ha venido modificando la estructura normativa para hacer frente a los desastres, con el fin de reducir o evitar impactos de gran magnitud. Se ha pasado así del concepto de “atención de desastres”, con la creación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres en el año 1989, a la “gestión del riesgo”, con la sanción de la Ley 1523 de 2012, por la cual se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre, en cabeza de la UNGRD.

Ilustración 1. Evolución de la gestión el riesgo en Colombia en función de los eventos desastrosos.



Fuente: UNGRD, 2012

Como consecuencia de los cambios de enfoque en las políticas nacionales, el país ha adquirido compromisos en el marco de acuerdos internacionales, como el Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015, “Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres”, aprobado durante la Segunda Conferencia Mundial sobre Reducción de Desastres llevado a cabo en Hyogo-Japón.

El marco cuenta con cinco prioridades de acción:

- 1) Velar porque la reducción del riesgo de desastres constituya una prioridad nacional y local.
- 2) Identificar, evaluar y seguir de cerca el riesgo de desastres y potenciar la alerta temprana.
- 3) Utilizar el conocimiento, la innovación y la educación para establecer una cultura de seguridad y de resiliencia.
- 4) Reducir los factores subyacentes del riesgo.
- 5) Fortalecer la preparación ante los desastres para lograr una respuesta eficaz a todo nivel.

Con base en estas prioridades, los SAT toman gran relevancia en la gestión del riesgo nacional.

¿QUÉ ES UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA?

Los Sistemas de Alerta Temprana –SAT- son herramientas que permiten proveer una información oportuna y eficaz a través de instituciones técnicas, científicas y comunitarias, por medio de herramientas y elementos, que permiten a los individuos expuestos a una amenaza latente, la toma de decisiones para evitar o reducir su riesgo y su preparación para que puedan brindar una adecuada respuesta teniendo en cuenta sus capacidades.

La EIRD habla del “conjunto de capacidades necesarias para generar y diseminar de manera oportuna y efectiva información de alerta que permita a las personas, comunidades y organizaciones amenazadas prepararse y actuar apropiadamente y con suficiente tiempo para reducir la posibilidad de daño o pérdida”.

Los SAT permiten “facultar a las personas y comunidades que enfrentan una amenaza para que actúen con suficiente tiempo y de manera adecuada para reducir la posibilidad de que se produzcan lesiones personales, pérdidas de vidas humanas y daños a los bienes y el medio ambiente”.

La alerta temprana les da respaldo técnico a las comunidades o individuos para actuar con tiempo suficiente y de una manera apropiada para reducir la posibilidad de daño personal, pérdida de vidas, daños a la propiedad y al ambiente ante una amenaza o evento adverso que puede desencadenar situaciones potencialmente peligrosas.

Para lo cual, desde los lineamientos internacionales, la UNISDR (NOAA) propone cuatro componentes fundamentales:

1. Detección y pronóstico de amenazas

2. Evaluación de los riesgos e integración de la información
3. Divulgación oportuna, confiable y comprensible
4. Planificación, preparación y capacitación para la respuesta en todo nivel (institucional y comunitario)

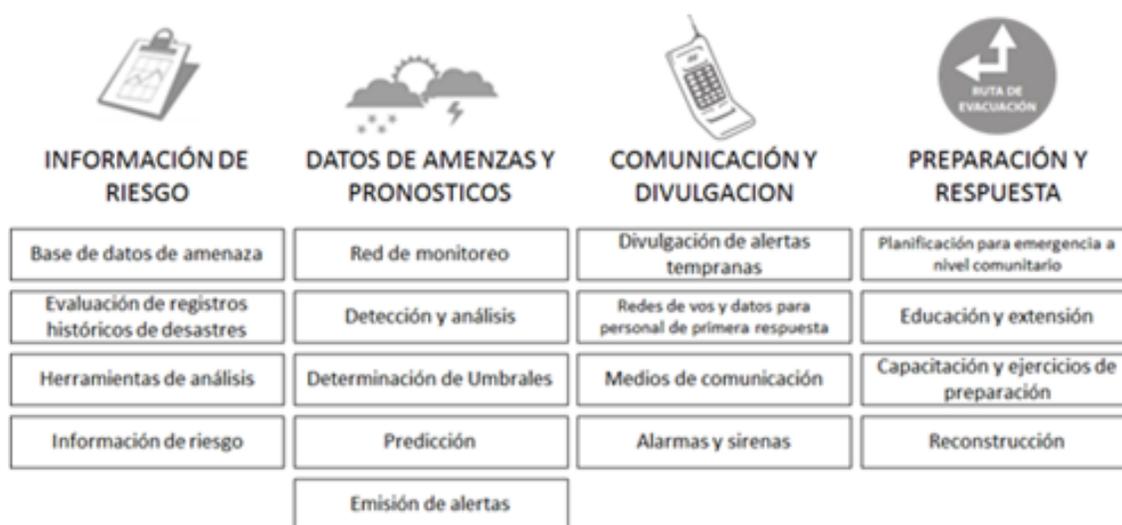
De manera que cualquier acción emprendida para la alerta temprana, esté articulado con las acciones de planificación en gestión del riesgo y por ende con las acciones de respuesta y recuperación. (UNGRD, 2016)

✓ Conceptos básicos y componentes de un sistema de alerta temprana (SAT)

Los SAT son definidos como el conjunto de dispositivos y capacidades necesarios para generar y difundir una alerta oportuna, que avise sobre la posibilidad de ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico, que puede desencadenar un desastre, con el fin de evitar o mitigar sus impactos (Ocharan, 2007; OEA, 2010; Domínguez y Lozano, 2014). De acuerdo con la United Nations International Strategy for Disaster Reduction– (UNISDR, 2009), un SAT comprende cuatro elementos fundamentales (Figura 3):

- 1) Conocimiento del riesgo; 2) el monitoreo, análisis y pronóstico de la amenaza; 3) comunicación o difusión de las alertas y los avisos; y 4) capacidades locales para responder frente a la alerta recibida.

Ilustración 2. Componentes de un SAT



Fuente: NOAA, 2012

Los SAT que involucran a la población y que se ajustan a las realidades territoriales, tanto en la fase de diseño como de operación, representan un eje transversal en la gestión del riesgo y deben estar presentes en varios de sus procesos, ya que integran aspectos misionales e incorporan todos sus componentes: prospectivo, correctivo y reactivo (Figura 4), específicamente los de tipo reactivo; partiendo del

análisis de la amenaza, el establecimiento de sistemas de monitoreo para la alerta y la preparación de la población para actuar frente al riesgo (UNESCO, 2012).

Ilustración 3. Mapa de procesos y componentes de la gestión del riesgo de desastres



Fuente: Narvaez, 2009

✓ Elementos de un SAT comunitario

Para la implementación de un SAT, independientemente del grado de tecnificación, de las particularidades de la región o cuenca, del acceso geográfico, de la disponibilidad de información geofísica, de las comunicaciones existentes y de los recursos disponibles, se aconseja el seguimiento de varias tareas, con el objetivo de sacar provecho máximo de la información disponible.

Tabla 2. Participación comunitaria en los SAT

Elementos claves	Comunidad	
	SAT basados en la comunidad	SAT impulsados por la comunidad
Orientación	Con las personas	Por las personas
Carácter	Democrático	Potenciador
Metas	Sugerentes, consultivas	Basado en necesidades, participativo
Pronostico	Comunidad como socio	Comunidad administra
Visión	La comunidad es organizada	La comunidad es empoderada
Valores	Desarrollo de las habilidades de las personas	Confianza en las capacidades de las personas
Resultado/impacto	Inicia la reforma social	Reestructura el tejido social
Actores Clave	Emprendedores sociales, trabajadores y líderes comunitarios	Todos en la comunidad
Metodología	Coordinado con apoyo técnico	Gestionado por la comunidad

Componentes activos de la alerta temprana (de los cuatro)	Al menos uno está activo (por ejemplo, capacidad de respuesta)	Todos están activos, especialmente el monitoreo de los indicadores
--	--	--

FUENTE: IFRC, 2012

✓ Conocimiento del Riesgo

Es la primera tarea que se realiza antes del inicio de operación del SAT. Las amenazas naturales son en sí “neutras” y no deben considerarse como desastres. El desastre es realmente generado cuando la comunidad o población se ve expuesta a la amenaza directamente y no sabe o no entiende cómo actuar para no verse afectado. Si falta información técnica, deberá aprovecharse la implementación del SAT para la instalación de redes de observación o de medición, las cuales con el tiempo podrán aportar los datos correspondientes para ir ajustando el escenario de activación del sistema. Así mismo, puede acudir a la comunidad, principalmente los habitantes más antiguos de la zona, con quienes, a través del mapeo comunitario, podrán brindar información de antecedentes de emergencias, y escenarios más críticos sucedidos en el pasado.

Entre más larga sea la serie de datos, mayor será el conocimiento del fenómeno al que nos enfrentamos. Lo anterior hace parte del conocimiento del riesgo en lo relacionado con el estudio de las amenazas; también se requiere conocer la vulnerabilidad, es decir, el grado de exposición actual, así como el historial de crecimiento de esa vulnerabilidad que normalmente sigue unos patrones relacionados con el desarrollo socioeconómico de la comunidad o población. Al final de todo se puede disponer de unos mapas de riesgo, que son el resultado de un análisis conjunto de las amenazas y de las vulnerabilidades que permiten identificar la porción de territorio que se vería afectada en una situación de emergencia, la cual sería la involucrada en el alcance del SAT.

Tabla 3. Roles de principio de fin para los ejecutores de SAT

Nivel Local		
<p>Fortalecer las capacidades de las comunidades en riesgo y de los voluntarios para recibir, analizar y actuar ante las alertas.</p> <p>Reforzar la capacidad de las autoridades locales para proteger a las comunidades (Función auxiliar de las sociedades nacionales).</p> <p>Cuando sea apropiado guiar a las comunidades en el desarrollo y gestión de un SAT, proporcionando monitoreo local de las condiciones y de los mensajes que se originan en la primera milla.</p> <p>Vincular a las comunidades con el conocimiento externo sobre las alertas tempranas.</p> <p>Proporcionar una verificación de la realidad (reality-check) para los esfuerzos de SAT a nivel mundial, regional y nacional.</p>	Nivel Nacional	Regional y Global
	<p>Integrar la alerta temprana en los programas estratégicos y operativos vigentes De RRD.</p> <p>Apoyar a los gobiernos nacionales a desarrollar SAT centrados en las poblaciones, hechos a la medida y estrechamente vinculados a las comunidades en riesgo.</p> <p>Promover alianzas con otros SAT, incluyendo actores regionales y globales que proporcionen asistencia técnica, monitoreo útil y productos para la alerta.</p> <p>Servir de enlace entre la información técnica/monitoreo y los tomadores de decisiones nacionales.</p>	<p>Reducir la brecha sirviendo como enlace entre: los centros de conocimiento o foros regionales y los esfuerzos de alerta temprana nacionales y locales.</p> <p>Abogar por la emisión de mensajes de alerta de fácil interpretación de arriba para abajo a los largo de las múltiples escalas de tiempo.</p> <p>Exigir y apoyar la verificación de la realidad (reality-checks) rutinarios desde el terreno y a la retroalimentación sobre los productos y mensajes de los SAT.</p> <p>Organizar intercambios entre los ejecutores para compartir buenas prácticas y lecciones aprendidas sobre los SAT and lessons learned in EWS.</p>

Fuente: IFRC, 2012

✓ Vigilancia de las amenazas y servicios de alerta

Los fenómenos de origen natural se pueden vigilar de manera visual o mediante sensores remotos, usando diferentes opciones técnicas de comunicación. La vigilancia por sensores remotos puede ser vigilancia local o vigilancia automática a distancia. Igualmente el proceso de determinación de la alerta y su grado, puede ser decidido por la autoridad hidrometeorológica (el IDEAM en Colombia) o para otros fenómenos por el SGC, o por otros entes o comunidades debidamente capacitados, validados y coordinados por las autoridades nacionales en la materia.

Las redes de medición instaladas por los servicios hidrometeorológicos, sísmicos, de tsunamis o volcánicos a nivel nacional deben considerarse como parte de los SAT nacionales. Sin embargo hay que tener en cuenta que debido a la variabilidad intrínseca del comportamiento de muchos fenómenos que son muy locales y que se desarrollan en escalas espaciales y de tiempo muy reducidas, escapan al escrutinio de los sistemas de monitoreo, de los satélites y radares y lógicamente no se ven reflejados en los análisis y por supuesto en los servicios de predicción, por lo que el trabajo de las propias comunidades para entender sus fenómenos locales y las señales premonitorias que da la propia naturaleza son importantes.

Ciertas amenazas ocurren a tal velocidad, que no habría tiempo para recibir la alerta específica del servicio hidrometeorológico o geofísico nacional. Por ejemplo, un tsunami muy cercano a una playa, escapa a que el servicio nacional emita alertas y pueda llevar el mensaje a la propia comunidad residente en la costa.

✓ Vigilancia visual

Nos referiremos ahora a los SAT para inundaciones y crecientes principalmente. El elemento meteorológico más significativo en la zona tropical es la precipitación. Para este objetivo se usa el instrumento denominado pluviómetro que permite caracterizar la cantidad de lluvia que cae en un período de tiempo fijo. Existen diferentes modelos de este instrumento y se caracteriza por su bajo costo, incluso, puede ser construido por la misma comunidad. Obteniendo esta información de varios puntos cercanos con el mismo tipo de pluviómetro se puede tener una idea de la precipitación caída en una cuenca o microcuenca y determinar si la lluvia es muy local o corresponde a una zona más amplia. El período de tiempo usado en Colombia es de 24 horas y la toma y registro del dato se hace a las 7 a.m. hora local colombiana.

✓ Diseminación de las alertas

Es un tema de comunicación donde los comunicadores y los líderes comunitarios tienen la palabra. La información procedente de una Institución técnica debe llegar de manera oportuna a las poblaciones, pero en muchos casos la información puede no ser precisa o no entendible. Este problema es mundial y actualmente se trata de

mejorar la entrega de esta información con datos útiles, claros y concisos para la comunidad.

En el caso de Colombia, muchas de las alertas para fenómenos súbitos son de carácter general, para grandes regiones y los tiempos de inicios y finales de la amenaza muy amplios, lo que deja un margen de incertidumbre a las comunidades. En el caso de un SAT comunitario, las propias comunidades con base en las alertas generales podrían precisar sus alertas y hacer funcionar sus propios sistemas de alarma.

Con respecto a las “alarmas” instaladas se deben contar con protocolos de funcionamiento, los cuales deberán ser difundidos y evaluados periódicamente. Los mecanismos que se seleccionen para dar la ALARMA, deben funcionar; 24 horas, 7 días a la semana, 365 días al año, para lo cual, deben establecerse mecanismos alternativos que provean la energía requerida para el funcionamiento del sistema y principalmente conocidos por toda la población expuesta al riesgo, así mismo indicando que estos dados condiciones adversas de clima o fenómenos como los sismos, pueden dejar de funcionar, por lo que es importante el concepto de ALARMA PERSONAL, de manera que no se genere dependencia de estos sistemas, considerando que pueden afectarse en una emergencia o no funcionar por diversas razones.

✓ Conciencia pública y preparación para actuar

Esta es un parte muy importante en los SAT. Hay que preparar a las comunidades para que sepan qué hacer ante una amenaza dada.

En este aspecto las comunidades deben recibir preparación sobre:

- ✓ Campañas de educación
- ✓ Mapa de evacuación
- ✓ Primeros auxilios
- ✓ Funcionamiento del SAT
- ✓ Entrenamientos y simulacros

Una vez instalado el SAT, debe tenerse claridad en las acciones que se deben adelantar luego de que son declarados los niveles de alerta por las entidades técnicas o por los Consejos Departamentales de Gestión de Riesgos de Desastres (CDGRD), Consejos Municipales de Gestión de Riesgos de Desastres (CMGRD) y la comunidad, de acuerdo con la identificación de los riesgos y los tiempos estimados de llegada de los efectos.

¿Cómo reaccionar ante las alertas? ¿Qué hacer para educar a la gente ante la instalación de un SAT? ¿Las estrategias de respuesta están actualizadas y

probadas? ¿Se tienen conformados equipos de actuación? ¿Ya sabe la gente cómo actuar en caso de evacuación? ¿Conoce el clima local? ¿Sabe las señales de la naturaleza? ¿Cómo manejar a los niños, personas en condición de discapacidad y personas mayores? ¿Dónde ubicar refugios? (UNGRD, 2016)

ELEMENTOS DE LOS SAT Y SU FUNCIONAMIENTO EN COLOMBIA

✓ Conocimiento del riesgo

La base para la construcción de un SAT, es la información que se pueda obtener sobre los eventos que han desencadenado desastres en un territorio, y su efectividad depende de la calidad y cantidad de la misma. En este caso, los inventarios de desastre son una herramienta fundamental que permite identificar las comunidades que se encuentran en riesgo y las amenazas de su entorno, estableciendo la relación entre el desastre y el evento que lo desencadena.

Actualmente existen herramientas para construir inventarios de desastres que facilitan el manejo de la información; desde algunas relativamente sencillas como Excel, hasta software especializado como DesInventar; desarrollado por La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, y disponible en la web (www.desinventar.org). Aunque estas herramientas tienen gran potencial, requieren amplia información y de calidad para su óptimo aprovechamiento; lo cual es una de las principales limitantes en Colombia, ya que en general la medición de las variables asociadas a amenazas hidrometeorológicas, presentan series muy cortas y vacíos de información, principalmente en zonas montañosas, donde se concentra gran parte de la población más vulnerable del territorio nacional.

No obstante, es destacable el caso del Valle de Aburrá, donde se ha venido gestando un buen manejo en la generación, sistematización de información y cobertura; gracias a ello, es posible encontrar trabajos que evidencian la buena disponibilidad de información con la que cuenta la zona, como los realizados por: Aristizábal et al. (2011), Moreno et al. (2006), Echeverry y Valencia (2004), entre otros.

✓ Comunicación y divulgación de alertas

De acuerdo con los compromisos adquiridos por Colombia en el MAH4, se han logrado avances en el fortalecimiento de los sistemas de comunicación para difusión de las alertas tempranas en tiempo real, a través de la actualización, ampliación y optimización de las redes, coberturas y canales de comunicación. A pesar de la tecnología que puedan utilizar, los SAT no están exentos de presentar fallas que comprometan su capacidad para difundir oportunamente una alerta, de ahí la importancia de proveer a las personas del conocimiento acerca de los fenómenos que pueden afectarlos; llegando ésta a ser la fuente primaria o única para detectar

el peligro y actuar oportunamente (Hall, 2007). Un ejemplo claro es el caso de Tilly, la niña británica que en 2004 reconoció los indicios de los tsunamis gracias una lección de geografía en su colegio, y al observar la rápida reducción de la marea, alertó a su familia y otras 100 personas; quienes tuvieron tiempo de evacuar antes del impacto de las olas en la costa de Phuket, Tailandia. (Sampedro, 2005); o el caso de doña Leonor García, al saber que cuando la “plataneras crujen” se viene la tierra, y logra dar aviso a su familia, antes que el barro y las piedras sepultaran su casa durante la ola invernal de 2010-11 (El País, 2011).

✓ Preparación y respuesta

La población debe estar preparada para actuar ante una situación de riesgo, por tanto requiere el desarrollo de capacidades que le permitan identificar las amenazas a las que se encuentra expuesta, sus causas y consecuencias. Al respecto, los programas de educación son esenciales; así lo identificó la secretaria de la EIRD, en 2006, al lanzar la campaña “La prevención de los desastres empieza en la escuela”, con el fin de sensibilizar gobiernos, comunidades e individuos para integrar estos temas en los currículos escolares. Cada plan de respuesta varía de acuerdo con la amenaza; una comunidad asentada en zona de ladera es vulnerable a la ocurrencia de deslizamientos, mientras que otra asentada en las costas marinas lo es a tsunamis y oleajes. Estos factores hacen que el trabajo con cada comunidad sea diferente; de allí la importancia de contextualizar cualquier intervención que se lleve a cabo.

Adicionalmente, la preparación debe estar integrada a los demás elementos que conforman el SAT, porque de poco sirve tener un aviso temprano y acertado, si las personas no saben cómo actuar o no poseen un plan de emergencia con rutas de evacuación o posibles albergues. Aunque muchos técnicos reconocen que los desastres tienen sus raíces en las estructuras sociales, no consideran este componente en los trabajos e investigaciones; siendo esta una dimensión fundamental que no ha sido suficientemente desarrollada en la gestión de los SAT. Finalmente, al ser los SAT una herramienta enmarcada dentro de la gestión del riesgo, resulta infructuoso que, al ocurrir un desastre, así el SAT haya funcionado adecuadamente, no existan los mecanismos para brindar soluciones a las personas afectadas, que en la mayoría de los casos pierden viviendas y medios de sustento.

Ilustración 4. Estructura de los SAT



Fuente: Marco Nacional de Servicios Climáticos, 2017

FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA

Las remociones en masa son agentes geomorfológicos comunes en la región Andina, las cuales pueden producir desastres, cuya ocurrencia y propiedades son determinadas por la interacción de varios factores geológicos, topográficos, climáticos y las actividades antropogénicas. La comprensión de sus características se beneficia de estudios comparativos sobre áreas climáticas, geomorfológicas y socioeconómicas. Colombia, con su clima húmedo tropical y una alta densidad poblacional, es uno de los puntos globales de más alto riesgo de remociones en masa, como deslizamientos y flujos, accionados por La Niña o la actividad de volcanes glaciados, los cuales contrastan con las caídas de rocas y flujos detríticos en el árido y escasamente poblado centro-oeste argentino, donde los eventos son generalmente asociados a El Niño.

Existen numerosas clasificaciones para los distintos tipos de eventos de remoción en masa, las cuales han sido proporcionadas, entre otros, por Varnes (1978), Hauser (1993) y Cruden & Varnes (1996). Las remociones en masa han sido clasificadas por estos últimos autores en las siguientes categorías principales:

- ✓ Desprendimientos o caídas

Estos tipos de remociones corresponden a movimientos rápidos a extremadamente rápidos que se generan cuando el material rocoso o suelo se desprende de una ladera de alta pendiente a través de una superficie donde no se genera cizalle,

descendiendo mediante caída libre, rebotando o rodando. Puede ocurrir en este caso que sean precedidos por pequeños deslizamientos, lo cual puede darse por ejemplo en suelos cohesivos o bloques de roca.

- ✓ Deslizamientos (rotacionales y traslacionales)

Un deslizamiento es un movimiento ladero abajo de masas de suelo o roca a través de superficies de cizalle definidas. Este movimiento no ocurre a lo largo de toda la superficie de ruptura simultáneamente, sino más bien comienza en zonas donde se generan fallas locales, a menudo evidenciadas por grietas de tensión en la superficie original a lo largo de la cual se formará el escarpe principal del deslizamiento.

- ✓ Flujos

Corresponden a movimientos continuos en el espacio, donde las superficies de ruptura no son preservadas, y las masas desplazadas son fuertemente deformadas internamente, comportándose de manera similar a un líquido viscoso (Varnes, 1978) dada la cantidad de agua que presentan, presentando una reología plástica a viscosa plástica (Pierson & Costa, 1987). Existe una gradación desde deslizamientos a flujos, dependiendo del contenido de agua de la masa desplazada, de su movilidad (mayor o menor cohesión) y de la evolución del movimiento. De esta forma, también es posible encontrar eventos compuestos del tipo deslizamiento-flujo.

- ✓ Toppling o volcamientos

Otro tipo de remoción en masa y que se puede considerar como un tipo de deslizamiento es el toppling (o volcamiento), evento variable en velocidad entre extremadamente lentos a extremadamente rápidos, que corresponde al desprendimiento de uno o varios fragmentos de rocas o suelo mediante el volcamiento de éstos en torno a un punto o un eje bajo el centro de gravedad de la masa desplazada. Lo que lo distingue de una caída propiamente tal es que en la superficie de ruptura se genera cizalle, característica que lo hace ser catalogado por algunos autores como deslizamiento (Goodman, 1989).

- ✓ Extensiones laterales

Estas clasificaciones consideran diversos factores, como por ejemplo, los tipos de materiales involucrados (suelo o roca), el mecanismo de ruptura, el grado de saturación que alcanza. Estos factores, junto con las características geológicas, geotécnicas y geomorfológicas del entorno, condicionan la potencial generación de remociones en masa, así como las velocidades de desplazamiento y el volumen de material desplazado. Son frecuentes además, los procesos combinados, como por ejemplo deslizamientos que derivan en flujos (Scott et al, 2001).

Los rasgos geomorfológicos que condicionan eventos de remoción en masa son principalmente la topografía, pendientes de las laderas, cambios fuertes de pendientes de las laderas y la extensión y altura de las laderas. Estas características inciden en la velocidad, energía y volumen de las remociones que puedan originarse. Así también, cualquier modificación de ellos puede transformar una ladera estable en inestable y generar remociones (Popescu, 2002). Por otro lado influyen la forma y superficie de las hoyas hidrográficas, orientación de laderas y su consecuente exposición al sol.

Si bien es cierto que existe una serie de factores condicionantes para el desarrollo de los eventos que deben ser identificados y estudiados, es asimismo de crucial importancia identificar el factor que se encarga de desencadenarlo. Entre los principales factores desencadenantes de estos fenómenos se encuentran los sismos, responsables principalmente de deslizamientos y caídas, y lluvias intensas, que generan en su mayoría flujos y deslizamientos, si bien ambos factores son capaces de desencadenar todos los tipos de remociones en masa.

DEGRADACIÓN DE SUELOS POR EROSIÓN

La erosión de los suelos se define como la pérdida físico-mecánica del suelo, con afectación en sus funciones y servicios ecosistémicos, que produce, entre otras, la reducción de la capacidad productiva de los mismos (Lal, 2001). La erosión es un proceso natural; sin embargo, esta se califica como degradación cuando se presentan actividades antrópicas no sostenibles que aceleran, intensifican y magnifican el proceso.

La degradación de suelo por erosión, se refiere a “la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por el ser humano, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales” (IDEAM-UDCA 2015).

La degradación de suelos por erosión igualmente está asociada a la pérdida de estabilidad de las laderas y taludes, lo cual agrava o desencadena algunas amenazas como los movimientos en masa y los flujos torrenciales.

El grado de erosión se ha clasificado de acuerdo a la intensidad del proceso en términos de severidad y a la magnitud o superficie afectada por el mismo, en cinco categorías: sin evidencia (no hay evidencia de degradación por erosión), ligera, moderada, severa y muy severa.

El área degradada por erosión en Colombia es de 45.377.070 ha (40% de la superficie continental de Colombia), de las cuales el 20% se encuentran en un grado de erosión ligera, el 17% en grado de erosión moderada y el 3% en grado de erosión severa y muy severa (IDEAM-MADS, 2014).

Los departamentos que presentan las mayores áreas erosionadas en grado severo y muy severo son La Guajira, Magdalena, Cesar, Santander y Meta.

5.1 MARCO CONCEPTUAL

Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de modo accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales. La caracterización de la amenaza debe incluir su ubicación, clasificación, magnitud o intensidad, y se evalúa en función de probabilidad de ocurrencia espacial y temporal. La magnitud o intensidad de la amenaza se pueden expresar en términos de volumen, área, velocidad, intensidad o energía. (Guía UNGRD, 2016)

Elementos expuestos: Se refiere a las personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza. (Guía UNGRD, 2016)

Gestión del Riesgo: parámetro y componente de la gestión del desarrollo, de la gestión del ambiente y la gestión global de la seguridad humana como condición imprescindible para el logro de la sostenibilidad". (Lavell et al, 2003)

Mitigación del riesgo: Aplicación selectiva de medidas apropiadas y principios de manejo para reducir la posibilidad de la ocurrencia de un evento o de sus consecuencias desfavorables. Dichas medidas de intervención prospectiva o correctiva están dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada, cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza cuando sea posible y la vulnerabilidad existente. (Guía UNGRD, 2016)

Movimiento en masa: Equivale a definiciones como procesos de remoción en masa, fenómenos de remoción en masa, deslizamientos o fallas de taludes y laderas. La terminología y clasificación de movimientos en masa para este documento es conforme a la Guía para la evaluación de amenazas por movimientos en masa propuesta por el Proyecto Multinacional Andino (PMA), adoptada por Colombia (PMA: GCA, 2007), en la que movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad.

Riesgo: Medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso a la vida, salud, propiedad o el ambiente. Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a eventos físicos peligrosos de origen natural, socionatural, o antrópico no intencional, en un periodo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el

riesgo se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad. Según la manera como se defina el elemento en riesgo, el riesgo puede medirse según la pérdida económica esperada, según el número de vidas perdidas o según la extensión del daño físico a la propiedad. (Guía UNGRD, 2016)

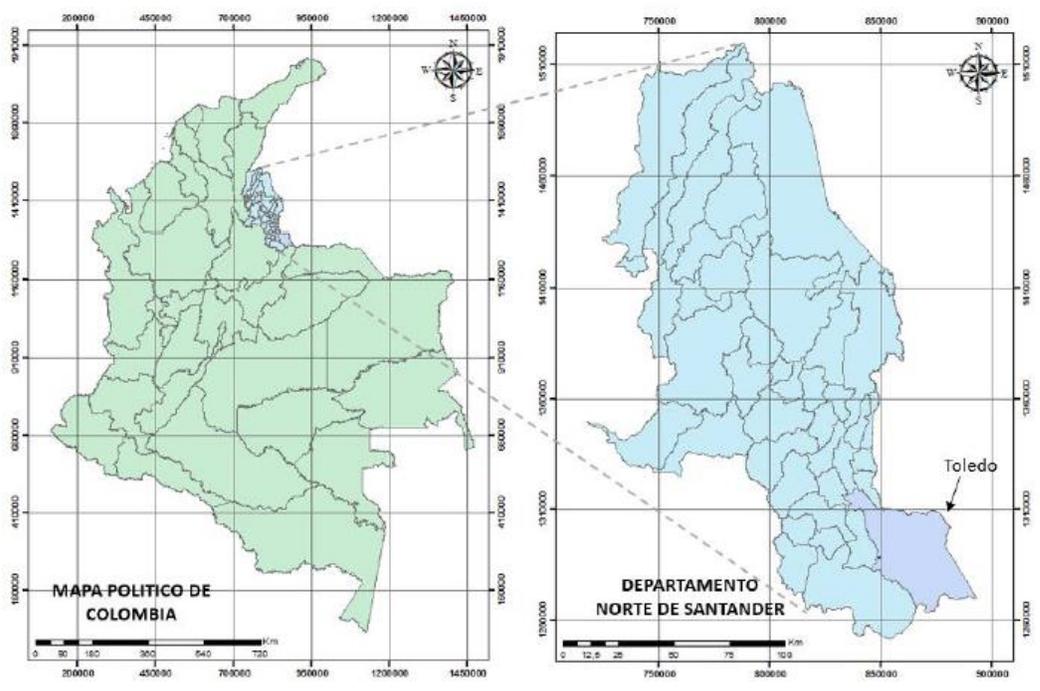
Vulnerabilidad: Está íntimamente relacionado con el riesgo y la amenaza y se puede definir como la debilidad o grado de exposición de un sujeto, objeto o sistema. La vulnerabilidad hace referencia a la susceptibilidad o debilidad que presenta una sociedad, frente a las amenazas que la afectan y su capacidad de sobreponerse luego de la afectación. Así mismo un fenómeno eminentemente social relacionado con las carencias de desarrollo que presenta una sociedad. La vulnerabilidad es un factor esencial para realizar el análisis de riesgo en el territorio, dado que implica el estudio de los efectos de un fenómeno sobre los elementos y/o componentes necesarios para el funcionamiento de la sociedad. Esto abarca los aspectos económicos, sociales, ambientales, físicos, políticos e institucionales (UNGRD & PNUD, 2013, p.30)

5.2 MARCO REFERENCIAL

5.2.1 GEOGRAFIA

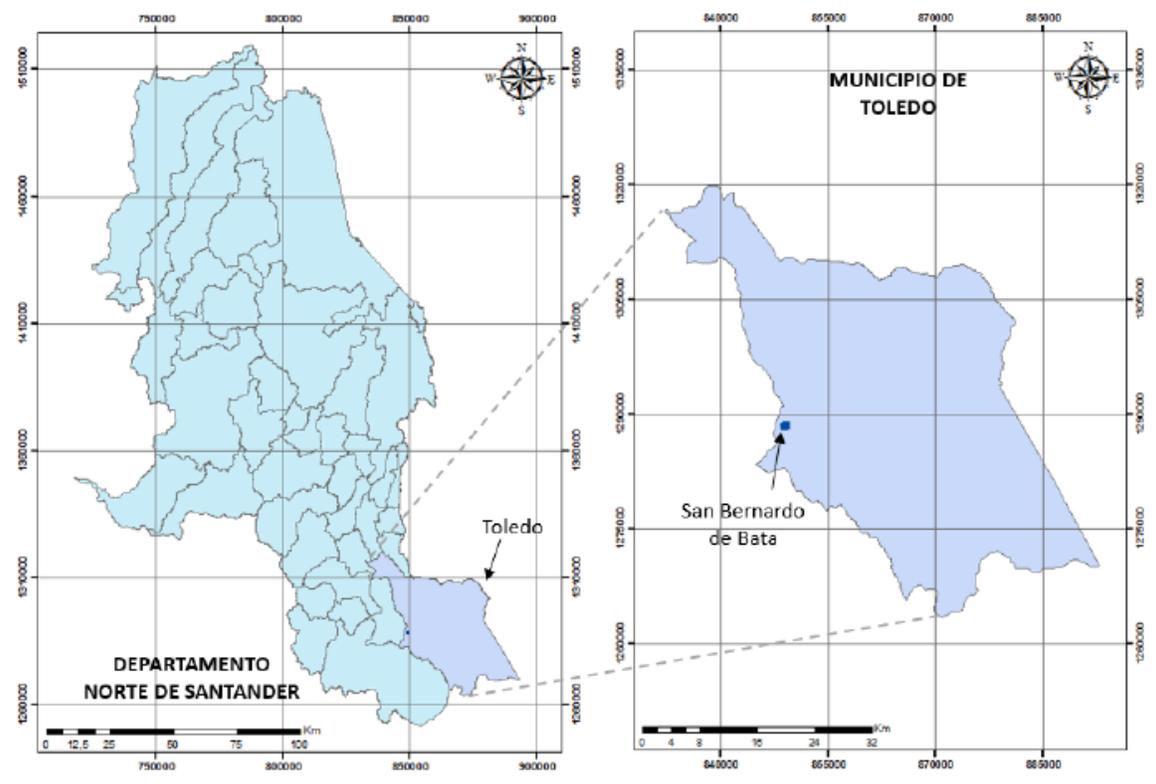
El corregimiento de San Bernardo de Bata se ubica en el Municipio de Toledo, el cual se encuentra al Sur este del departamento de Norte de Santander, limitado por los municipios de Herrán, Chinácota y Pamplonita al Noroeste, La Bateca y Chitagá al Oeste, Cubará al Sur y Venezuela al este (), en las coordenadas Datum Magna Sirgas con origen Bogotá: $X1=1.163.558,478$ y $X2=1.223.972,895$ y $Y1=1.319.973,745$ y $Y2=1.263.703,372$.

Mapa 1. Localización del municipio de Toledo.



Fuente: CONSORCIO TORRES ING, 2018

Mapa 2. Localización Zona Suburbana San Bernardo de Bata.



Fuente: CONSORCIO TORRES ING, 2018

El corregimiento especial de San Bernardo de Bata está conformado por la zona suburbana y las veredas Santa Inés, Río Colorado, Alto del Oro, Urapal, Buenavista, La Reserva, San Carlos, Valegrá, Providencia el Limoncito, Támara, Santa Rita, San Ignacio, Corralitos, Venagá y La Carbonera. La principal vía de comunicación el corregimiento de San Bernardo de Bata es la vía Nacional hacia Saravena, esta comunica al interior del país con la zona Caribe y Venezuela atravesando los departamentos de Boyacá, Santander y Norte de Santander

5.2.2 ALTITUD

La zona suburbana está localizada en las coordenadas 7° 12' latitud norte y 72° 26' de longitud oeste, con una altitud promedio respecto al nivel del mar de 1.642 m.s.n.m.

5.2.3 EXTENSION

Su extensión territorial es de 147475.36 Hectáreas, es decir, 1.474,754 Km².

5.2.4 TEMPERATURA

Se caracteriza por tener clima medio húmedo, donde las temperaturas oscilan de 18 a 24°C, con una temperatura media de 20.6 °C.

5.2.5 RELIEVE

Presenta un relieve de pendientes suaves a abruptas, que comprenden entre los 25° hasta los 35° pendiente interrumpida por la vía que conduce hacia Saravena, con diferencias de alturas que van desde 1.094 m.s.n.m. hasta los 1374 m.s.n.m.

5.2.6 LIMITES

La zona suburbana del corregimiento de San Bernardo de Bata se ubica en la vereda Providencia El limoncito, en la ladera que conforma la margen derecha del río Margua, y sus límites se definen así: por el este colinda con las veredas San Carlos y Támara, de esta última es separada por el río Margua; por el sur limita con la vereda Valegrá y por el oeste con el Municipio de La Bateca.

5.2.7 ECONOMIA

Como el Centro poblado es atravesado de sur a norte por la carretera de la Soberanía, la mayoría de sus habitantes se dedican al comercio en mediana escala o pequeñas tiendas, excelentes restaurantes, servicios hoteleros de muy buena calidad y el intercambio de productos agropecuarios. Los habitantes de las veredas se dedican a la agricultura especialmente al cultivo de café y caña de azúcar, frutales, plátano con sus variedades en banano, dominico, chocheco; y la ganadería en producción lechera y sus derivados lácteos especialmente el queso que es exportado a otras regiones del país. Los agricultores en su gran mayoría son pequeños propietarios. El café tiene una gran connotación a nivel Nacional e Internacional; puesto que se produce el mejor café del país según la Communiti Coffee de los Estados Unidos, dada esta particularidad por la situación geográfica en la que se encuentra el Municipio de Toledo en el cual está ubicado el corregimiento.

Por encontrarse sobre la vía que conduce al Sarare se la llama la “Puerta Verde de la despensa más grande de Colombia, Los Llanos orientales”. Es visitada por muchos viajeros haciendo una escala en su largo viaje permitiendo un punto importante para el desarrollo económico y social.

5.3 MARCO LEGAL

- ✓ En el año 2006, se organizó la tercera conferencia internacional sobre Alerta Temprana Titulada “del concepto a la acción”, está brinda la oportunidad de presentar nuevos e innovadores proyectos de alertas tempranas y discutir las diferentes amenazas de todo el mundo, así como la forma de reducir al mínimo sus impactos mediante la aplicación de alertas tempranas centradas en la población. (EWC III, 2006)
- ✓ En el año 2010 el Decreto 2780 establece el Comité Interinstitucional de Alertas Tempranas, CIAT, como un grupo de trabajo interinstitucional encargado de coordinar una respuesta ordenada y oportuna frente a los Informes de Riesgo (Focalizados y de Alcance Intermedio) y las Notas de Seguimiento provenientes del Sistema de Alertas Tempranas, SAT de la Defensoría del Pueblo. (MINISTERIO DEL INTERIOR Y DE JUSTICIA, 2010).
- ✓ En el año 2010, es implantado en Colombia la Guía Plan para La Gestión del Riesgo, que tiene como propósito orientar a la comunidad educativa en la formulación e implantación de planes para la gestión del riesgo. (UNDRG, 2010)
- ✓ En el año 2012, la comisión del Banco mundial Colombia publico el “Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia, un aporte para la construcción de políticas públicas”, el cual muestra cuatro factores por los cuales el riesgo está aumentando, destacando que esto se debe más a la inadecuada gestión territorial, sectorial y privada, que por factores externos como el cambio climático. (Banco Mundial Colombia, 2012)
- ✓ LEY 1523 DE 2012 (Abril 24) 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 y se dictan otras disposiciones. El cual tiene como objetivo general *“Llevar a cabo el proceso social de la gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población en el territorio colombiano, mejorar la seguridad, el bienestar y la calidad de vida y contribuir al desarrollo sostenible”*. (Congreso de la Republica, 2012)
- ✓ La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres Sistema Nacional de Gestión del Riesgo público en el año 2013 la Guía Metodológica para la Elaboración de la Estrategia de Respuesta Municipal “Preparación para el Manejo de Emergencias y Desastres”, la cual es una herramienta primordial y muy útil a la hora de generar un plan de gestión del riesgo, debido a que brinda una guía y ayuda para su elaboración. (UNGRD, 2013)

- ✓ LEY 1931 DE 2018 (Julio 27) La presente ley tiene por objeto establecer las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la Nación, Departamentos, Municipios, Distritos, Áreas Metropolitanas y Autoridades Ambientales principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de gases efecto invernadero, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos del mismo y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono. (Congreso de la Republica, 2018)

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Sistema de Alerta Temprana ante eventos hidromeorfológicos con un enfoque de gobernanza en el corregimiento San Bernardo de Bata, Toledo Norte de Santander.

6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Realizar un diagnóstico técnico preliminar de la zona de estudio con el fin de recopilar información primaria y secundaria que sirva como línea base en el SAT.
- ✓ Identificar los escenarios de riesgo por remoción en masa mediante el análisis de vulnerabilidad y caracterización de riesgos por eventos hidrocimatológicos e hidromeorfológicos en el corregimiento San Bernardo de Bata.
- ✓ Determinar los detonantes socioculturales y económicos que agravan las situaciones de vulnerabilidad del riesgo mediante la implementación de un Sistema de Alerta Temprana Comunitario para los escenarios de riesgo priorizados en el corregimiento.
- ✓ Estimar el comportamiento del clima por medio de análisis de históricos y determinación de umbrales por medio de datos hidrocimatológicos para las precipitaciones y la variación del caudal del río Margua en el corregimiento.
- ✓ Proponer el Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres que permita articular el ordenamiento y planificación territorial por medio de los protocolos y acciones con enfoque de gobernabilidad en el Municipio de Toledo Norte de Santander.

7. METODOLOGIA

7.1 DIAGNOSTICO TÉCNICO PRELIMINAR DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para la consecución de un Diagnostico Preliminar de la zona se cumplirán las siguientes acciones:

- ✓ Realizar una revisión bibliográfica acerca de los parámetros y variables necesarias para llevar a cabo la realización del estudio.
- ✓ Utilizar el Plan Municipal de Gestión del Riesgo del municipio de Toledo como herramienta guía, con el fin de obtener información de los lugares con mayor amenaza.
- ✓ Obtener información de las base de datos de las organizaciones de socorro y emergencia como lo son La Cruz Roja, Defensa civil y Policía Nacional acerca de las zonas de riesgo en el municipio.
- ✓ Recolectar información de la comunidad, por medio de encuestas e interacción directa con las comunidades del corregimiento.
- ✓ Realizar estudios técnicos para identificar los escenarios de riesgo en el municipio de Toledo Norte de Santander.

7.2 ANÁLISIS DE DATOS CLIMATOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS DEL CAUDAL DEL RÍO MARGUA Y AFLUENTES DE INTERÉS PARA EL ESTUDIO

Para el logro de esta actividad es necesario realizar las siguientes acciones:

- ✓ Realizar la recopilación de la información pluviográfica e hidrológica ante el IDEAM de las estaciones presentes en el municipio.
- ✓ Analizar la variabilidad de la precipitación mensual y anual de la zona con datos del IDEAM.
- ✓ Se realizará la selección de los eventos máximos de precipitación.
- ✓ Ajuste de los datos a las funciones de distribución de propiedad de Gumbel, Normal y Log-normal.
- ✓ Diseño de las curvas IDF para la estación en estudio.
- ✓ Determinación de las tablas de uso práctico, tomándose para esto la relación de cada duración con los distintos períodos de retorno, los cuales son asociados a una probabilidad de excedencia, cuyo propósito es obtener intensidades máximas de precipitación en mm/hr.
- ✓ Determinación de umbrales de pluviosidad y correlación con fenómenos hidrogeomorfológicos.

Ilustración 5. Red de monitoreo, procesamiento de datos y pronóstico del sistema de alerta temprana.



7.3 DISEÑO DEL MONTAJE INSTITUCIONAL Y OPERATIVO DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

Para obtener el Diseño y puesta en marcha del SAT primero se deben desarrollar:

- ✓ Socialización del proyecto en la zona, así como también participación comunitaria orientados a fortalecer la educación de las personas involucradas en la gestión local del riesgo.
- ✓ Realizar un diagnóstico de la zona para la ubicación de los equipos de medición (estaciones) de las diferentes variables.
- ✓ Conformar una red de alertas tempranas para el municipio contra fenómenos de variabilidad climática (sequía, exceso de lluvias, inundaciones, incendios forestales).
- ✓ Crear un plan para realizar la difusión y comunicación de las alertas.

7.4 PLANTEAMIENTO DE MEJORAS NECESARIAS AL PLAN MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DEL MUNICIPIO DE TOLEDO NORTE DE SANTANDER

Ilustración 6. Planteamiento de mejoras necesarias al Plan Municipal para la Gestión del Riesgo



Fuente: SAT, 2016

Articulación del sistema de alertas tempranas del municipio de Toledo con el Plan Municipal para la Gestión del Riesgo, para ello es necesario:

- ✓ La identificación de las zonas de amenazas que no están presentes en el actual Plan Municipal de Gestión del Riesgo.
- ✓ Estrategias eficaces en los sistemas de evacuación que conlleven a disminuir el Riesgo.
- ✓ Someter el actual Plan de Gestión del Riesgo, a un proceso de revisión continuo, en busca de mejorar sus falencias.

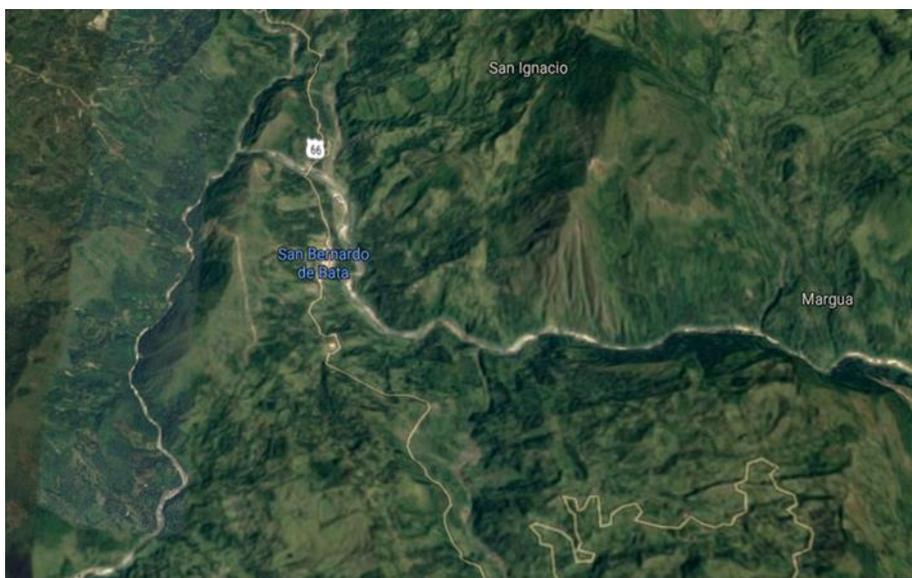
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1 DIAGNOSTICO TECNICO

El corregimiento de San Bernardo de Bata se ubica al sur-oriente del municipio de Toledo, Departamento de Norte de Santander. El casco urbano del corregimiento de San Bernardo de Bata se ubica en la vereda Providencia El limoncito, en la ladera que conforma la margen derecha del río Margua, y sus límites se definen así: por el este colinda con las veredas San Carlos y Támara, de esta última es separada por el río Margua; por el sur limita con la vereda Valegrá y por el oeste con el Municipio de La Bateca.

El centro poblado está localizado en una altitud cercana a los 1200 msnm y se caracteriza por tener clima medio húmedo, donde las temperaturas oscilan de 18 a 24°C y las lluvias anuales son menores de 2.000 mm.

Ilustración 7. Ubicación Corregimiento San Bernardo de Bata. Google Maps.



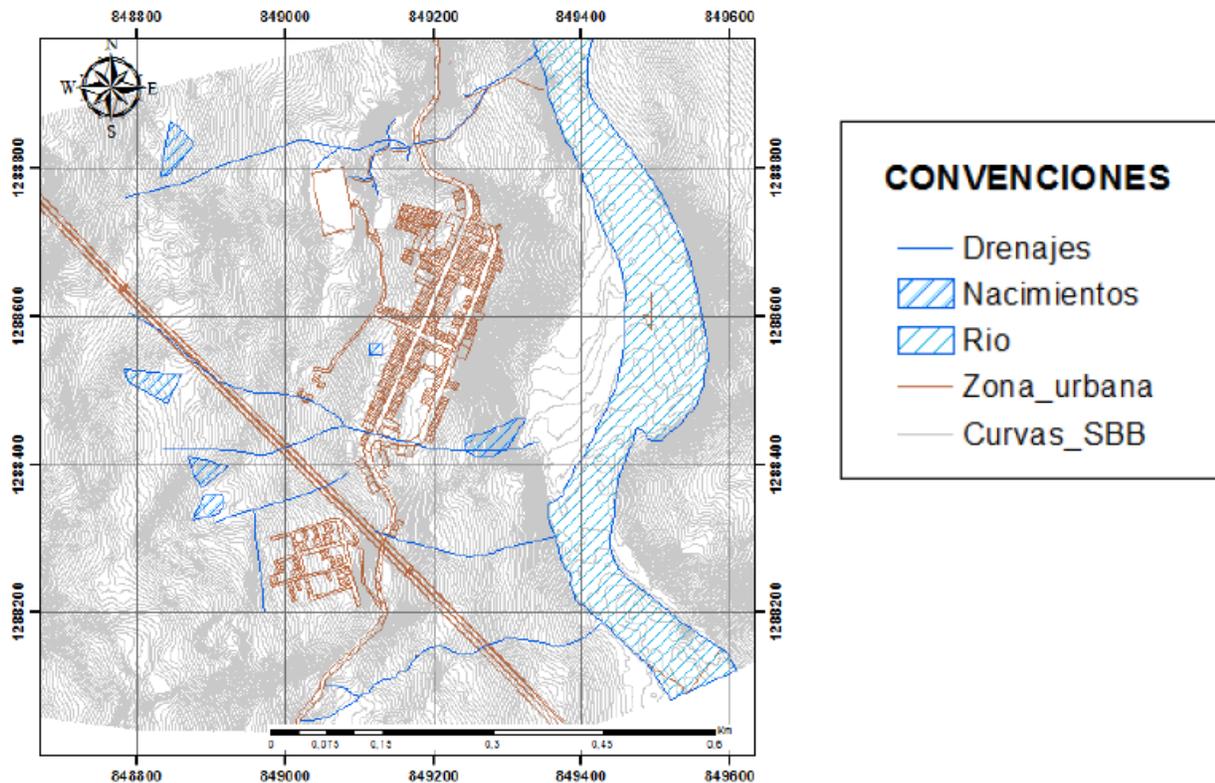
Fuente: Autor, 2019

Su topografía presenta en general una pendiente uniforme entre 25° a 35°, pendiente interrumpida mediante la vía que conduce de Saravena hacia la parte media de la ladera. (Ilustración 7)

El corregimiento de San Bernardo de Bata presenta un panorama general de amenazas constituido principalmente por fenómenos de remoción en masa y degradación de los suelos por erosión. Dichos fenómenos están estrechamente relacionados con la falla inversa denominada “Falla Valegrá”, los tipos y uso de suelo, los drenajes existentes que no presentan ningún tipo de control, (Mapa 3)

además del comportamiento de las precipitaciones manifestadas en la zona de estudio.

Mapa 3. Mapa de drenajes intermitentes en la zona de estudio



Fuente: CONSORCIO TORRES ING, 2018

Adicional a la situación expuesta anteriormente y teniendo en cuenta que el corregimiento se localiza en la parte media de la cuenca del río Margua afluente del río Arauca que ocasionalmente presenta socavaciones hacia la parte sur de la localidad.

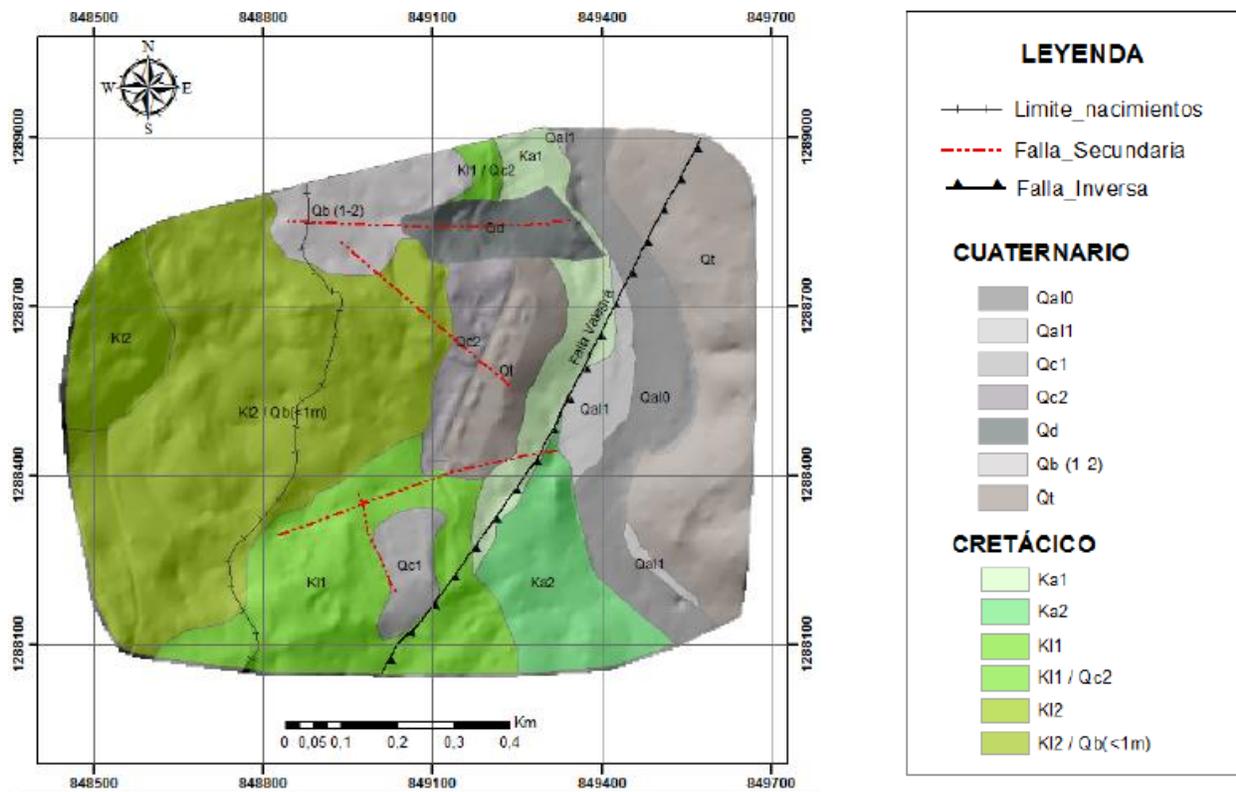
SUELO

El corregimiento denota suelos propios del clima medio húmedo con presencia de fragmentos de roca, los cuales se describen como profundos, bien drenados, de clase textural arcillosa, con bajos contenidos de calcio, magnesio y potasio. Según uno de los estudios realizados en el corregimiento, el suelo presenta rigurosas limitaciones que lo hacen no apto para la mayoría de los cultivos y la ganadería extensiva.

El corregimiento de San Bernardo de Bata se localiza en el flanco este de la Cordillera Oriental, caracterizada por la presencia de rocas plegadas, invertidas y falladas, con dirección preferencial NW e inclinación al este (Castro, 2018). Constituida por rocas de edad Cretácica a Cuaternaria (Mapa 4). También

se ubica sobre rocas sedimentarias de la formación Colon Mito Juan (Kscmj), de acuerdo con el mapa Geológico de la Plancha 111-Toledo (SGC, 1999). Estas rocas se encuentran afectadas por la falla Valegrá que es la responsable de inclinar las capas hasta 65° y desarrollar depósitos coluviales con gran cantidad de bloques de roca, dentro de una matriz arcillosa, sobre la cual se han presentado problemas de inestabilidad. (Ilustración 8)

Mapa 4. Geología de la zona urbana del corregimiento San Bernardo de Bata



Fuente: CONSORCIO TORRES ING, 2018

Ilustración 8. Depósitos coluviales en el centro poblado San Bernardo de Batá.



Fuente: SGC, 2014

Formación Colón – Mito Juan (Kscmj): Aflora en la franja izquierda del área de estudio delimitada por la falla Valegrá. La formación Colón – Mito Juan consiste en arcillolitas, de color gris oscuro a negro, intercaladas con delgadas capas de areniscas de tamaño de grano fino, con capas lenticulares de carbón y calizas con contenido de fósiles, delgados lentes y estructuras nodulares ferruginosas. En la parte superior, se pueden encontrar delgadas capas de carbón intercalados con areniscas de mayor resistencia (Royero & Clavijo, 2001; Castro, 2018). Sobre la vertiente que delimita el corregimiento, la formación Colón esta representa como una secuencia de rocas blandas, de lodolitas grises calcáreas y verdes, con niveles de areniscas micáceas de grano fino, shales negros laminados, intercaladas con los niveles de limolitas.

El suelo describe un grado de pendiente alto; suelos de relieve fuertemente quebrado, pendientes entre 25 y 50 %, bastante rocosos y erosión ligera en las diferentes zonas.

PRECIPITACIONES

El comportamiento de estas precipitaciones varía entre 50 mm hasta 140 mm. En el mes de enero a junio se presenta un incremento en las precipitaciones, las cuales decrecen en el mes de julio hasta el mes de diciembre, es decir, presenta un régimen monomodal por la influencia climática de los Llanos Orientales, lo anterior denotado por la Estación San Bernardo de Bata desde el año 1972 hasta

el 2017. La precipitación media anual del corregimiento es de 1300.33 mm obtenido con registro histórico de 20 años.

Como conclusiones principales se obtuvieron las siguientes:

San Bernardo de Bata presenta una lluvia crítica de 576.10 mm, para una duración de 8.91 días, la cual puede causar o generar un fenómeno de remoción en masa. Como relación Lluvia – Deslizamiento, se encontró un umbral de precipitación de 321.15 mm, como una precipitación causante de un deslizamiento. Además de lluvias que son altamente agresivas con el suelo y son potencialmente erosionables, por lo cual se debe relacionar las lluvias y la cobertura suelo para verificar el nivel de erosividad del sector.

PANORAMA GENERAL DE AMENAZAS POTENCIALES NATURALES

A continuación se describen los eventos que han sido caracterizados de acuerdo a la revisión de los estudios realizados en la localidad de San Bernardo de Bata:

AMENAZAS POR REMOCION EN MASA

En la zona del centro poblado se ubica un sector a la entrada del mismo, que presenta Alta Amenaza por Deslizamiento (AAD) originada por cortes rectos en el talud sin ningún tratamiento, y dejando expuestas las estructuras y bases de viviendas ubicadas en la parte superior del talud. Ocasionando además del daño estructural y de estabilidad de la zona, un serio problema dentro del caso urbano, ya que debido al tráfico peatonal permanente sobre el sector se pueden llegar a presentar daños en la integridad física de los transeúntes.

En otros sectores del centro poblado, y principalmente en las zonas aledañas que lo circundan, se presentan Amenazas Medias (AMD) por Deslizamientos que se manifiestan por la pendiente del terreno, la composición areno arcillosa del mismo y la presencia de afloramientos rocosos superficiales que son geológicamente inestables y pueden ser removidos de su posición inicial e iniciar procesos de arrastre de rocas hacia las partes bajas. De igual manera, se evidencia algunos deslizamientos generados por la construcción de la cancha de fútbol en la parte superior del centro poblado, que se han manifestado como remociones lénticas activas favorecidas por los cortes realizados en los taludes removidos en la construcción.

Para San Bernardo las Amenazas Bajas por Deslizamiento (ABD) se ubican en las partes bajas del centro poblado sobre la vertiente derecha del Río Margua, ya que el centro poblado se ubica en una zona de curva prolongada del río que presenta socavamiento en la base del talud en el sector sur del centro poblado. La vertiente del Río en la que se ubica San Bernardo presenta pendientes medias a altas, que en la actualidad soportan cultivos de café con sombrero y otros no permanentes que favorecidos por la pendiente, los escurrimientos superficiales producto de aguas residuales domésticas y el arrastre que

conlleven las lluvias, hacen que la zona sea susceptible a la erosión y a deslizamientos moderados a suaves.

DEGRADACION DEL SUELO POR EROSION

El grado de susceptibilidad de un suelo a la erosión depende básicamente de las características biofísicas, esto es de los factores climáticos y edáficos imperantes, ya que cada tipo de suelo tiene una oferta ambiental y un comportamiento agronómico diferente y requiere, por lo tanto, de un uso racional y un manejo adecuado para su conservación.

Para establecer dentro del perímetro urbano de San Bernardo aquellas áreas que representan susceptibilidad del suelo a los fenómenos erosivos, se analizaron conjuntamente los factores hidroclimáticos con los factores geológicos, edáficos, de pendiente y de uso y cobertura, lo cual posibilita la delimitación de zonas con graves o leves (altos o bajos) grados de susceptibilidad a los procesos degradativos, permitiendo la implementación de prácticas culturales de uso y manejo que conlleva la recuperación y/o conservación de los suelos presentes en cualquier área.

AMENAZA MEDIA POR EROSION (AME)

Corresponde a los taludes producto de la construcción de la cancha de fútbol, los cuales fueron dejando sin cobertura y están presentando la formación de surquillos y surcos por el escurrimiento superficial de las aguas, evidenciando un arrastre de suelos y material en las épocas de lluvia y pérdida del mismo en las épocas secas por la influencia del viento.

En la zona clasificada dentro de esta categoría, es conveniente adelantar procesos preventivos que controlen la escorrentía superficial y evitar pérdidas de suelo por arrastre.

Tales procesos son:

- Zanjas de coronación en cabeceras de cada zona.
- Zanjas de desviación o conducción de aguas superficiales a colectores o cuerpos de agua.
- Suavizar pendientes de taludes producto de cortes y rellenos.
- Empradización de taludes
- Plantación de especies arbustivas que estabilicen la parte alta y baja del talud.

Mapa 5. Riesgos y amenazas.



LEYENDA	
	A.A.D. AMENAZA ALTA POR DESLIZAMIENTO
	A.M.D. AMENAZA MEDIA POR DESLIZAMIENTO
	A.B.D. AMENAZA BAJA POR DESLIZAMIENTO
	A.M.E. AMENAZA MEDIA POR EROSION

Fuente: EOT

La información contemplada en párrafos anteriores fue recolectada por los siguientes estudios “Zonificación de Riesgo por Remoción en Masa y Obras de Reducción del Riesgo” (2013), “Diagnóstico sobre movimientos en masa en los municipios de Durania, Herrán, La Bateca, Toledo y Lourdes, departamento de Norte de Santander” (2014), “Estudios y diseños para las obras de canalización, reforestación y estabilización de los taludes del casco urbano del corregimiento de San Bernardo de Bata, municipio de Toledo” (2018), además del Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Toledo.

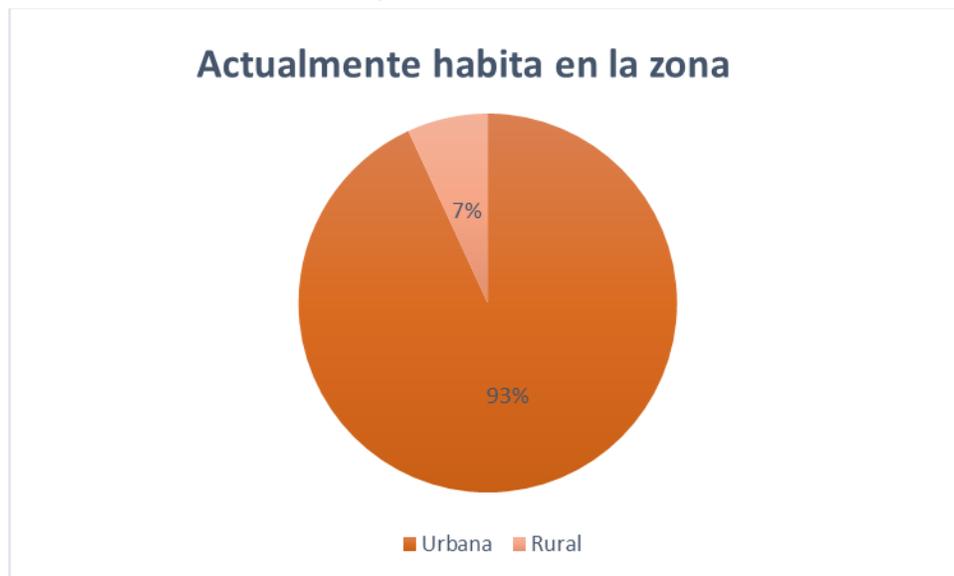
Antecedentes de emergencia y desastres en el corregimiento San Bernardo de Bata (PMGRD)

De acuerdo a la revisión hecha al Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres del municipio de Toledo, se evidencio el registro de afectaciones por deslizamientos en la localidad de San Bernardo de Bata y sus veredas desde el año 2000 hasta el año 2012 donde se manifestó el daño generado tanto a familias y viviendas como a los servicios públicos con los que cuenta el centro poblado y sus vías de acceso, denotando también las áreas afectadas y en riesgo por este fenómeno natural. (Ver Anexo 1)

INFORMACION RECOLECTADA POR LA COMUNIDAD

La información proporcionada por la comunidad se recolecto mediante encuestas, realizadas a 29 habitantes del corregimiento de San Bernardo de Bata (ver anexos 2) y a continuación se presentan los resultados:

Grafica 1. Zona de habitación



Fuente: Autor, 2019

Se evidencia que el 93% de los encuestados vive en la zona urbana del centro poblado de San Bernardo de Bata.

Grafica 2. Estimación de Amenazas



Fuente: Autor, 2019

El 90% de los encuestados manifestó sentirse amenazado por un fenómeno natural el cual identificaron como remoción en masa o deslizamiento.

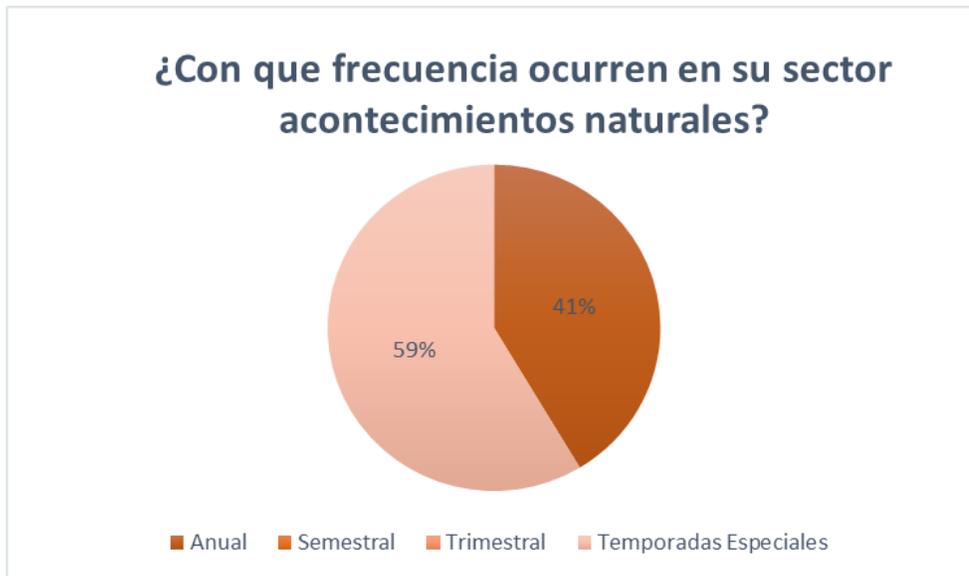
Grafica 3. Acontecimientos ocurridos



Fuente: Autor, 2019

La totalidad de las personas encuestadas confirmo que ocurrió un acontecimiento natural, el 86% se identificó con el fenómeno de remoción en masa, y el 14% restante se dividió entre los fenómenos de ola invernal e inundaciones.

Grafica 4. Frecuencia de los acontecimientos



Fuente: Autor, 2019

La frecuencia con la que ocurren los fenómenos naturales en el sector de estudio fue para el 59% en temporadas especiales y para el 41% ocurren anualmente.

Grafica 5. Estimación de las lluvias

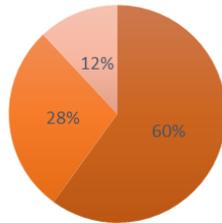


Fuente: Autor, 2019

La percepción de los encuestados acerca del comportamiento de las precipitaciones fue del 52% para lluvias muy variables, 41% para aumento de las mismas, 4% percibe que han disminuido y el 3% considera que las lluvias permanecen iguales.

Grafica 7. Incremento de las llluvias

Cuál o cuales cree usted que es o son los meses donde se incrementan las llluvias en su región:

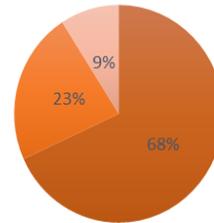


■ Junio y Julio ■ Mayo, junio y julio ■ Mayo, junio, julio y agosto

Fuente: Autor, 2019

Grafica 6. Disminución de las llluvias

Cuál o cuales cree usted que es o son los meses donde se disminuyen las llluvias en su región:



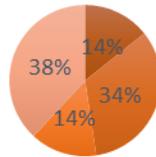
■ Diciembre y enero ■ Diciembre, enero y febrero ■ Noviembre y diciembre

Fuente: Autor, 2019

Los meses donde se incrementan las llluvias según los encuestados son junio y julio con un 60%, percibiéndose también los meses de mayo y agosto, los meses donde se disminuyen las llluvias son diciembre y enero con un 68% y se también se mencionan los meses de noviembre y febrero.

Grafica 8. Relación Lluvia-deslizamientos

¿Considera usted que existe relacion entre las llluvias y los deslizamientos?



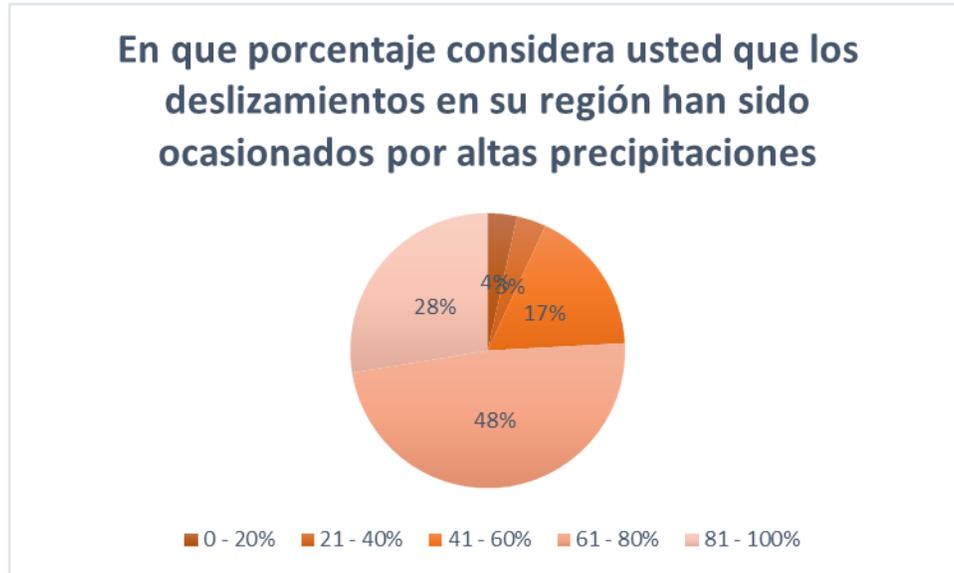
■ no se canalizan las aguas llluvias
■ el agua penetra la tierra y se producen los deslizamientos
■ se aflojan los taludes de la tierra
■ saturation de los suelos
■ por deforestacion

Fuente: Autor, 2019

El 100% de los encuestados respondió que sí existe relación entre las llluvias y los deslizamientos presentando como principales causas la saturación de los suelos (38%) y que al llover en gran magnitud el agua penetra la tierra y por ello

se producen los deslizamientos (34), nombrándose también la deforestación y la ausencia de canalización de las aguas lluvias.

Grafica 9. Porcentaje de deslizamientos causados por las altas precipitaciones



Fuente: Autor, 2019

Se evidencia que el 48% de los encuestados considera que los deslizamientos han sido ocasionados en un rango del 61 al 80% por altas precipitaciones, seguido por un 28% que percibe la ocurrencia de los deslizamientos por altas precipitaciones esta entre el rango de 81 a 100%.

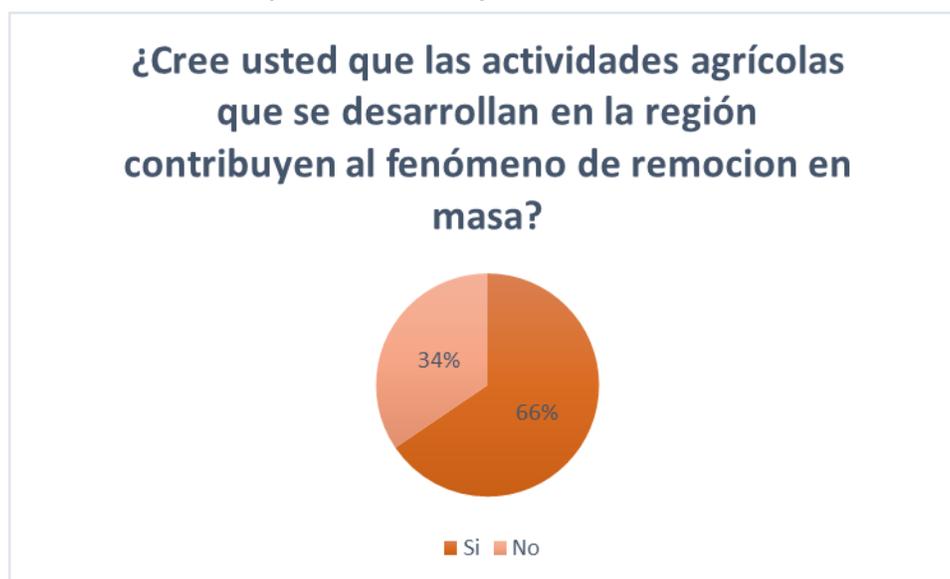
Grafica 10. Nivel de información



Fuente: Autor, 2019

El 65% de los encuestados manifestó que se encuentran poco informados acerca de los tipos de suelo y sus respectivos usos, el porcentaje restante presento la siguiente información: las quemas, la tala de árboles, los cultivos, la minería y el manejo y control de las aguas afectan la estabilidad del suelo; también sobre las clases de suelo, la falta de preparación de este último para obras de construcción, falta de control de las aguas lluvias y permanentes y por último la realización de estudios en la localidad pero que no se han llevado a cabo las obras del mitigación del riesgo.

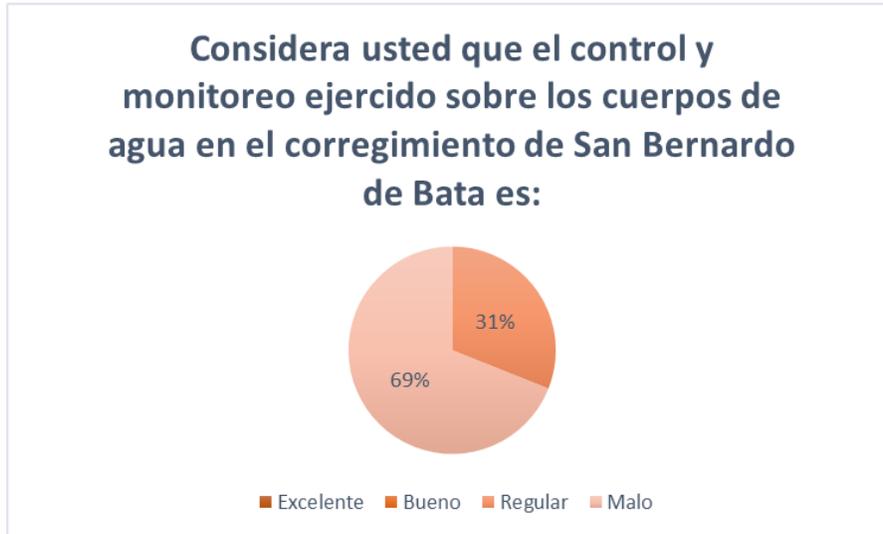
Grafica 11. Actividades agrícolas-remoción en masa



Fuente: Autor, 2019

Par el 66% de los encuestados las actividades agrícolas que se realizan en la región si contribuyen al fenómeno de remoción en masa por las siguientes razones: no hay buen manejo en los cultivos, además de actividades como la minería, ganadería, la quema y la tala de árboles y el uso de grandes cantidades de agua para dichos cultivos que afectan considerablemente el suelo.

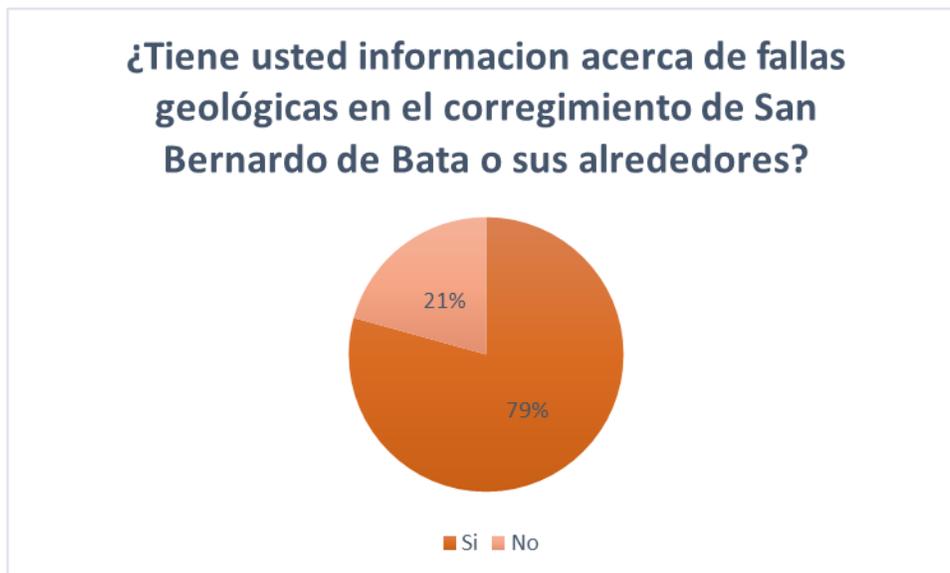
Grafica 12. Monitoreo ejercido sobre los cuerpos de agua



Fuente: Autor, 2019

El control y monitoreo sobre los cuerpos de agua en la localidad es malo para el 69% de los encuestados y regular para el 31% dado que como lo manifestaron los habitantes del corregimiento se conocen las amenazas que se pueden presentar, pero no se realizan las acciones correspondientes a la disminución del riesgo ocasionado por dichas amenazas.

Grafica 13. Fallas Geológicas



Fuente: Autor, 2019

La información de fallas en el corregimiento fue verificada por el 79% de los encuestados arrojando como la falla más conocida la que se encuentra en la entrada del corregimiento en dirección a los departamentos de Boyacá y Arauca, también se nombraron fallas en veredas como Valegrá, San Carlos, La Reserva y Limoncito, además de la red del oleoducto Caño Limón Coveñas que se ubica aproximadamente a unos 100m hacia la parte superior de San Bernardo de Bata.

Los habitantes del corregimiento realizaron observaciones que se exhiben a continuación:

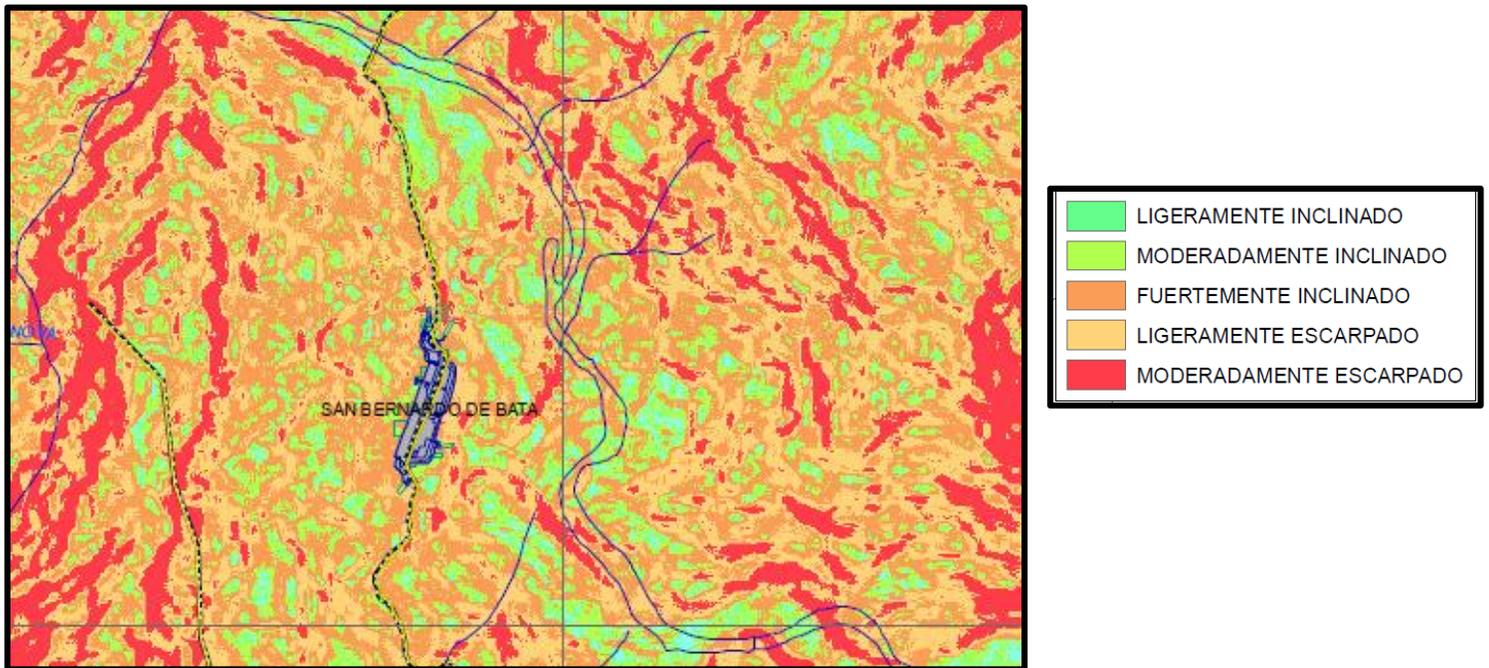
- ✓ Se debe tener en cuenta que no se ejerce ningún control en las actividades de minera y deforestación; y el paso del Oleoducto Caño Limón Coveñas por la región afecta la estabilidad del terreno, el cual se encuentra allí hace alrededor de 25 años.
- ✓ No se han dado las obras de mitigación del riesgo en su totalidad y no se han reparado los daños a los damnificados del 2015.
- ✓ Se debe realizar mejoramiento y actualización de estudios referentes al cuidado, tratamiento y monitoreo del agua.
- ✓ Se requiere canalización y control de las aguas; mas campañas prácticas que informen a tiempo en caso de una eventualidad.
- ✓ Se cuenta con una alarma de monitoreo y un acueducto que no funcionan.

ESTUDIOS TECNICOS

A continuación se evidencian los mapas concernientes a pendientes, geología, ecosistemas y cobertura vegetal actual y se obtiene el análisis correspondiente relacionado con las amenazas potenciales en el corregimiento San Bernardo de Bata Toledo, Norte de Santander.

PENDIENTES

Mapa 6. Mapa de Pendientes de la zona de estudio



Fuente: Autor, 2019

Se manifiestan variaciones de pendientes que van desde ligeramente escarpadas hacia la parte baja del centro poblado, además de pendientes moderadamente inclinadas hacia la parte sur y una parte del lado superior, hasta pendientes fuertemente inclinadas en la parte superior de corregimiento, y moderadamente escarpado hacia la vía, de la entrada al corregimiento en dirección NS y ciertos fragmentos hacia la parte baja de la localidad. Presenta inclinaciones desde los 3° hasta algunos sectores que alcanzan los 33°. La susceptibilidad a presentarse un fenómeno de remoción en masa varía entre media y alta debido a las pendientes fuertes manifestadas en la ilustración que favorecerían los deslizamientos y desprendimientos tanto de suelo como de rocas teniendo en cuenta el tipo de material presente en la localidad que en su gran mayoría describe una textura arcillosa. El análisis anterior se basó en la siguiente tabla:

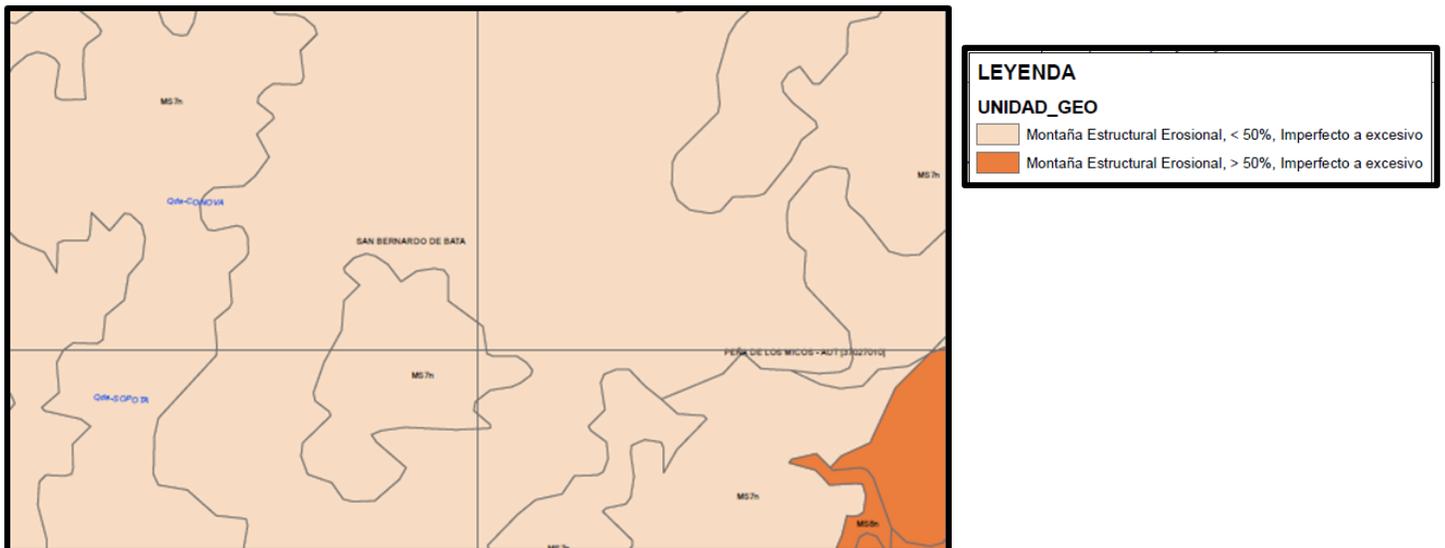
Tabla 4. Rangos de pendientes

SIMBOLO	GRADIENTE %	DESCRIPCION
A	0 – 3	Plano
B	3 – 7	Ligeramente inclinado
C	7 – 12	Moderadamente inclinado
D	12 – 25	Fuertemente inclinado
E	25 – 50	Ligeramente escarpado
F	50 – 75	Moderadamente escarpado
G	>75	Fuertemente escarpado

Fuente: IGAC, 2013

GEOLOGIA

Mapa 7. Mapa de Geología de la zona de estudio

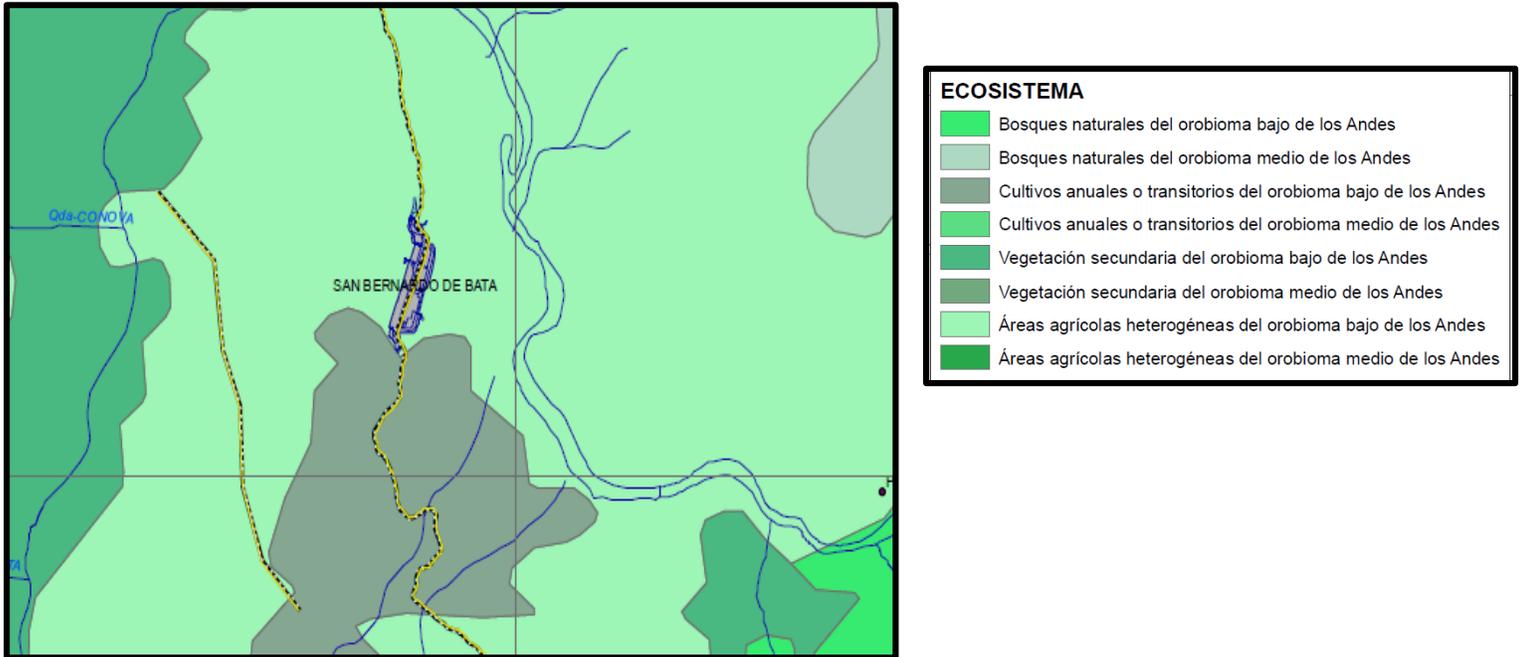


Fuente: Autor, 2019

Se observa que el corregimiento presenta una geología de montaña estructural erosional con pendientes menores del 50%, exhibe un relieve de lomas, filas y vigas con suelos profundos, bien drenados de textura arcillosa, confirmando la presencia de los parámetros que desfavorecen la estabilidad del suelo en la localidad.

ECOSISTEMAS

Mapa 8. Mapa de Ecosistemas de la zona de estudios

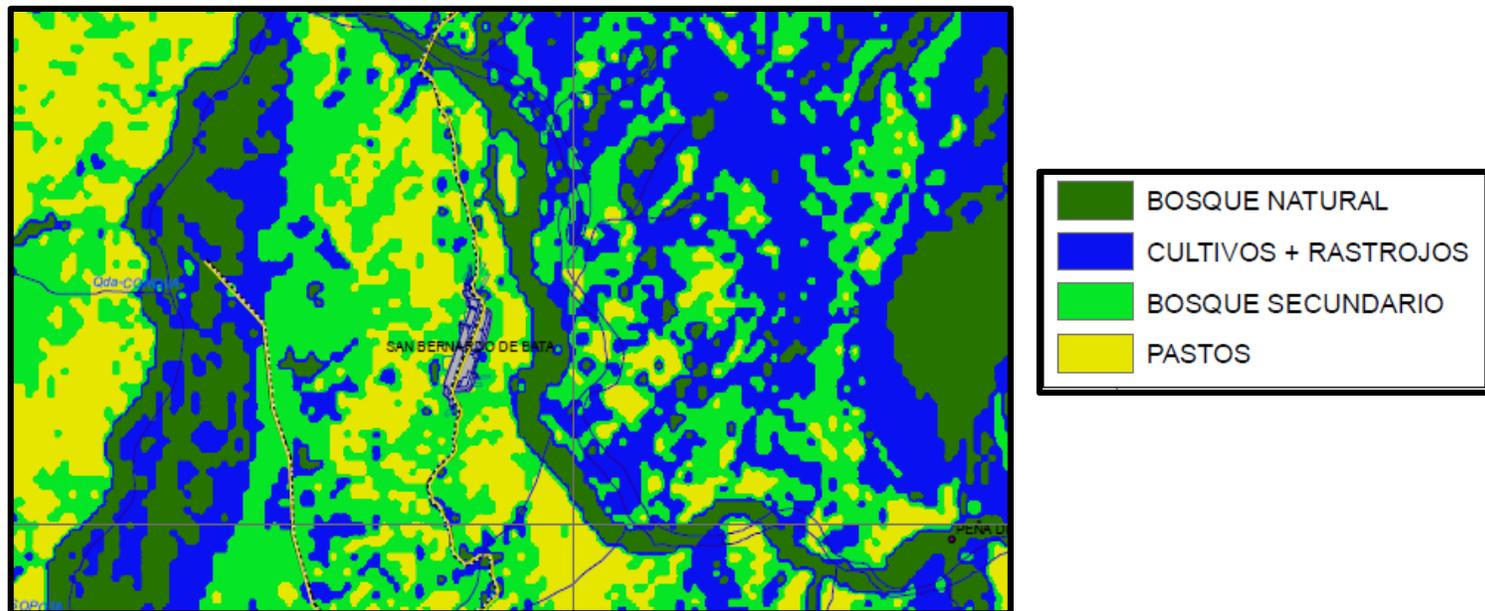


Fuente: Autor, 2019

El corregimiento se ubica en el ecosistema de áreas agrícolas heterogéneas y una parte de los cultivos anuales o transitorios, dichos ecosistemas del orobioma bajo de los Andes, donde se encuentran cultivos de plátano, café y cacao y diversidad de pastos como arbolados, enmalezados y limpios. Estos últimos que favorecen la erosión dado que presentan prácticas de manejo como limpieza y fertilización que impiden el desarrollo de otras coberturas que permitan dar sostenibilidad y fortalecer la matriz del suelo.

COBERTURA VEGETAL

Mapa 9. Mapa de Cobertura Vegetal de la zona de estudio



Fuente: Autor, 2019

Se evidencia en el Mapa 9 la variedad de la cobertura vegetal conformada por pastos, cultivos, rastrojos y bosques alrededor del centro poblado, denotando la intervención en la cobertura afectando en el caso de los pastos y cultivos que son transitorios y permanentes los procesos de infiltración y evaporación del suelo disminuyendo la estabilidad de las laderas e incrementando el riesgo de deslizamientos en la localidad.

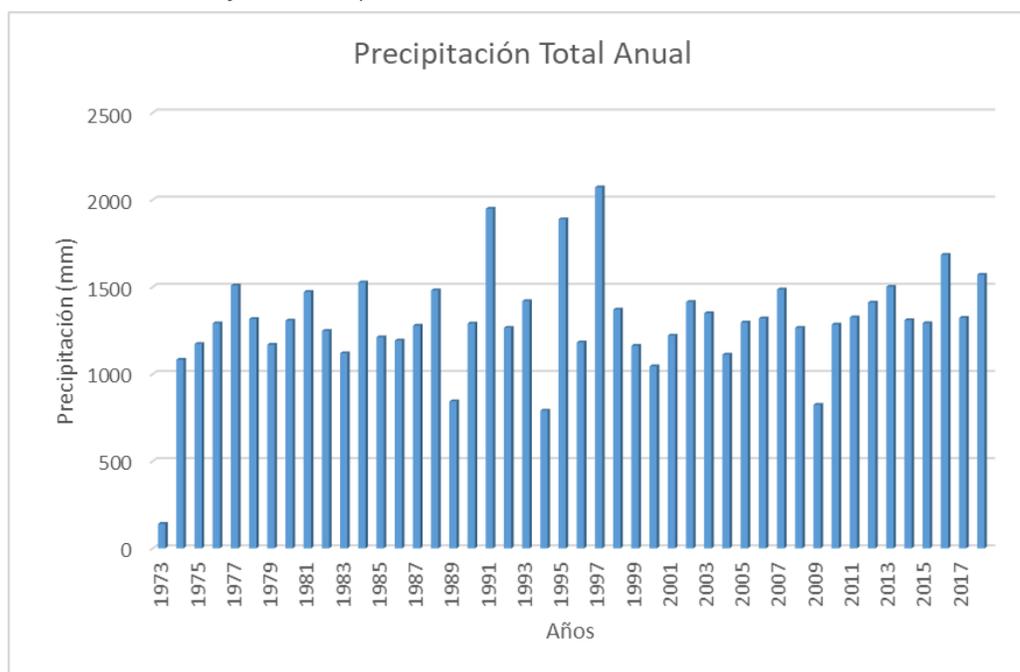
8.2 ANALISIS DE DATOS CLIMATOLOGICOS E HIDROLOGICOS

8.2.1 SOLICITUD DE DATOS

La solicitud de los datos de precipitación se realizó por medio de la plataforma DHIME del IDEAM la cual permite conocer los históricos para estaciones hidrológicas, pluviométricas y climatológicas existentes en el país. Para este estudio se utilizaron datos de la estación pluviométrica San Bernardo de Bata como Precipitación Total Anual, Precipitación Total Mensual y Precipitación Máxima Mensual en un día; y de la estación hidrológica Peña de los Micos Caudales Máximos Mensuales; datos que se obtuvieron para el periodo comprendido entre los años 1973 hasta 2018. Dichas estaciones se utilizaron por encontrarse ubicadas cerca de la zona de estudio; también se ubica cerca al centro poblado la estación Venagá de la cual no se pudo obtener datos debido a que la estación se encuentra inactiva.

8.2.2 ANALISIS DE LA PRECIPITACION TOTAL ANUAL Y TOTAL MENSUAL

Grafica 14. Precipitación total anual. Estación San Bernardo de Bata



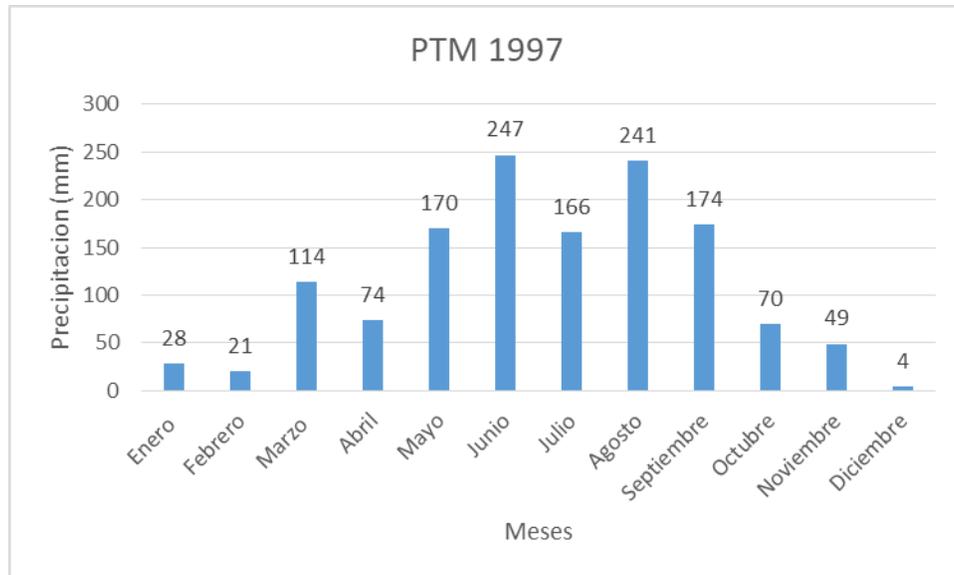
Fuente: Autor, 2019

La grafica 14 evidencia un promedio total anual de precipitaciones comprendido entre 1000 y 1500 mm aproximadamente, con valores máximos presentados en los años 1991 (1949mm), 1995 (1889mm), 1997 (2072mm) siendo este el valor máximo

mayor y 2016 (1685); también se observan valores mínimos para los años 1973 (141mm), 1989 (844mm), 1994 (791mm) y 2009 (824mm).

De acuerdo al análisis de la gráfica anterior el año en el que se manifestó el valor máximo de precipitación total anual fue 1997, a continuación se analizaran las precipitaciones totales mensuales en este año, además del año 1973 y 2015.

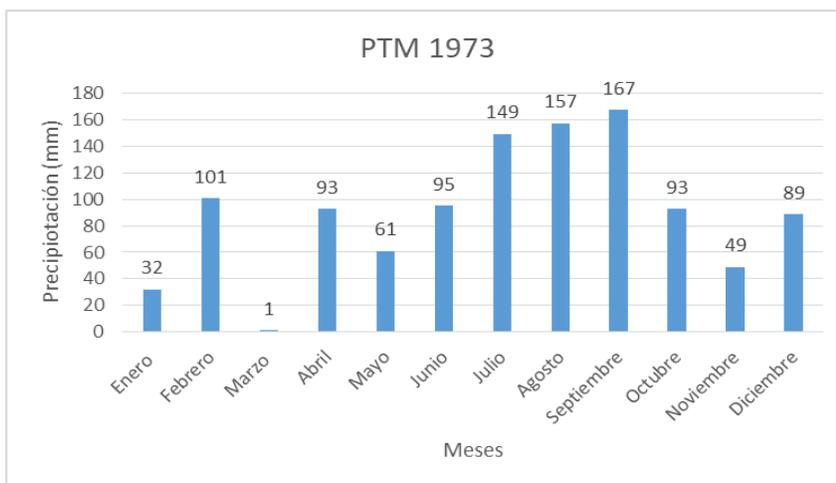
Grafica 15. Precipitación total mensual, año 1997. Estación San Bernardo de Bata



Fuente: Autor, 2019

En la gráfica 15 se observa la variación de las precipitaciones por mes del año 1997, se evidencia el aumento de las precipitaciones para los meses de junio y agosto, pero también en mayo, julio y septiembre se observa un incremento considerable en las precipitaciones mensuales. También se observa un valor atípico de disminución de la precipitación en el mes de diciembre.

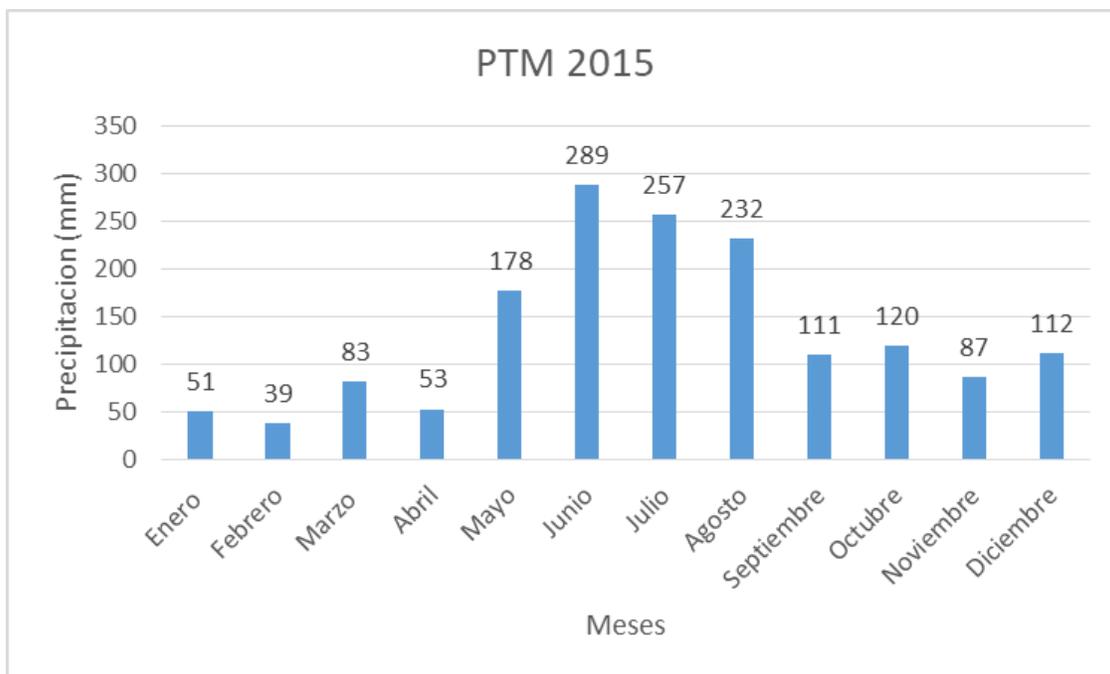
Grafica 16. Precipitación total mensual, año 1973. Estación San Bernardo de Bata



Fuente: Autor, 2019

Se observa que el máximo valor de precipitación para el año 1973 se presenta en el mes de septiembre (167 mm) y un valor mínimo atípico de 1 mm en el mes de marzo, denotando que en este año las precipitaciones no superaron los 170 mm con un promedio de 91 mm.

Grafica 17. Precipitación total mensual, año 2015. Estación San Bernardo de Bata



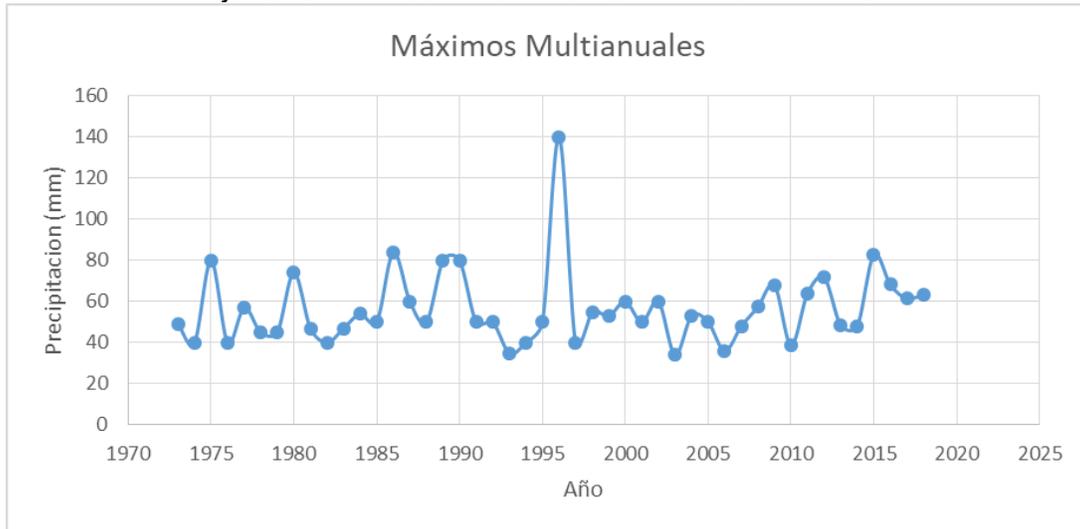
Fuente: Autor, 2019

El valor máximo de precipitación para el año 2015 fue de 289 mm en el mes de junio, seguido por los meses de julio y agosto con valores de 257 mm y 232 mm respectivamente; en este año se presentó un evento de deslizamiento lento hacia

finales del mes de mayo, que ocasiono la destrucción de viviendas, el matadero y la vía principal del corregimiento.

8.2.3 EVENTOS MAXIMOS

Grafica 18. Eventos máximos multianuales. Estación San Bernardo de Bata



Fuente: Autor, 2019

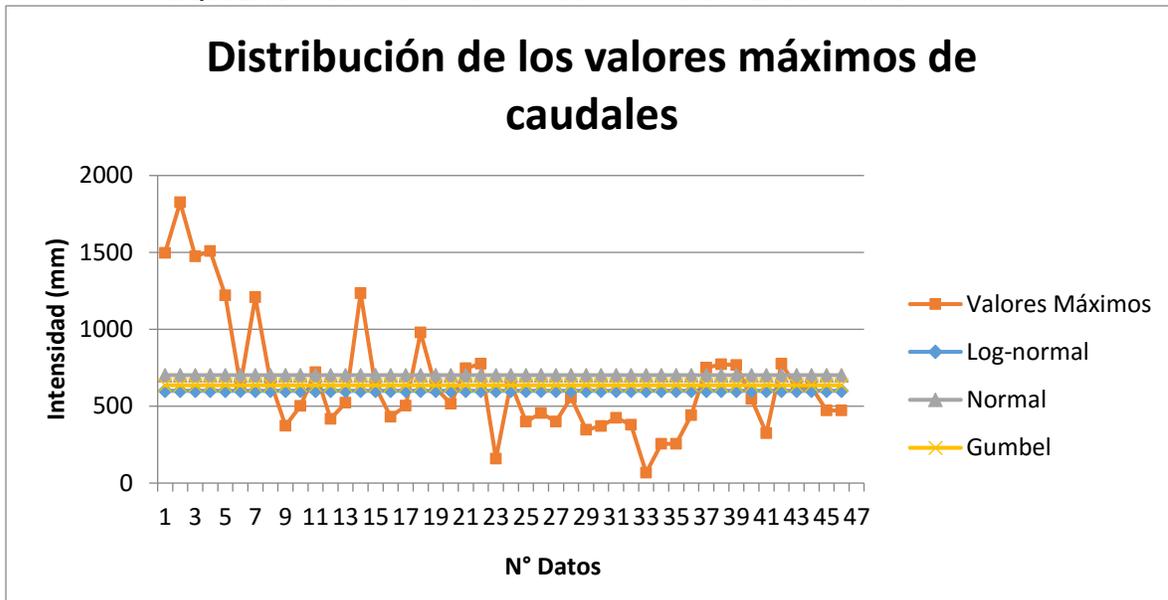
En la gráfica 18 se construyó a partir de los datos de precipitación máxima mensual en un día, en la que se observa que el valor máximo (140 mm) se presentó en el año 1996, los demás años presentan un promedio entre 30 mm y 90 mm aproximadamente, con valores de incremento considerables para los años 1975, 1986 y 2015.

8.2.4 AJUSTE DE LOS DATOS A LAS DISTRIBUCIONES GUMBEL, NORMAL Y LOGNORMAL

Las distribuciones estadísticas tienen gran importancia en el análisis de los valores máximos de precipitación y de caudales, además de contribuir a la descripción de periodos de sequía o inundaciones. Por tal motivo los datos obtenidos tanto de Precipitaciones como de Caudales de las estaciones nombradas anteriormente, fueron ajustados a las distribuciones continuas de probabilidad de Gumbel, Normal y Log-normal y con ello establecer eventos máximos para un periodo de retorno determinado que aportaría información clave en el desarrollo de los lineamientos y estrategias necesarias en la gestión del riesgo de desastres del municipio.

A continuación se presentan las gráficas (19 y 20) de distribución y ajuste para los datos de caudales obtenidos del río Margua:

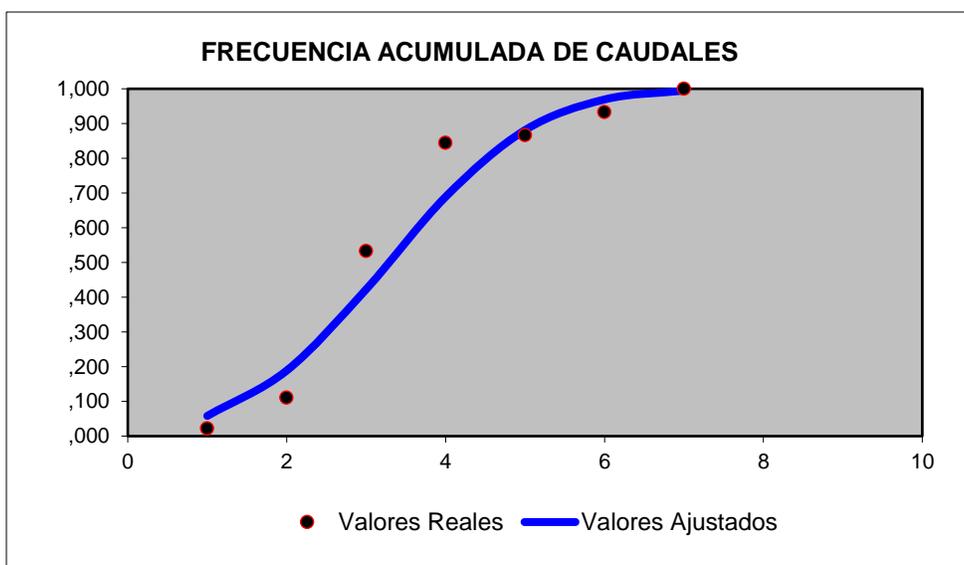
Grafica 19. Distribución de los valores máximos de caudales. Estación Peña de los Micos



Fuente: Autor, 2019

En la gráfica 19 evidencia las diferentes distribuciones comparadas con los datos de valores máximos de caudal, denotando que los valores para las distribuciones de Gumbel y Log-normal no son confiables debido a que dichos valores no superaron la media de los mismos y por tanto no son aplicables a los datos de estudio, a diferencia de la distribución Normal la cual si supero la media y por ende genera un valor máximo de caudal (701.25m³/s) confiable para un periodo de retorno de 2.2 años.

Grafica 20. FRECUENCIA ACUMULADA DE CAUDALES. ESTACIÓN PEÑA DE LOS MICOS

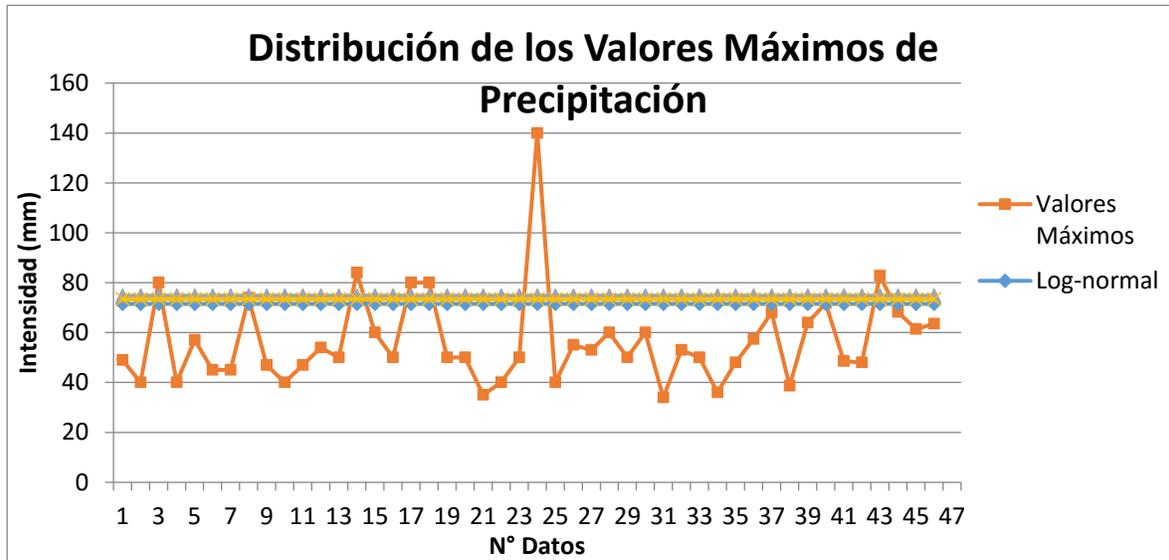


Fuente: Autor, 2019

En la gráfica 20 se observa que los datos presentan bastante discrepancia, siendo los más considerables los valores entre el rango de 844 a 1103 (m³/s).

Ahora se presentaran las gráficas (21 y 22) de distribución y ajuste para los datos de precipitación obtenidos de la estación San Bernardo de Bata:

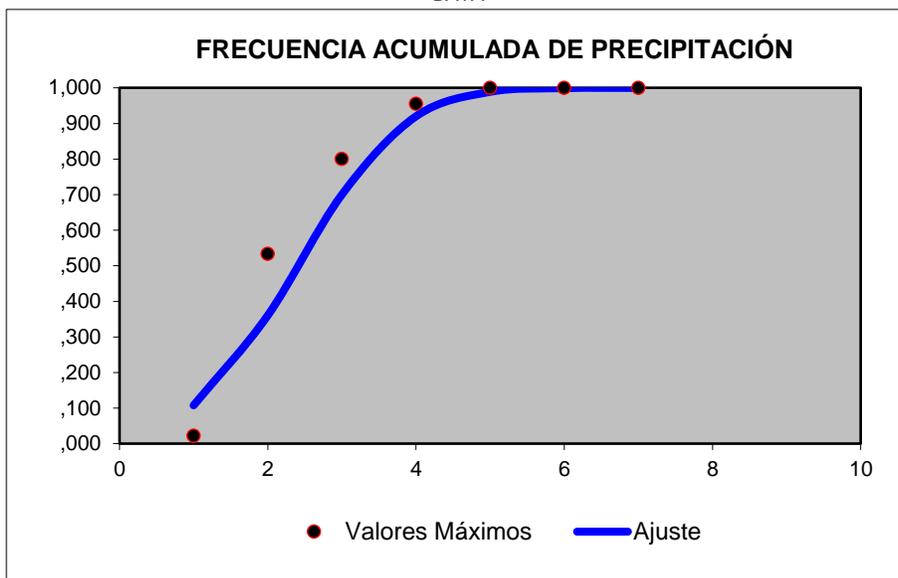
Gráfica 21. Distribución de los Valores Máximos de Precipitación. Estación San Bernardo de Bata



Fuente: Autor, 2019

En la gráfica 21 se evidencia que los valores obtenidos por las tres distribuciones son confiables, ya que superaron la media y por ende las tres distribuciones son aplicables a los datos de estudio; presentando un valor máximo promedio de distribuciones de precipitación (73.25 mm) para un periodo de retorno de 8 años.

Grafica 22. FRECUENCIA ACUMULADA DE PRECIPITACIÓN. ESTACIÓN SAN BERNARDO DE BATA

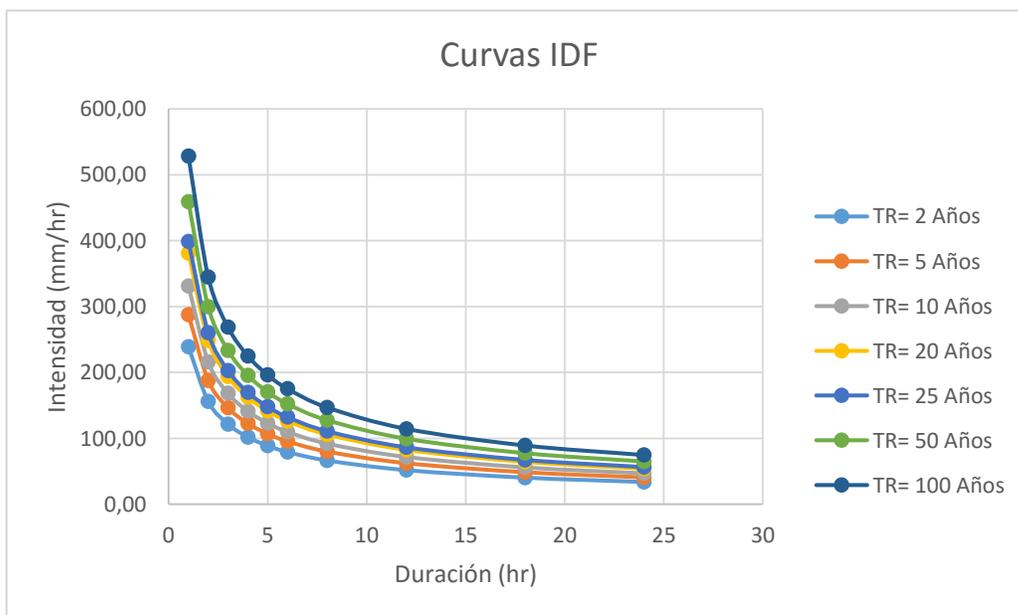


Fuente: Autor, 2019

Se evidencia en la gráfica 22 la discrepancia considerable de los datos, presentados en los primeros rangos de frecuencia.

8.2.5 CURVAS IDF

Grafica 23. Curvas IDF. Estación San Bernardo



Fuente: Autor, 2019

Los deslizamientos superficiales se generan fundamentalmente por el flujo subsuperficial en el suelo más o menos paralelo a la superficie de la ladera (UNGRD, 2016), dado que estos eventos ocurren por precipitación acumulada se analizan las curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF) para establecer los valores de precipitación que favorecerían en la ocurrencia de los deslizamientos que eventualmente se presentarían en el corregimiento San Bernardo de Bata. En la gráfica 23 se observa que a medida que la intensidad de la precipitación se incrementa, la duración de las mismas disminuye; denotando por ejemplo que para un tiempo de retorno de 2 años se presentaría una lluvia 34 mm aproximadamente para un periodo de 24 horas y de 239 mm aproximadamente para un periodo de una hora, lo que ocasionaría un evento de deslizamiento en la localidad. Las curvas se construyeron con el método Arima del IDEAM para los tiempos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años, y en la siguiente tabla se aprecia mejor el análisis anterior:

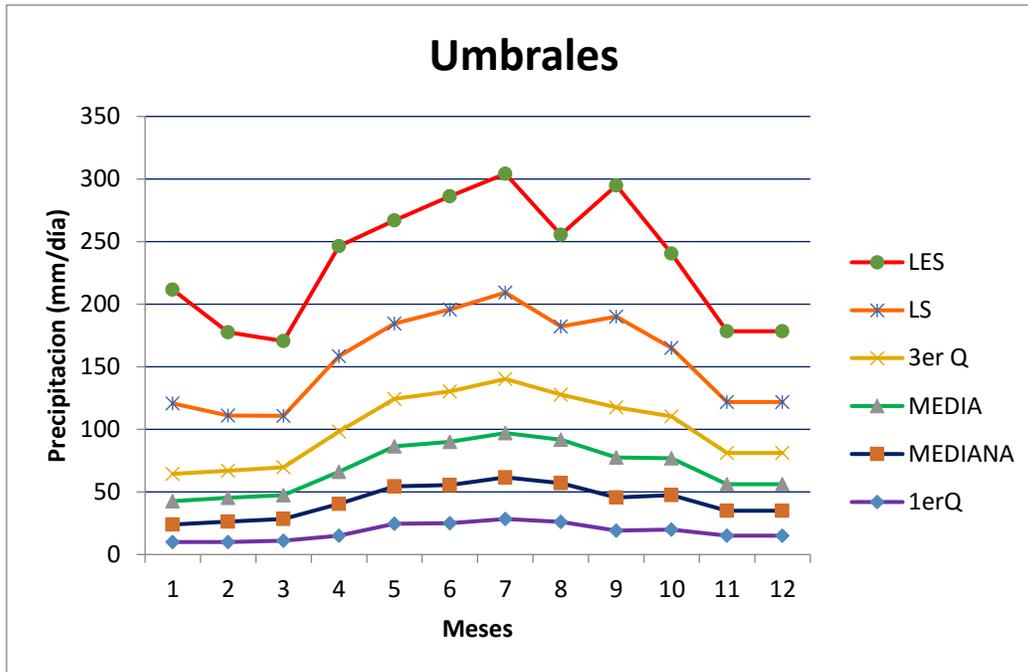
Tabla 5. Intensidades máximas de precipitación para diferentes duraciones de la lluvia y diferentes periodos de retorno

D (hr)	ITR= 2 años	ITR= 5 años	ITR=10 años	ITR= 20 años	ITR= 25 años	ITR= 50 años	ITR= 100 años
24	33.72	40.61	46.74	53.80	56.30	64.80	74.58
12	51.68	62.24	71.64	82.46	86.28	99.31	114.30
6	79.21	95.39	109.80	126.38	132.23	152.20	175.19
1	238.85	287.65	331.08	381.08	398.73	458.94	528.25

Fuente: Autor, 2019

8.2.6 UMBRALES DE PLUVIOSIDAD

Grafica 24. Umbrales de precipitación. Estación San Bernardo de Bata



Fuente: Autor, 2019

Como se puede observar en la gráfica 24 de umbrales se presentan los rangos en los que se generan las diferentes alertas amarilla, naranja y roja, para los diferentes meses del año este análisis se centrará en los meses en los que la precipitación es mayor. Para el mes de junio se encuentra un rango para la alerta amarilla entre 39 mm y 64 mm, seguida por los valores para la alerta naranja los cuales son de 65 mm a 89 mm y por ultimo para la alerta roja el rango es de 90 en adelante; para el mes de julio los valores para la alerta amarilla van desde 43 mm hasta 68 mm, para la alerta naranja de 69 mm a 93 mm y para la alerta roja valores superiores a 94 mm. También se aprecia que el incremento de la precipitación para las tres alertas aumenta en el mes de marzo hasta el mes de julio, disminuye hasta el mes de agosto para el caso de las alertas naranja y roja, las cuales incrementan nuevamente para el mes de septiembre y allí mismo empiezan de nuevo a disminuir, la alerta amarilla si disminuye desde el mes de julio.

La ubicación de los tres pluviómetros instalados (ver fotografías 2, 3 y 4, y mapa 10) se determinó por el tamaño del corregimiento, al ser tan pequeño se estableció fijar uno en cada extremo de la localidad y el otro en el centro de la misma, lo que permitirá llevar el registro de las variaciones de la precipitación en el corregimiento como también de sus sectores. En esta actividad se contextualizó a los observadores voluntarios sobre el funcionamiento de los pluviómetros y las recomendaciones en cuanto a su limpieza y mantenimiento para obtener una buena visión en la lectura de los datos, adicionalmente se enseñó el formato de registro de los datos a cada uno de los observadores y como era el proceso de diligenciamiento de los datos a dichos formatos. Como mecanismo de comunicación entre los observadores y el SATC se optó por la formación de un grupo en la aplicación WhatsApp en la que los observadores semanalmente envían fotos de los registros para posteriormente anexarlos a una herramienta sistemática (Excel) y así llevar control y seguimiento de esta actividad (ver Anexo 3).

Fotografía 2. Pluviómetro N°1

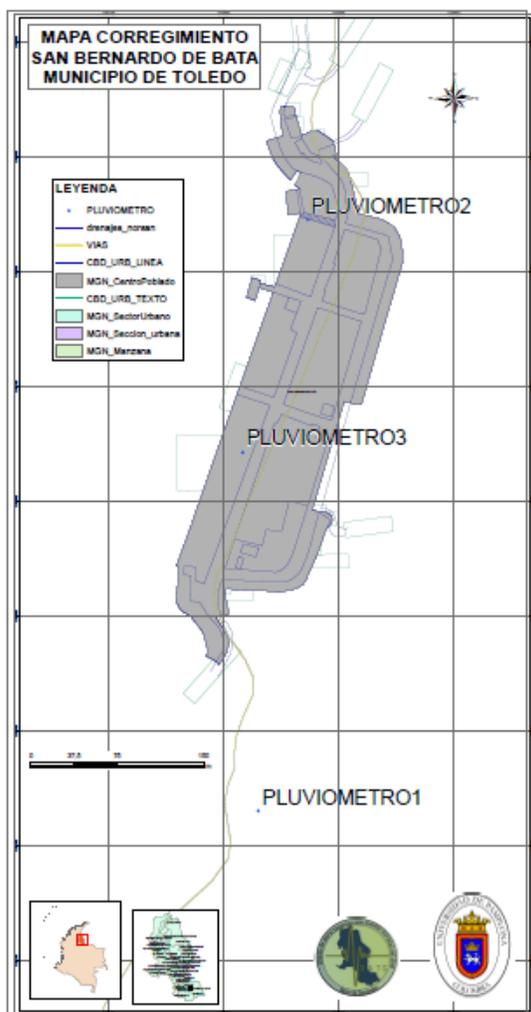


Fotografía 3. Pluviómetro N°2



Fuente: Autor, 2019

Mapa 10. Mapa de ubicación de los Pluviómetros



Fotografía 4. Pluviómetro N°3



Fuente: Autor, 2019

Fuente: Autor, 2019

La eficacia de estos sistemas se fundamentan en el conocimiento de la existencia de riesgos, en la activa participación de las comunidades, en un compromiso institucional que involucra a la educación como factor indispensable para la toma de conciencia ciudadana y la diseminación eficiente de las alertas, además de garantizar una preparación constante.

Como consecuencia de lo anterior es indispensable que la comunidad organizada sea el elemento fundamental, y cuya participación se ejerza de forma voluntaria, donde se adquieran conocimientos y capacidades para enfrentar emergencias y riesgos y así reducir la posibilidad de pérdidas de vidas y daños materiales. Por ello es importante su activa participación en todos los aspectos del establecimiento y funcionamiento de los SAT, debido a que contribuyen al fortalecimiento de los procesos de desarrollo del territorio.

PLAN PARA LA DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN DE LAS ALERTAS

En seguida se enseñaran los esquemas para los lineamientos, desarrollo y generación de cada una de las alertas implementadas en los planes de gestión del riesgo.

Ilustración 9. Protocolo de Alertas SATC



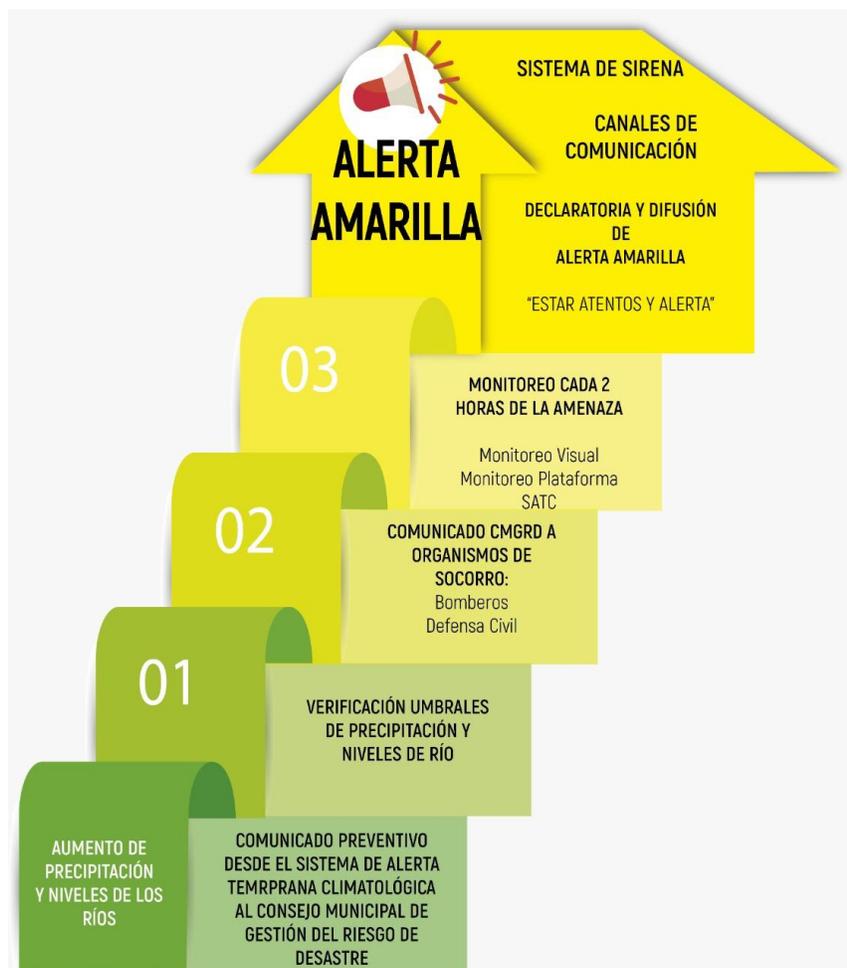
Fuente: SATC, 2019

Para la implementación de Sistemas de Alerta Temprana a deslizamientos se orientan al monitoreo del principal factor externo detonante, la precipitación, mediante la determinación de la relación entre la cantidad de lluvia y la ocurrencia de deslizamientos. Así, la determinación de los umbrales de alerta se estima en base al control de las lluvias acumuladas y el valor de una lluvia crítica. (ELISEO SILVA ROTELA)

ALERTA AMARILLA

Como se señaló en el párrafo anterior, las alertas vienen determinadas por umbrales en este caso de precipitación para un eventual riesgo por deslizamientos. Para el corregimiento San Bernardo de Bata se determinó un umbral de precipitaciones que varía entre 22 mm y 25 mm aproximadamente a lo largo del año, lo cual genera la alerta amarilla. (Ver ilustración 10)

Ilustración 10. Alerta Amarilla

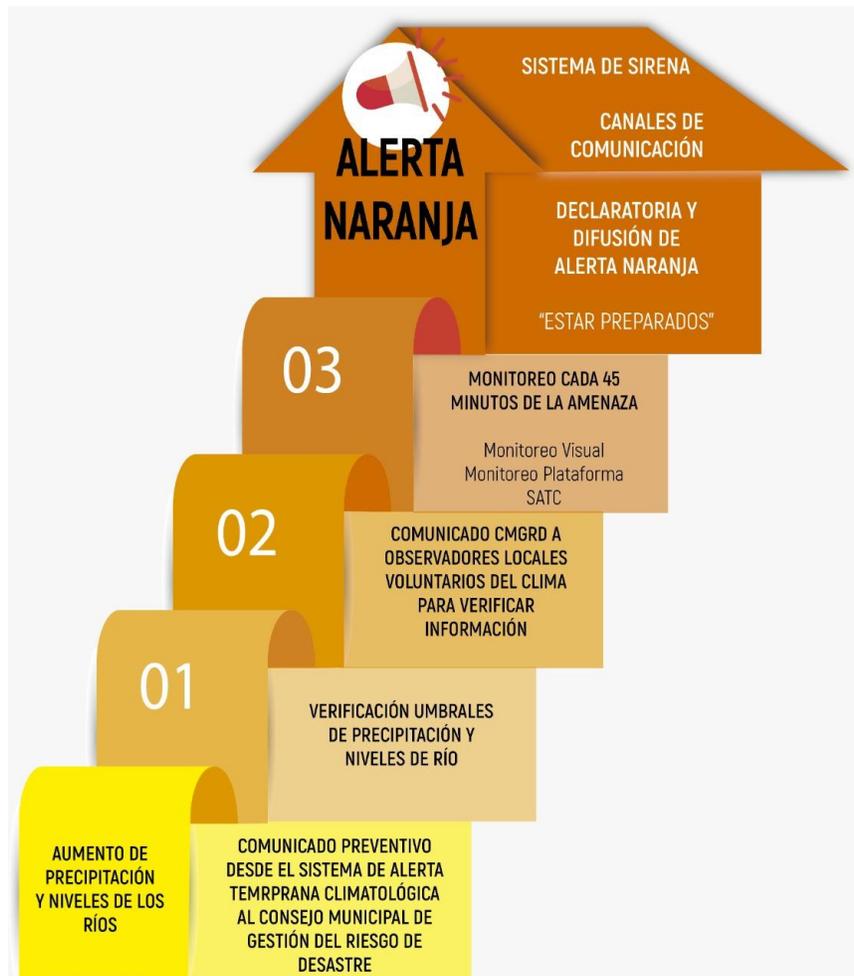


Fuente: SATC, 2019

ALERTA NARANJA

Para la generación de la alerta naranja se determinó el umbral comprendido entre 56 mm y 40 mm para todo el año, presentando un incremento del mes de marzo al mes de julio. (Ver ilustración 11)

Ilustración 11. Alerta Naranja

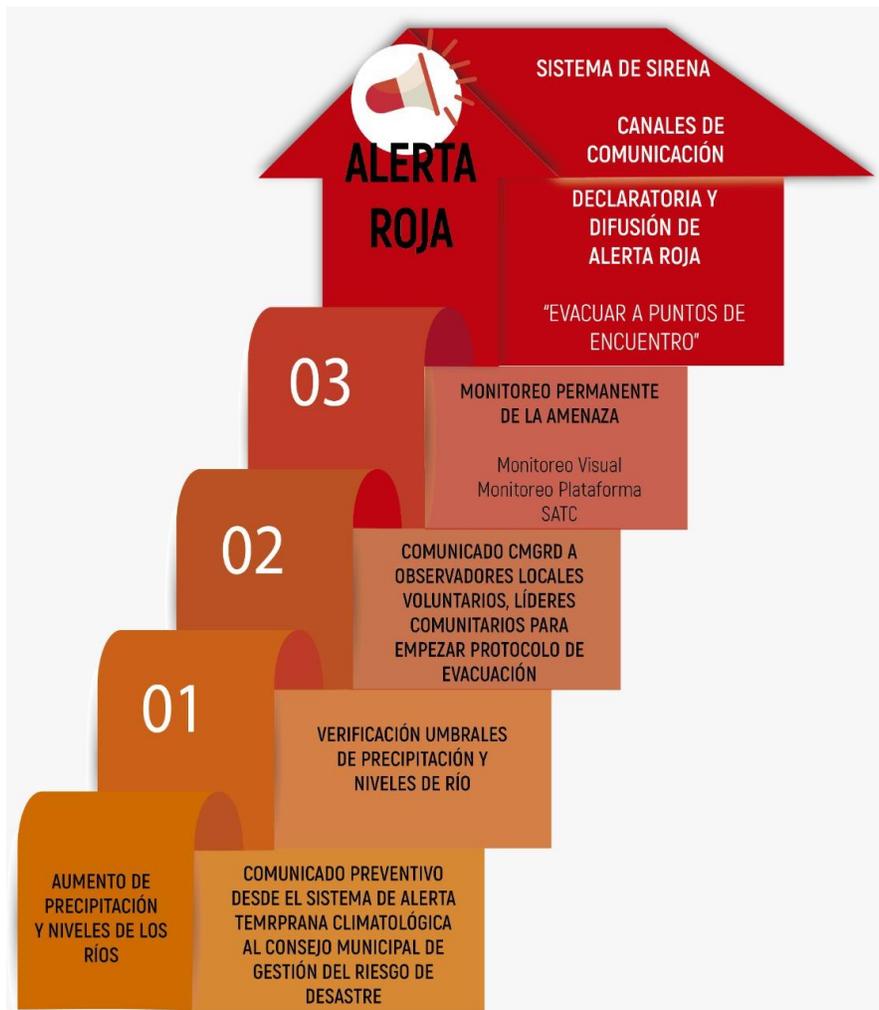


Fuente: SATC, 2019

ALERTA ROJA

Esta alerta se genera para el umbral establecido entre 91 mm y 56 mm para todo el año y al igual que la alerta naranja presenta incremento del valor de las precipitaciones de marzo a julio. (Ver ilustración 12)

Ilustración 12. Alerta Roja



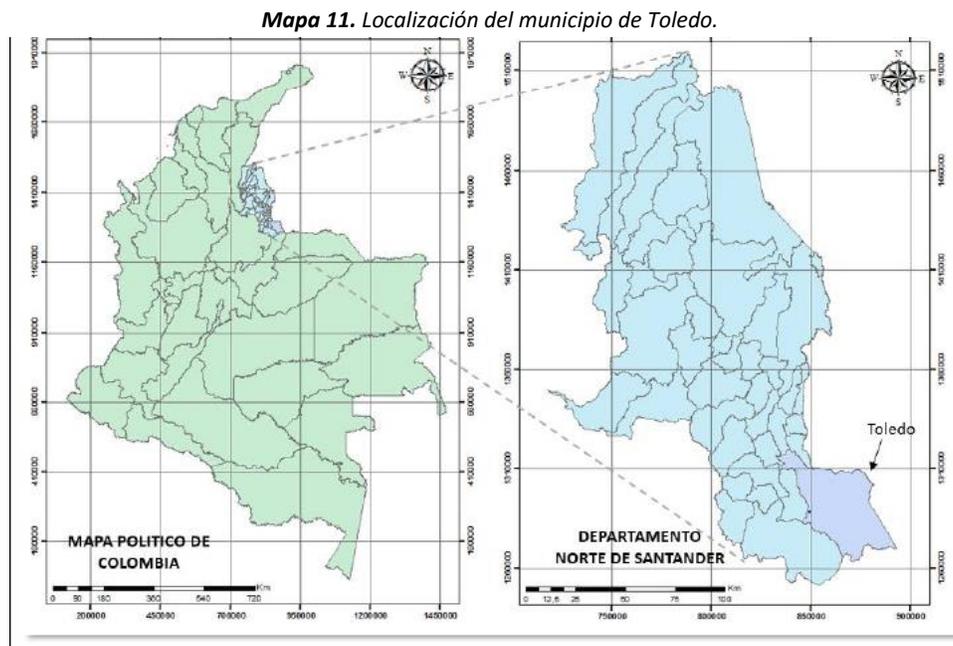
Fuente: SATC, 2019

8.4 PLANTEAMIENTO DE MEJORAS NECESARIAS AL PLAN MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DEL MUNICIPIO DE TOLEDO NORTE DE SANTANDER

8.4.1 ACTUALIZACIÓN DE LA DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO Y SU ENTORNO

8.4.1.1 Descripción general del municipio

8.4.1.1.1 Localización geográfica



Fuente: CONSORCIO TORRES ING, 2018

El municipio de Toledo está ubicado en la República de Colombia, hace parte del departamento de Norte de Santander situado en el extremo centro - nororiental de Colombia, en la zona de frontera con la República de Venezuela con la cual comparte 72,614 Km. El municipio en su totalidad se encuentra en las planchas IGAC 110, 111, 122 y 123. Esc: 100.000.

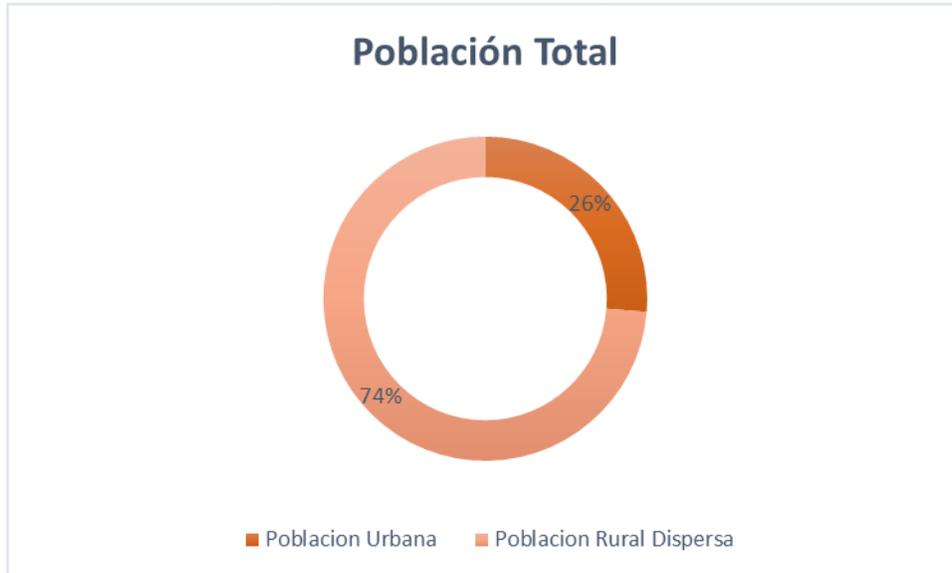
8.4.1.1.2 Extensión

Tiene una extensión total de: 1.486 Km² (148.600 Ha)

8.4.1.1.3 Población (urbana y rural)

Presenta una población 17.288 Habitantes de los cuales 4.547 habitantes representan la población urbana y 12.741 habitantes la población rural.

Grafica 25. Población total del municipio de Toledo



Fuente: Autor, 2019

8.4.1.1.4 Altitud

Presenta una elevación media de 1.625 msnm, su territorio se enmarca desde los 350 msnm en la zona sur o del Sarare en las riberas de los ríos Cubugón y Cobaría, en los límites con el departamento de Boyacá hasta los 3600 msnm en el Alto de Mejué, 3400 m en el Alto de la Piedra del Águila o 3200 m en el Páramo de Santa Isabel.

8.4.1.1.5 Topografía

El municipio de Toledo se localiza sobre una potente secuencia de rocas sedimentarias de diversa condición y edad; las edades de las distintas unidades roca que conforman en superficie el territorio del Municipio van desde el precámbrico hasta el cuaternario (reciente), así mismo se presentan en superficie diversas zonas de falla y varias estructuras geológicas de escala local y regional. Además se ubica sobre diferentes tipos de relieves de los cuales sobresalen los relieves de montaña (núcleo y flanco oriental de la Cordillera Oriental), y una reducida parte del piedemonte llanero colombiano hacia el sur del territorio. Es importante resaltar que el municipio de Toledo presenta una topografía fuerte y muy fuerte aproximadamente en un 47.81% de su territorio, por lo que las restricciones para su uso en actividades agrícolas y pecuarias se hacen cada vez más contundentes. El 30% de su territorio, teniendo en cuenta solo como parámetro o indicador la pendiente, podría involucrarse dentro de actividades productivas agropecuarias y solo para pendientes muy suaves y suaves encontramos el 6,49% del territorio municipal.

8.4.1.1.6 Clima

El clima se caracteriza por tener pisos térmicos que van desde la zona de páramo hasta cálido, con alturas que van desde los 3400 m.s.n.m en el páramo de la Cabrera y Santa Isabel, hasta los 300 m.s.n.m en el corregimiento de Gibraltar. Los pisos térmicos son consecuencia de la variación altitudinal de la exposición a la radiación solar que genera diversos pisos, desde los cálidos con temperatura media anual superior a los 25°C; el piso templado con temperatura de 18°C y 24°C; el frío con temperatura media anual entre los 10°C y 17°C y el muy frío o páramo con temperaturas menores a 10°C.

El municipio de Toledo así como el departamento Norte de Santander tiene un clima tropical modificado y suavizado por la altitud, presenta marcadas diferencias entre los elementos climáticos y por consiguiente ofrece una gran diversidad de climas y microclimas en su territorio; todos estos elementos están influenciados por variaciones en relieve y altitud.

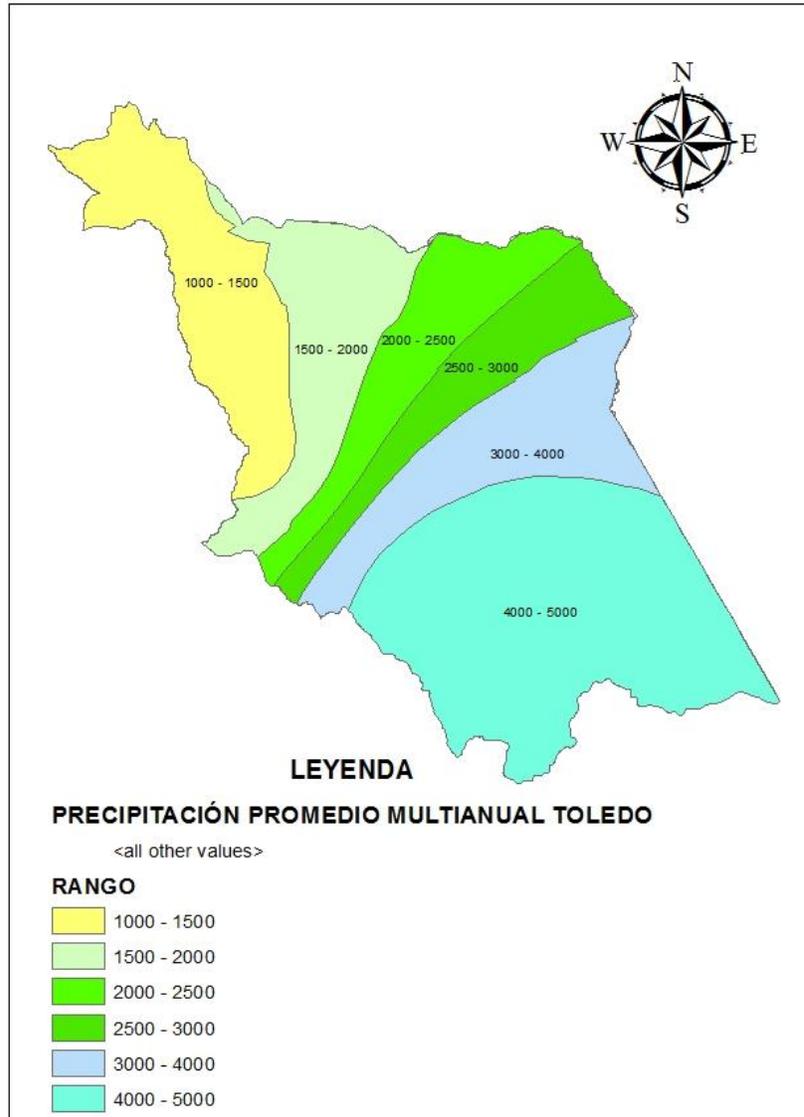
En Toledo, el clima es templado y cálido, los veranos son cortos y cómodos, los inviernos son cortos y frescos y está mojado y nublado todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 14 °C a 22 °C y rara vez baja a menos de 12 °C o sube a más de 24 °C.

Mapa 12. Temperatura promedio multianual, Toledo



Fuente: Autor, Basado en IDEAM, 2019

Mapa 13. Precipitación promedio multianual, Toledo



Fuente: Autor, Basado en IDEAM, 2019

De acuerdo al Mapa 13 se puede apreciar las variaciones de precipitaciones que van desde los 1000 mm hasta los 5000 mm, siendo el rango observado entre 4000 mm y 5000 mm, los que ocupan una mayor área en el municipio, y el rango entre 2500 mm y 3000 mm los que ocupan un área menor.

8.4.1.1.7 Cuerpos de agua

Toledo se clasifica básicamente como perteneciente a la gran cuenca del Orinoco. Por la cantidad, calidad y variedad de las aguas en los diferentes ríos, quebradas, riachuelos y nacientes se considera el Municipio como privilegiado en cuanto al recurso hídrico. Se beneficia directamente de los ríos Culagá, Margua, Cubugón,

Cobaría y Arauca además de sus afluentes cuyas aguas son utilizadas en acueductos domiciliarios, riego y abrevaderos.

La red de drenaje del Municipio tiene su origen en el sistema montañoso que hace parte de la Cordillera Oriental dentro de las vertientes del Magdalena y Orinoco.

La mayor parte de los ríos del municipio drenan sus aguas a la Cuenca del Orinoco, constituida por cinco subcuencas conformadas por los ríos Culagá, Valegrá, Oirá, Margua, Cobaría, y parte del Arauca, siendo un sistema hidrográfico de gran importancia para esta parte del país. De acuerdo con el mapa de Cuencas hidrográficas, al río Arauca el cual pertenece a la cuenca del Orinoco está ubicada en el suroriente del departamento y le vierten sus aguas los ríos Margua, Cubugón, Cobaría, Oirá y la gran mayoría de arroyos y quebradas que se originan en territorio de Toledo. Dentro de su importante red hídrica contamos con aproximadamente trescientos ríos, quebradas, riachuelos, arroyos o caños a lo largo y ancho del municipio.

8.4.1.1.8 Municipios vecinos

Limita por el norte con los municipios de Chinacota, Herrán y la República de Venezuela; por el oriente con Venezuela y el municipio de Herrán; por el sur con el municipio de Cubará del departamento de Boyacá y por el occidente con los municipios de Labateca, Chinacota, Pamplonita y Chitagá.

8.4.1.2 Aspectos de crecimiento urbano

8.4.1.2.1 Fundación

El Municipio de Toledo fue creado como entidad territorial mediante la Ley 14 del 22 de Diciembre de 1886 fecha en la cual fue desagregado definitivamente de Labateca.

La fundación de Toledo tuvo su causa en las leyes españolas sobre reducciones de indígenas. El dominio peninsular, con títulos soberanos, abarcaba grandes porciones territoriales sin que para nada pudieran intervenir los naturales del Continente Colombino.

La raza indígena al alcance de sus derechos de civilización, había venido comprendiendo la cadena orgullosa que oprimía sus primitivos fueros: era fuerte, desarrollada y buscaba los medios para abrirse paso en la libertad por la justicia".

Esto escribe el Presbítero doctor Samuel Ramírez, como motivo inicial para la fundación de Toledo, y añade que los blancos y los naturales se encontraban divididos en el Valle de los Locos, cuyos límites eran envidiables por su extensión.

Los unos tenían su autoridad única y especial para blancos y un juez era el comisionado para oír las quejas y dictar sentencias a los indígenas; éstos podían solamente trabajar en sus resguardos; pero pujantes y cansados de ser llamados locos, acordaron la independencia labatecana, molestando a los españoles con travesuras en los campos y en el pueblo de Labateca".

Fue entonces cuando don Juan Manuel de Mora y de Almeyda, hijo de doña Gertrudis de Almeyda, viuda de Mora, se dirigió a Santa Fe de Bogotá "en veinte de enero de mil setecientos y noventa años y hallándome en la ciudad de Santa Fe (escribe el mismo señor don Juan Manuel de Mora), dando principio a pretender

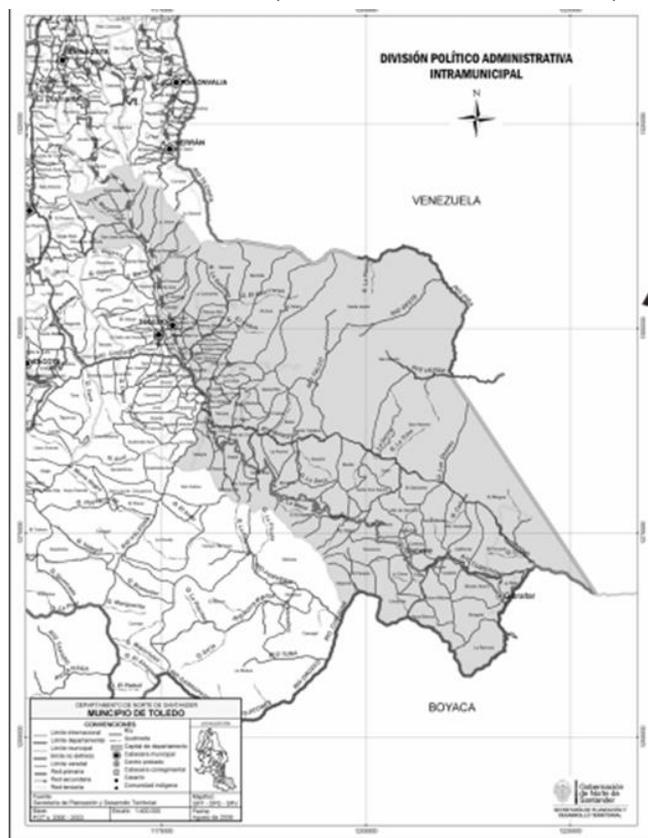
licencia de parroquia en el valle de Labateca, cuyo viaje hice Ami consta, y practiqué las diligencias conducentes para conseguir el primer despacho que se libró para la curia metropolitana, que, como apoderado del vecindario conseguí traer dicha licencia, sin pensionarme mi persona, aviando costeados de mi peculio los gastos que sumaron setenta y cuatro pesos con sesenta décimos."

En fin, su nombre es en memoria del Toledo Español. Su historia se confunde con la historia de la población de Labateca, municipio este fundado como parroquia en 1720 y elevado a la categoría de municipio en 1730. La Parroquia de Toledo fue creada oficialmente el 19 de agosto de 1795 a petición directa y mediante Acta de Juana Gertrudis Almeyda Vda. de Mora.

8.4.1.2.2 División político administrativa y desarrollo urbano

El municipio presenta como división 4 zonas administrativas tradicionales las cuales incluyen el sector urbano, 3 Corregimientos Especiales (Samoré, San Bernardo de Bata y Gibraltar), 5 Corregimientos Menores (La Loma, San Alberto, La Mesa, El Margua y El Ceibal), 2 corregimientos menores Auxiliares (La Unión y Roman) y 87 veredas. La parte sur del municipio incluye el Resguardo unido U'Wa que abarca el territorio completo o parcial de las veredas Segovia, Uncasías, Tamarana, Bóngota, Mundo Nuevo, Cedeño, Cubugón, Troya, La China, Paraíso, Santa Marta, Río Negro, La Mesa, La Barroza, Agua Blanca y Solon Wilches.

Ilustración 13. División político-administrativa intramunicipal



Fuente: Gobernación de Norte de Santander, 2015

8.4.1.3 Aspectos socioeconómicos

8.4.1.3.1 Pobreza y NBI

Con la aplicación del SISBEN, en el municipio se ha logrado cubrir aproximadamente entre el 95 al 98% del total de la población. NBI vulnerable, pese a la alta migración interna, se han aplicado 3405 encuestas en 4129 familias, para un total de 16992 personas dentro de las cuales se han identificado en el municipio 11983 personas de los estratos 1 y 2, que corresponden al 70.52% del total de la población.

8.4.1.3.2 Aspectos institucionales

El Municipio de Toledo está constituido por Diez (10) Establecimientos educativos de los cuales ocho (88,89%) están geográficamente ubicados en el área Rural, y uno (11,11%) en el área Urbana y se describen a continuación:

Tabla 6. Establecimientos Educativos de Toledo

Establecimiento educativo	Sector	Nivel (es) educativos que ofrece
COLEGIO GIBALTAR	Rural	Básica primaria, secundaria y media.
GUILLERMO COTE BAUTISTA	Urbano	Todos los niveles educativos
I ETNOEDUC IZQUETA (SEGOVIA)	Rural	Básica secundaria y media.
CER LA CAPILLA	Rural	Básica secundaria y media.
CER LA MESA	Rural	Preescolar Básica primaria.
CER LA UNION	Rural	Todos los Niveles
CER PADRE LUIS ANTONIO ROJAS	Rural	Básica secundaria y media.
IE SAMORE	Rural	Ofrece todos los niveles
COLEGIO SAN BERNARDO	Rural	Básica secundaria y media.
CER SANTA BARBARA	Rural	Básica primaria,

		secundaria y media
--	--	--------------------

Fuente: Autor, 2019

Además el municipio cuenta con instituciones como la Procuraduría Regional, Contraloría Departamental, Personería, Secretaría General, Secretaría de Planeación y desarrollo, Secretaría de Gobierno, Secretaría de hacienda, UMATA, Oficina de Educación y Cultura, Oficina de Salud, Protección y Bienestar Social, Oficina de Comunicaciones, Oficina de Control Interno y Oficina de Asesoría Jurídica.

8.4.1.3.3 Aspectos culturales

Las tradicionales ferias y fiestas de Toledo, Norte de Santander, se realizan del 8 al 11 de febrero y allí se presentan actividades culturales, deportivas, recreativas, corrida de toros, exposiciones, feria artesanal, equina, concurso canino y bailes populares. Además del Reinado de la Ganadería. En los primeros días del año en San Bernardo de Bata se realizan las Ferias y Fiestas del Café con Sabor especial que se caracteriza por su tradicional Festival Binacional de Música Campesina y el Reinado Veredal de la Simpatía e Intercolonias, además de festividades como Santo Cristo, patrono y Nuestra Señora de las Angustias. Semana Santa como retiro espiritual para propios y extraño, peregrinación a la Virgen de las Angustias en el municipio vecino de La Bateca en febrero y noviembre; y la celebración de la Virgen del Carmen en el mes de julio y la celebración de la Semana cultural del colegio Guillermo Cote Bautista y la Institución Educativa Colegio San Bernardo con su tradicional Reinado del Papel. Se realiza también la gran caravana turística donde se efectúa la presentación de actos culturales por colonias, festival mundial del Guarapo patrocinado por las personas residentes y los visitantes. También se lleva a cabo la gran maratón "Ciudad de Toledo", organiza la empresa Ecopetrol, con la colaboración de la administración municipal y la institución educativa. El gran factor "T", este evento se realiza desde el 26 al 30 de diciembre, de siete a diez de la noche, en espacio público, entrada gratis, se transmite por la emisora comunitaria La Voz de Toledo, y el canal comunal Tele Toledo.

8.4.1.4 Actividades económicas: Principales en el área urbana y rural

Las actividades del municipio de Toledo giran principalmente entorno al sector primario de la producción económica; es decir la agricultura y la ganadería. Al igual que los demás municipios vecinos, posee una marcada vocación agropecuaria, ya que la mayor parte de su población se dedica a ellas, podemos decir que esta es en primera instancia la base de su economía y en segundo lugar encontramos el comercio y el transporte hacia Cúcuta, Pamplona, los centros poblados y las veredas.

Se caracteriza por su explotación agrícola, ganadera y minera, siendo considerado como el municipio ganadero del departamento; así como su principal cultivo de café tradicional y tecnificado tipo exportación.

AGROPECUARIO

La economía del municipio gira en torno a la actividad agropecuaria. El sector presenta dificultades a causa de las vías de comunicación deficitarias y en mal estado, carencia de programas de desarrollo a mediano y corto plazo, ausencia de crédito para el mediano y pequeño agricultor, escasa tecnificación en la producción y manejo y muy poca diversificación de cultivos.

Ganadería

Es uno de los renglones fuertes de la economía municipal. Se considera que Toledo es uno de los municipios con más cabezas de ganado en el departamento y por lo tanto un muy buen productor y exportador tanto de leche, carnes y cueros a nivel departamental y nacional de especies de bovinos, ovinos y caprinos. La implantación de nuevas tecnologías hace que los productores se interesen más por el rendimiento ganadero en cuanto a mejoramiento genético, aumento en producción de leche y carne.

Agricultura

Debido a la variedad de climas, topografía, suelo, se encuentra gran variedad de clase de cultivos, explotados gran parte de ellos en pequeña escala y cuya producción en su mayoría es utilizada para el autoconsumo de las unidades familiares y de la fuerza de producción del municipio. En general la producción se hace dentro del entorno familiar, siendo el minifundio la unidad básica de producción en la mayor parte del municipio, la rentabilidad de los mismos es variada, pero en términos generales se considera que es baja.

MANUFACTURERA

Existen algunas fábricas artesanales de ladrillo con productos de muy buena calidad pero de escasa producción. La producción ganadera y lechera permite que se encuentre en inicio el trabajo de procesamiento de sus productos conformando especialmente por queso madurado, su comercialización ha dado inicialmente buenos resultados. Las artesanías también son un atractivo, se fabrican casas de madera las cuales se venden en los establecimientos comerciales del municipio; existe también un establecimiento en donde se fabrica pólvora para las festividades, tanto de Toledo como de algunos municipios cercanos como Chinacota, La Bateca, Herrán entre otros. Existen también la tostadora de café, la procesadora de lácteos, marroquinería y carpinterías, en donde se elaboran diferentes productos para la venta dentro y fuera del municipio.

COMERCIAL

La actividad comercial es restringida y predominan los pequeños negocios de índole familiar y con mínima demanda de empleo externo. El mayor registro corresponde a tiendas y panaderías, que desde luego refleja la escasa actividad comercial de la localidad. En total existen 264 establecimientos comerciales en Toledo en su mayor parte tiendas, almacenes, expendios de carne panaderías, restaurantes y papelerías.

MINERIA

Existen explotaciones puntuales de carbón, gravas, arenas de mina y de río, recebos de peña, y roca caliza en pequeña escala, las cuales no tienen gran significancia económica. La mayoría de las explotaciones mineras que se realizan en el municipio no tiene permiso y tampoco se realizan de forma técnica, su extracción es artesanal, por lo que los beneficios para el municipio son nulos.

ACTIVIDAD PETROLERA

El Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio del Interior, han propiciado las condiciones para la explotación petrolera en el denominado Bloque de Samoré, específicamente en las veredas de Cedeño y Cubugón del municipio de Toledo, donde se ubica el pozo denominado Gibraltar 1 con una extensión de 14,8 km².

ECONOMIA TRADICIONAL

Entre los Kubaruwa, dice Osborn, “se podrá apreciar cómo el ritual, el mito, la agricultura, la cosmología y otras actividades gestoras de la vida se interrelacionan e interactúan”, para postular su hipótesis de que “la mitología es tan esencial para la supervivencia como lo es, por ejemplo, la agricultura (...).¹⁰ Según esta autora, los U'wa, hacen depender sus prácticas productivas, agricultura, recolección, caza y pesca, de los ritmos y los ciclos mítico - religiosos; tal dependencia sería tan marcada y fuerte que la misma autora señala cómo sus prácticas agrícolas, en muchos casos, van en contravía de los ciclos climáticos “lógicos” para las tareas de siembra y cultivo.

Cultivan el plátano, el maíz, la caña de azúcar, el tabaco, la ahuyama, la batata, la papa, el turmero, el cuesco, el frijol, el haba, el chontaduro y la coca. En frutas tienen la guama, la guanábana, la guayaba, la naranja, la toronja, lima, el limón, el banano y las almendras de seje y cuesco.

ACTIVIDAD PISCICOLA

Se ha venido implementando esta actividad como alternativa de complemento para los ingresos familiares; teniendo en cuenta que su desarrollo se da en zonas alternas al Parque Natural Tamá (Amortiguadoras). La explotación de trucha se viene realizando en la línea de ceba intensiva; con la utilización de un caudal mínimo de alimentación constante de agua de 1.5 a 2 pulgadas por estanque; con espejo promedio en área de 20 metros cuadrados. En algunos casos se implementó el sistema de reutilización; haciendo circular el agua de una batería a otra, para continuar el paso a un sistema convencional de laguna con sistema de precipitado por gravedad del material orgánico de desecho; dándole tránsito al agua a un sistema rudimentario de escalas en piedra para aumentar oxigenación; favoreciendo así la biodegradación para finalmente descargar en las quebradas (Método existente únicamente en la vereda Quebrada Grande).

En las demás explotaciones se descarga directamente a las fuentes de agua.

Para las especies de cachama y mojarra se trabaja con el sistema de lagunas y pozos con canales de alimentación de agua con un caudal constante mínimo de 3-5 pulgadas, sin tratamiento previo de agua para su descarga final.

8.4.1.5 Principales fenómenos que en principio pueden representar amenaza para la población, los bienes y el ambiente

De los datos obtenidos a nivel regional y local se ha establecido el siguiente panorama integral de amenazas naturales potenciales, estas han sido definidas para Toledo, dadas las condiciones y características geológicas y geodinámicas más relevantes, su historia geológica, su evolución reciente, las condiciones geoestructurales y sismológicas actuales, en tal sentido se presentan en orden de magnitud / importancia relativa definida a continuación:

- Remoción en masa
- Dinámica fluvial torrencial
- Actividad sismo-tectónica
- Inundaciones
- Incendios Forestales

8.4.1.2 ACTUALIZACIÓN DE LA IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

8.4.1.2.1 Identificación de Escenarios de Riesgo, según Criterio De Fenómenos Amenazantes

8.4.1.2.1.1 Eventos históricos

Se presentaron antecedentes de emergencia y desastres en el municipio de Toledo por inundación, deslizamientos, incendios forestales, sismos, vendavales. A continuación se nombran algunos:

- ✓ Deslizamiento en la vereda San Carlos perteneciente al corregimiento de San Bernardo de Bata en el año 2012, el cual origino destrucción de viviendas y cultivos dejando también afectación en la vía. (Ver ilustración 14)

Ilustración 14. Deslizamiento Vereda San Carlos.



Fuente: Autor, 2012

- ✓ Deslizamiento en el corregimiento San Bernardo de Bata en el año 2015 que ocasiono la destrucción de viviendas, el matadero de la localidad, además de inhabilitar la vía La Soberanía por alrededor de un mes. (Ver ilustración 15)

Ilustración 15. Deslizamiento San Bernardo de Bata.



Fuente: La Opinión, 2015

- ✓ Deslizamiento en la vereda la Camacha en el año 2016 que produjo damnificados, casa destruidas, perdidas en cultivos, acueductos rurales y la infraestructura vial. Fue considerado como el deslizamiento más grande del país según el Servicio Geológico Colombiano. (Ver ilustración 16)

Ilustración 16. Deslizamiento Vereda La Camacha



Fuente: La Opinión, 2016

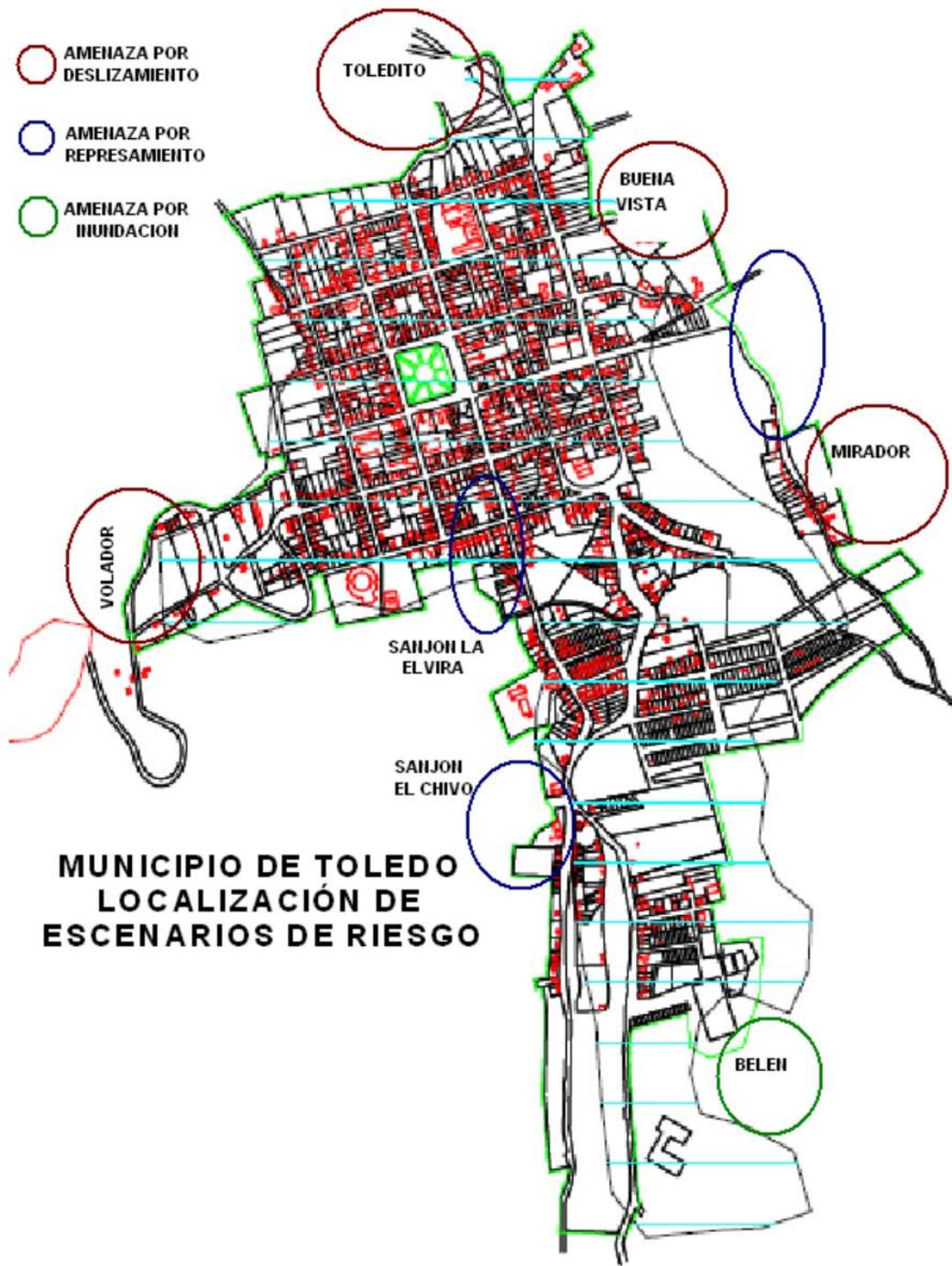
8.4.1.2.1.2 Información Planimétrica

A continuación se presentan los mapas de zonificación de amenazas por deslizamientos para el municipio de Toledo y localización de los escenarios de riesgo para el casco urbano de Toledo y los centros poblados San Bernardo de Bata, Samoré y Gibraltar.

Mapa 14. Zonas de deslizamiento de Toledo

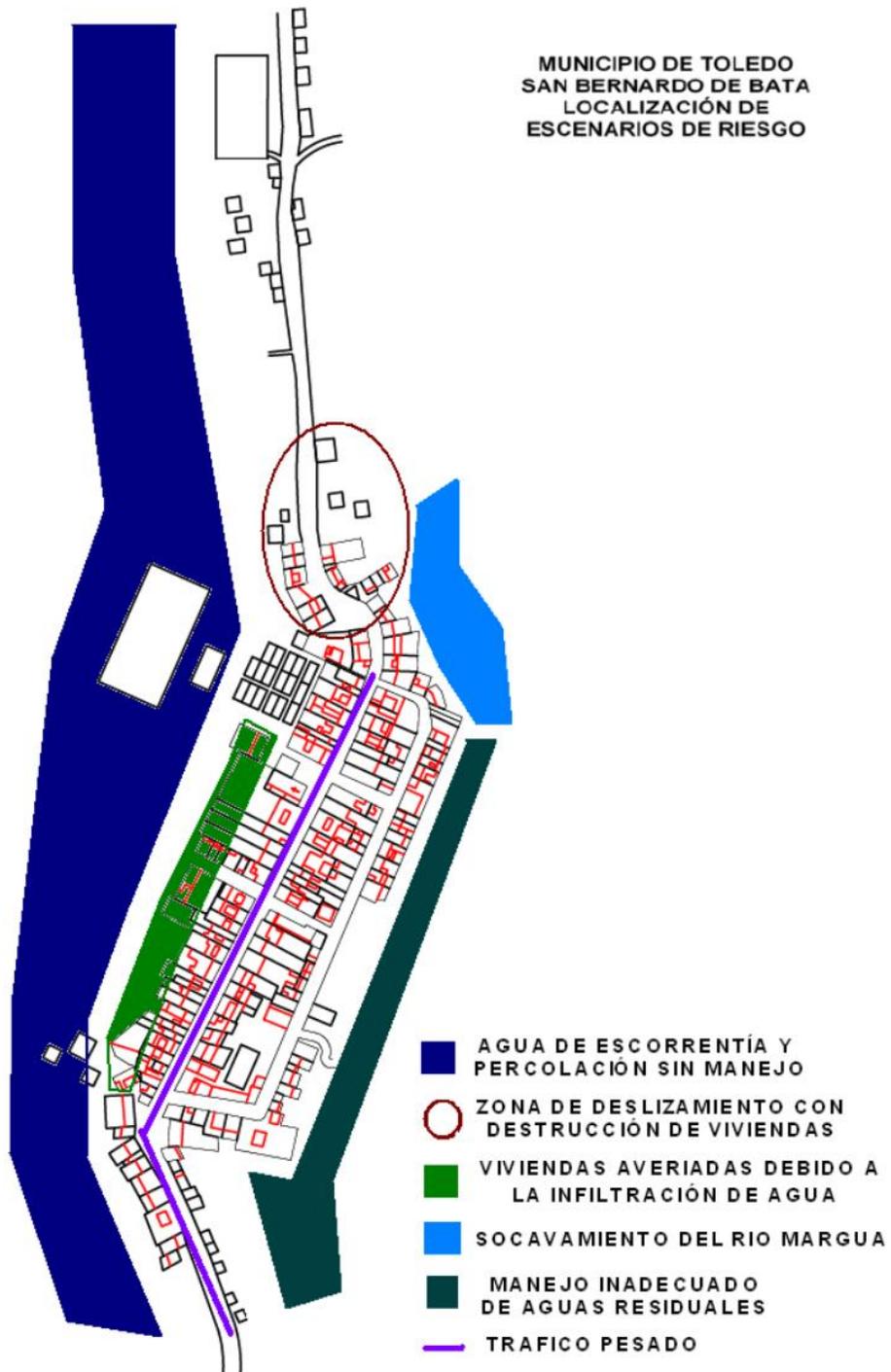


Mapa 15. Localización de escenarios de riesgo de Toledo



Fuente: EOT

Mapa 16. Localización de escenarios de riesgo, San Bernardo de Bata



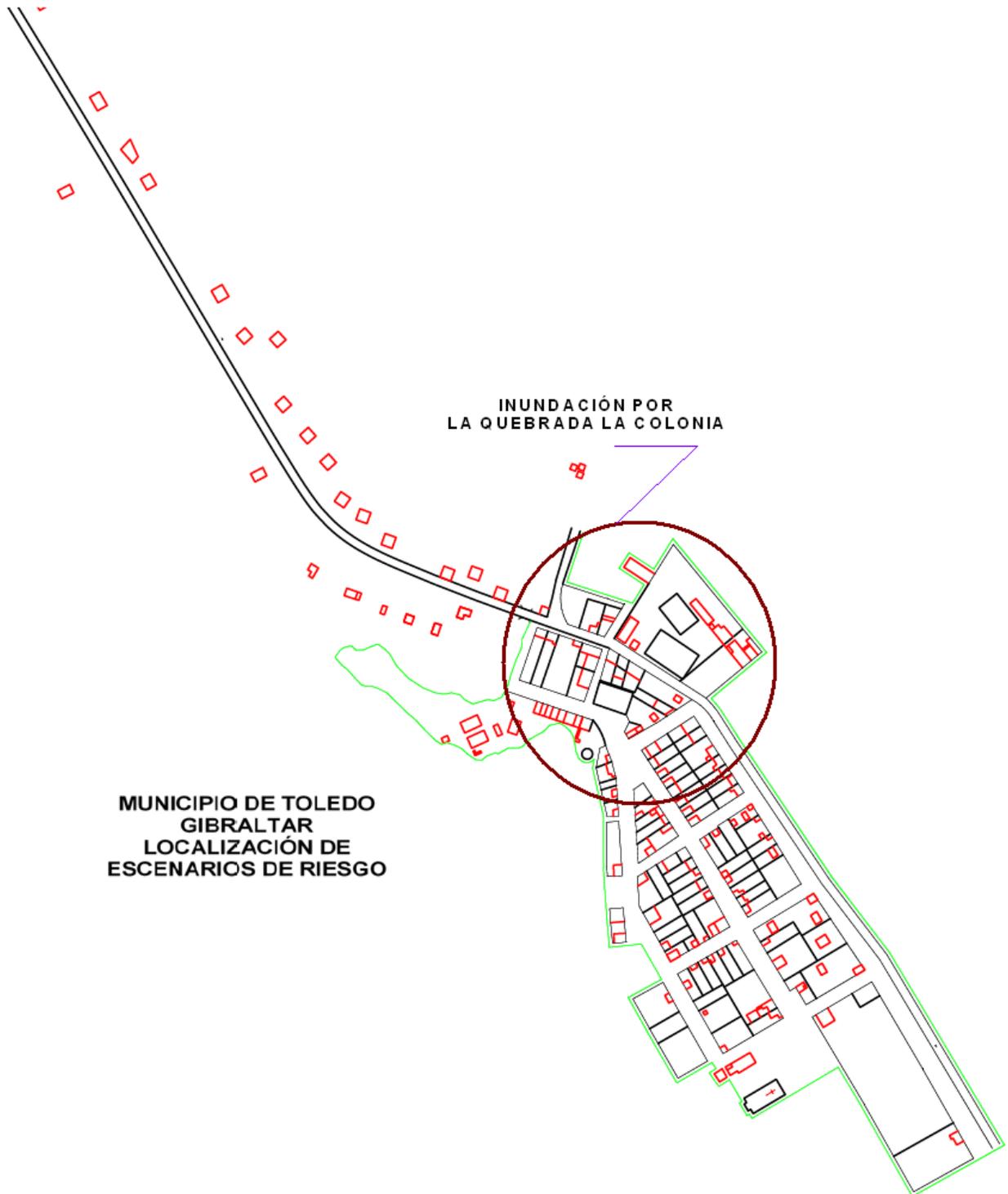
Fuente: EOT

Mapa 17. Localización de escenarios de riesgo, Samoré



Fuente: EOT

Mapa 18. Localización de escenarios de riesgo, Gibraltar



Fuente: EOT

8.4.1.2.1.3 Zonificación de escenarios de riesgo

Amenazas por remoción en masa: los fenómenos de remoción en masa son movimientos del terreno, suelo o roca, que se desplazan sobre pendientes debido a factores naturales y/o acciones humanas. Se estima para el municipio que en un periodo prolongado de lluvias las áreas con condiciones que favorecen la probabilidad de deslizamiento por sus condiciones específicas (uso y características de suelo, pendiente, inestabilidad del terreno, suelo, etc) presentarían de manera inminente el fenómeno en el cual se estima el daño grave y/o pérdida total de la infraestructura expuesta o establecida en zonas susceptibles.

En el municipio el riesgo de afectación directa sobre infraestructura básica de vivienda, conducción de crudo y gas, redes de acueductos rurales, bloqueo de la vía Toledo-Chinacota, Toledo-Gibraltar y Toledo-Santa Isabel, represamiento de aguas sobre los ríos Culagá, Margua, Jordán, Negro y Cubugón, e interrupción de la red de energía de ISA y CENS.

Dinámica Aluvial, inundaciones y vendavales: en la zona rural del municipio se presentan inundaciones, que son eventos naturales y recurrentes que se producen en las corrientes de agua, como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención de suelo y de los cauces, desbordan e inundan llanuras de inundación, en general, aquellos terrenos aledaños a los cursos de agua.

Se determinó que en la parte baja del municipio se presenta susceptibilidad alta para la ocurrencia de vendavales, inundaciones leves a moderadas, en especial en el área de la llanura de inundación de la quebrada La Colonia y su llanura de inundación aledaña la zona urbana (centro poblado Gibraltar).

Riesgo sísmico: según registros del Servicio Geológico Colombiano en el municipio se han presentado muchos movimientos telúricos en los últimos años, estos movimientos son de menor magnitud que oscilan entre 1.2 y 3.7 en la escala de Richter, y que por tal razón en muchos casos no son percibidos por la comunidad. Sin embargo en el 2011 se registró un movimiento telúrico de 4.5 que no causó daños de ningún índole al municipio. Este nivel de riesgo se incrementa para la mayoría de los habitantes del municipio, debido a los efectos de la amplificación de las ondas sísmicas debido a las características del subsuelo y en algunos casos, a la topografía. El panorama de riesgo sísmico se completa con la vulnerabilidad de las edificaciones, lo cual depende de la época en que fueron construidos (calidad de los materiales y métodos constructivos), y el tipo de estructura, el uso, el estrato socio económico y el mantenimiento, entre otros.

Incendios forestales: se determinó que las áreas de alto y muy alto riesgo de incendio se ubican al norte del municipio en donde gran parte de la cobertura vegetal es arbustiva y donde las precipitaciones son inferiores a 2000 mm año. De otro lado también se incluyeron las zonas de páramo y subpáramo presentes en el municipio ya que estos ecosistemas son muy propensos a la ocurrencia de este tipo de eventos, proyectando un escenario de riesgo con explosiones sobre la red del oleoducto Caño Limón-Coveñas, posibles derrames de crudo que ocasionaría la

contaminación de fuentes de aguas en las partes altas aledañas a las zonas de páramo y subpáramo, atmosférica por la emanación de gases producto de la combustión, los acueductos rurales se afectarían por la contaminación de las fuentes y en general a la comunidad que se encuentra asentada en los pisos térmicos que van desde los 2400 msnm a los 3400 msnm.

Riesgo tecnológico: la presencia en el territorio del oleoducto Caño Limón Coveñas, el gasoducto Gibraltar – Bucaramanga, las estaciones de bombeo Samoré, Toledito y la estación eléctrica de Toledo, unidas a la actividad minera, generan alto riesgo de afectaciones de tipo ambiental, en relación a la pérdida de biodiversidad, contaminación de suelos, contaminación de cuerpos de agua, pérdida de cultivos, incendios forestales, entre otros; y que desde el punto de vista social repercute en pérdidas económicas cuando se afectan los cultivos, ganado, viviendas y enseres de la población; así como la afectación de los servicios públicos. Es por tanto que sobre toda la línea de transporte del crudo, gas y electricidad, se deben tomar medidas especiales de prevención y mitigación de riesgos.

8.4.1.3 ACTUALIZACIÓN Y REVISIÓN DE LA VISIÓN PROSPECTIVA, OBJETIVOS, PROGRAMAS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO

8.4.1.3.1 Visión Prospectiva del riesgo en el municipio

El panorama integral de amenazas a las que está expuesto en un momento dado el territorio de Toledo, está constituido por condiciones, situaciones, procesos y manifestaciones naturales, que por sus niveles de energía acumulado y/o potencialmente liberada en periodos de tiempo relativamente cortos, tiene la capacidad suficiente de transformar, afectar o alterar significativamente la condición física-ambiental del territorio municipal, de acuerdo a la magnitud de daños potenciales, o de los cambios temporales o definitivos que pueden causar, sobre los distintos elementos del paisaje o el medio natural; también se estiman bajo esta condición aquellos fenómenos naturales que pueden poner en serio peligro vidas humanas y ecosistemas (Fauna, Flora y Suelos).

Los antecedentes son claros y definen al territorio de Toledo como una zona de alta afectación que debe concentrar sus esfuerzos de prevención y atención en las siguientes eventualidades:

- ✓ Remoción en Masa
- ✓ Dinámica Aluvial
- ✓ Amenaza de tipo Sísmico y Tectónico
- ✓ Amenaza por Inundación
- ✓ Degradación del suelo por erosión

Existiendo además otros factores a tener en cuenta, donde sobresalen los incendios forestales, red de Oleoducto Caño Limón Coveñas y la red de transmisión eléctrica de altísima tensión.

El PMGRD busca articular la gobernanza y la adaptación al cambio climático para crear en la comunidad Toledana territorios resilientes ante las amenazas por desastres naturales.

8.4.1.3.2 Objetivos para el Plan Municipal de Gestión Integral del Riesgo

Tabla 7. Objetivos para el Plan Municipal de Gestión Integral del Riesgo

OBJETIVO GENERAL DEL PMGRD	Establecer y adoptar un plan integral de gestión del riesgo en el cual se priorice la articulación de la gobernanza y la adaptación al cambio climático para la creación de territorios resilientes.
OBJETIVO PARA EL CONOCIMIENTO DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO	Identificar las amenazas, el riesgo y la vulnerabilidad en el municipio para generar las estrategias de prevención y planificación en el territorio.
OBJETIVO PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO	Fortalecimiento de la capacidad de respuesta de las instituciones responsables de la salud, seguridad y bienestar de los ciudadanos, frente a la vulnerabilidad identificada.
OBJETIVO PARA EL MANEJO DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO	Establecer mecanismos de organización y planificación de las acciones para atender y controlar de forma oportuna las situaciones que generen riesgo, para los habitantes, sus bienes y la infraestructura del municipio.
OBJETIVO PARA LA GOBERNABILIDAD DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO	Promover una cultura de corresponsabilidad entre los municipios vecinos, para enfrentar los riesgos y los nuevos retos climáticos que se imponen.

Fuente: Autor, 2019

8.4.1.3.3 Programas y acciones para la gestión integral del riesgo

Tabla 8. Programas y acciones para la gestión integral del riesgo

OBJETIVOS	PROGRAMAS	ACCIONES
OBJETIVO PARA EL CONOCIMIENTO DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO	Sistemas de Alerta temprana para el conocimiento y monitoreo del riesgo	Proyectos de sistemas de alerta temprana para eventos hidrológicos e hidrometeorológicos

		Capacitación a los guardabosque y protectores de cuencas hídricas del municipio
		Planes comunitarios de riesgo con enfoque de género y primera infancia
		Alertas escolares para la gestión preventiva del riesgo. Nuevos planes integrales escolares de gestión del riesgo
	Microzonificación del municipio Toledo	Caracterización geológica del municipio de Toledo
		Estudio de vulnerabilidad estructural en el municipio de Toledo
	Diagnostico municipal de recursos hídricos y crecimiento poblacional	Estudio de oferta hídrica del municipio de Toledo
Plan de consumo y manejo de agua con enfoque en la disponibilidad de recursos hídricos.		
OBJETIVO PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO	Plan provincial para la gestión integral del riesgo	Creación de un esquema provincial para la planificación territorial del riesgo
		Divulgación pública sobre las condiciones de riesgo
	Construcción de obras de estabilización y manejo de microcuencas locales	Caracterización de zonas de alto riesgo
		Conservación de áreas protegidas por amenaza o riesgo
		Construcción de obras civiles para el fortalecimiento de equipamientos institucionales

	Inventario de Asentamientos de Riesgo	Actualización de la plataforma de inventario de asentamientos en zonas de alto riesgo rurales
		Actualización de la plataforma de inventario de asentamientos en zonas de alto riesgo urbanos
	Plan de reforestación municipal	Proyecto para la reforestación de las cuencas hídricas urbanas del municipio.
		Educación ambiental
OBJETIVO PARA EL MANEJO DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO	Fortalecimiento Cuerpo de Bomberos Toledo	Vehículo para rescate y traslado de pacientes
		Equipos para rescate y atención en estructuras colapsadas
	Fortalecimiento Defensa Civil Toledo	Apoyo para la gestión de la sede administrativa
		Dotación de vehículo para la atención y rescate de personas
		Dotación de un vehículo de transporte de personal
		Equipos para rescate y atención en estructuras colapsadas
	Creación y fortalecimiento de la Cruz Roja	apoyo para la gestión de la sede administrativa
		Fortalecimiento de insumos para la atención de primeros auxilios
		dotación un vehículo de transporte de personal

	Apoyo a la capacidad de respuesta ante emergencias locales	fortalecimiento de vehículo móvil para la atención médica del hospital
		Compra de equipos para la comunicación del sistema local de emergencias.
		Red de atención 123
	Apoyo a las brigadas de riesgos de instituciones públicas.	Fortalecimiento de brigadas escolares de riesgo. Formación de gestores preventivos para el riesgo
		Fortalecimiento de brigadas barriales de gestión del riesgo. Preparación en primeros auxilios comunitarios
		Fortalecimiento de la brigada de respuesta de la alcaldía de Toledo.
OBJETIVO PARA LA GOBERNABILIDAD DEL RIESGO EN EL MUNICIPIO DE TOLEDO	Consejo Provincial para la gestión del riesgo	Creación del Consejo Provincial para la gestión y reducción del riesgo regional
	Política municipal de cambio Climático	Política municipal prospectiva de cambio climático
	Política para la construcción sostenibles y sismo resistente en el municipio de Toledo	Metodología para la construcción sostenible y sismo resistente en el municipio de Toledo
	Plan de seguridad alimentaria con enfoque en gestión del riesgo	Política de seguridad alimentaria con enfoque en la gestión del riesgo de desastres
	Plan de primera respuesta a eventos masivos migratorios	Plan de respuesta a eventos migratorios masivos en el municipio de Toledo

Fuente: Autor, 2019

9. CONCLUSIONES

Se determinó que el corregimiento de San Bernardo de Bata presenta generalmente amenazas principalmente por fenómenos de remoción en masa y en segundo lugar degradación del suelo por erosión, fenómenos favorecidos por el relieve, pendientes y tipo de suelo presentes en la localidad, sumado a las actividades agrícolas que han ido aumentando los índices de deforestación y el inadecuado y precario monitoreo y control de los cuerpos de agua que atraviesan y rodean el centro poblado.

La red hidrográfica del área de estudio pertenece a la cuenca del río Margua, caracterizado por tener un sistema de drenaje difuso con la presencia de drenajes superficiales intermitentes y artificiales, con nacimientos de agua en las laderas con pendientes moderadas a abruptas localizadas al oeste del centro poblado del corregimiento de San Bernardo de Bata.

A partir de las series históricas de las precipitaciones máximas en 24 horas de la Estación San Bernardo de Bata en la corriente Margua, información suministrada por el IDEAM desde el año 1973 hasta el 2018, se identifica que el clima presenta un régimen monomodal, con un incremento máximo de las precipitaciones en los meses de junio y julio, con un comportamiento en las precipitaciones máximas mensuales entre 30 mm hasta 90 mm.

Con base a la distribución de valores extremos de Gumbel, Normal y Log-normal se establece una precipitación máxima en 24 horas, de 73.25 mm para un periodo de retorno de 8 años.

El Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres evidencio la frecuencia de las afectaciones en las viviendas, cultivos y servicios públicos como acueductos y alcantarillados causados por deslizamientos registrados desde el año 2000 tanto en el centro poblado como en sus veredas.

El sistema de Alerta temprana permitirá a la comunidad la inclusión en los lineamientos y funcionamiento de planes para la preparación y respuesta en la gestión del riesgo, siendo estos los actores claves en este sistema y así convertirlo en un territorio resiliente ante las amenazas por desastres naturales.

10. RECOMENDACIONES

Inicialmente se requiere de la actualización e inclusión de la adaptación al cambio climático en los diferentes instrumentos de planificación territorial con los que cuenta el municipio de Toledo, principalmente el Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de desastres (PMGRD) y el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), de manera que estos aporten a la resiliencia y adaptación de las comunidades ante los eventos que generen riesgo y se puedan presentar en el municipio.

Otro factor fundamental es la capacitación en las buenas prácticas de manejo para las actividades agrícolas desarrolladas en la zona de estudio y la creación de políticas de limitación para cultivos especialmente aquellos de carácter limpio y restricciones severas para la ganadería extensiva, con recomendaciones de prácticas intensivas de conservación de los suelos y reforestación.

Incorporación de los organismos de socorro como Cruz Roja, Defensa Civil y Policía Nacional como estrategias para la reducción del riesgo de desastres en el municipio de Toledo y por ende en el corregimiento San Bernardo de Bata.

Control, monitoreo y canalización de los drenajes intermitentes ubicados en el corregimiento y sus alrededores, los cuales favorecen considerablemente en la ocurrencia de los deslizamientos.

Adaptación de la sirena ubicada en el corregimiento, al sistema de alertas tempranas, la cual funcione como equipo estratégico a la hora de emitir las alertas. (Ver Anexo 4)

Incrementar las capacitaciones y prácticas que generan información acerca de los sistemas de alerta temprana su estructura y funcionamiento, para fortalecer la capacidad de preparación y respuesta ante eventualidades que se puedan presentar.

11. AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, por bendecirme y darme la oportunidad de estar a punto de cumplir uno de los logros más importantes en mi vida.

A mi mamá, Magdalena Rojas por su constante apoyo, comprensión y amor durante este tiempo, por ser mi motor y mi fortaleza en todo momento.

A mi familia, por su apoyo y motivación incondicional.

A mis amigos y compañeros, los cuales hicieron de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.

A mi director el doctor Jacipt Alexander Ramón Valencia, a el profesor Fidel Antonio Carvajal Suárez y a la Ingeniera Derly Estefany Vera Mogollón, por todo el apoyo brindado a lo largo de la investigación, por su tiempo, dedicación y por los conocimientos transmitidos.

Y finalmente a la Universidad de Pamplona por haberme permitido formarme y hacer parte de ella.

12. BIBLIOGRAFIA

Alcaldía de Toledo Norte de Santander. (6 de Septiembre de 2018). Obtenido de <http://www.toledo-nortedesantander.gov.co/tema/territorios>

DPN Departamento Nacional de Planeación . (11 de Abril de 2018). Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/programas/ambiente/gestion-del-riesgo/Paginas/gestion-del-riesgo.aspx>

Efraín Domínguez Calle, S. L. (Septiembre de 2014). Estado del arte de los sistemas de alerta temprana en Colombia. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v38n148/v38n148a07.pdf>

IDEAM. (s.f.). LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA. Obtenido de <file:///D:/Trabajo%20de%20Grado/variabilidad.pdf>

Marisol Lara, S. S. (2008). Remociones en Masa. Obtenido de file:///D:/Downloads/APUNTE_2008_GL62C.pdf

Pueblo, D. d. (s.f.). SAT. Obtenido de <http://www.defensoria.gov.co/es/public/atencionciudadanoa/1469/Sistema-de-alertas-tempranas---SAT.htm>

Sanabria, A. B. (s.f.). SEGURIDAD DE INSTALACIONES. Obtenido de http://epn.gov.co/elearning/distinguidos/SEGURIDAD/13_riesgo_amenaza_y_vulnerabilidad.html

TOLEDO, E. D. (s.f.). DIAGNOSTICO URBANO - SAN BERNARDO DE BATA. Obtenido de [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/diagnostico_urbano_2_toledo_\(26_pag_258_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/diagnostico_urbano_2_toledo_(26_pag_258_kb).pdf)

UNGRD. (s.f.). Guía para la Implementación de Sistemas de alerta temprana. Obtenido de <http://www.boyaca.gov.co/SecInfraestructura/images/OPAD/documentos/sistemaalertatemprana.pdf>

UNGRD. (s.f.). SAT. Obtenido de <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/SAT.aspx>

Acosta, M. (2013). Sistemas de Alerta Temprana (S.A.T) para la Reducción del Riesgo de Inundaciones Súbitas y Fenómenos Atmosféricos en el Área Metropolitana de

Aristizábal, E., Gonzales, T., Montoya, J. D., Vélez, J. I., Martínez, H. & Guerra, A. (2011). Análisis de umbrales empíricos de lluvia para el pronóstico de movimientos en masa en el Valle de Aburra, Colombia [Versión electrónica]. Revista EIA, (15), pp. 95-111. Recuperado de: Link

Bedoya, M., Contreras, C. & Ruiz, F. (2010). Alteraciones del régimen hidrológico y de la oferta hídrica por variabilidad y cambio climático. En: IDEAM (2010). Estudio nacional del agua. (Cap. 7) [En línea]. Recuperado de: [Link](#)

Brown, M. E. & Funk, C. C. (2008). Climate – Food security under climate change [versión electrónica]. *Science*, 319(5863), pp. 580-581. Recuperado de: [Link](#)

Campo, P. A., & Zafra, K. (2014). Sistema electrónico inalámbrico de alerta temprana y monitoreo del comportamiento del nivel de los ríos de bajo costo (tesis de pregrado). Universidad San Buenaventura, Cali, Colombia.

Campos, A., Holm, N., Díaz, C., Rubiano, D., Costa, C., Ramírez, F. & Dickson, E. (2012). Resumen ejecutivo. Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas. Banco Mundial. Bogotá. Recuperado de: [Link](#)

Carvajal, Y., Enciso, A., Rojas, D. & Loaiza, W (2014). Isoyetas de precipitación máxima durante las crecientes históricas del río Cauca en su valle alto (1988 2011). Cali: Universidad del Valle; IREHISA; CVC-Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca.

Carvajal, Y. (2011). Inundaciones en Colombia ¿Estamos preparados para enfrentar la variabilidad y el cambio climático? [versión electrónica]. *Revista Memorias*, 9(16), pp. 105-119. Recuperado de: [Link](#)

Carvajal, Y., Correa, G. A. & Muñoz, F. M. (2007). Modelos de predicción de caudal utilizando variables macroclimáticas y técnicas estadísticas multivariadas en el valle del río Cauca [Versión electrónica]. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, (6), pp. 6-81. Recuperado de: www.redalyc.org/pdf/2311/231120826008.pdf

Colombia Humanitaria. (2012). Ley 1523 de 2012: Sobre la primera política de gestión del riesgo de desastres en Colombia. Recuperado de: [Link](#)

Corpoguajira. (2011). Diseño de un sistema de alerta temprana por inundación y deslizamiento en el flanco nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta – Departamento de La Guajira. Riohacha, Colombia. Recuperado de [Link](#)

Damman, G. 2008. Sistemas de información y alerta temprana para enfrentar el cambio climático: Propuesta de adaptación tecnológica en respuesta al cambio climático en Piura, Apurímac y Cajamarca. Perú, Lima: Soluciones Prácticas-ITDG. Recuperado de: [Link](#)

Domínguez, E. A., Angarita, H. & Rivera, H. (2010). Viabilidad para pronósticos hidrológicos de niveles diarios, semanales y decadales en Colombia [versión electrónica]. *Ingeniería e Investigación*, 30(2), pp. 178-187. Recuperado de: [Link](#)

Domínguez, E. & Lozano, S. (2014). Estado del arte de los sistemas de alerta temprana en Colombia [Versión electrónica]. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 38(148), pp. 321-333. Recuperado de: [Link](#)

Estrategia Internacional para Reducción de Desastres – EIRD. (2006). La reducción de los desastres empieza en la escuela.

¿Qué tiene que hacer Cali para no hundirse en el invierno? (24 abril de 2011). El País. Recuperado de: [Link](#)

Echeverri, O. & Valencia, Y. (2004). Análisis de los deslizamientos en la cuenca de la quebrada La Iguana de la ciudad de Medellín a partir de la integración lluvia-pendiente-formación geológica. Dyna, 71(142), pp. 33-45. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/496/49614204.pdf>

Fernández, C. & Sabas, A. (2012). Sistema de Alerta Temprana centrado en la población para la cuenca media del río Otún [Versión electrónica]. Scientia et Technica, 2(50), pp. 211-217. Recuperado de: [Link](#).

Fondo Adaptación - FONDO. (2012). Estudios previos para el rediseño, actualización y acompañamiento en la implementación y puesta en marcha del sistema de alertas tempranas de origen hidrometeorológico del IDEAM como apoyo técnico al sistema nacional para la gestión del riesgo de desastres de Colombia. Bogotá, Colombia.

García, M. C., Piñeros, A., Bernal, F. A. & Ardila, E. (2012). Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia [Versión electrónica]. Revista de Ingeniería, (36), pp. 60-64. Recuperado de: <https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/36-11.pdf>

Hall, P. (2007). Early warning systems: reframing the discussion [versión electrónica]. Australian Journal of Emergency Management, 22(2), pp. 32-36. Recuperado de: [Link](#)

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático – IPCC. (2012). Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático. Recuperado de: [Link](#)

Landa, R., Magaña, V. & Neri, C. (2008). Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático. SEMARNAT. Recuperado de: [Link](#)

Lozano, O. (2011). Guía metodológica para incorporar la gestión del riesgo de desastres en la planificación de desarrollo. Lima, Perú: PREDES [versión electrónica]. Recuperado de: [Link](#)

Mantilla, G., Oliveros, H. & Barnston, A. G. (2009). The role of ENSO in understanding changes in Colombia's annual malaria burden by region, 1960-2006 [versión electrónica]. *Malar J*, 8(6), pp. 1-11. Recuperado de: [Link](#)

Montealegre, J.E. & Pabón, J.D. (2000). La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña–Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia [Versión electrónica]. *Meteorología Colombiana*, (2), pp. 7-21. Recuperado de: [Link](#)

Moreno, H., Vélez, M., Montoya, J. & Rhenals, R. (2006). La lluvia y los deslizamientos de tierra en Antioquia: análisis de su ocurrencia en las escalas interanual, intraanual y diaria [Versión electrónica]. *Revista EIA*, 3(5), pp. 59-69. Recuperado de: [Link](#)

Narváez, L., Lavell, A. & Pérez Ortega, G. (2009). La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos. Comunidad Andina. Secretaría General; Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina (PREDECAN). Recuperado de [Link](#)

National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA. (2012). Guía de referencia para sistemas de alerta temprana de crecidas repentinas. Recuperado de: [Link](#)

Ocharan, J. (2007). Sistemas de Alerta Temprana. Fotografía actual y retos futuros. Cuadernos Internacionales de Tecnología para el desarrollo humano. Recuperado de: [Link](#)

Organización de los Estados Americanos - OEA. (2010). Manual para el diseño, instalación, operación y mantenimiento de Sistemas Comunitarios de Alerta Temprana ante inundaciones. Washington: Organización de Estados Americanos. Recuperado de: [Link](#)

ONU & EIRD (2008). El cambio climático y la reducción del riesgo de desastres. Nota informativa N° 1. Ginebra. Recuperado de: [Link](#)

Petrone, A. & Petri, F. (2011). Umbrales hidrométricos de alerta: Río Coyolate, Escuintla (Guatemala). *Convegno di Medio Termine dell' Associazione Italiana di Ingegneria Agraria*. Belgirate: Universidad de Florencia. [En línea] Recuperado de: <http://www.aiia2011.unimi.it/chiave/memorie/42.pdf>

Poveda, G. (2004). La hidroclimatología de Colombia: una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diaria [versión electrónica]. *Revista Académica Colombiana Ciencias*, 28(107), pp. 201-222. Recuperado de: [Link](#)

Poveda, G. & Salazar, L. (2004). Annual and interannual (ENSO) variability of spatial scaling properties of a vegetation index (ndvi) in Amazonia [versión electrónica]. *Remote Sensing of Environment* 93(3), pp. 391-401. Recuperado de: [Link](#)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. (2014). Informe sobre desarrollo humano 2014. Sostener el progreso humano: Reducir vulnerabilidades y construir resiliencia. Recuperado de: [Link](#)

Puertas, O. L., Carvajal, Y. & Quintero, M. Q. (2011). Estudio de tendencias de la precipitación mensual en la cuenca alta-media del río Cauca, Colombia [versión electrónica]. *Dyna*, 78(169), pp. 112-120. Recuperado de: [Link](#)

Puertas, O. L. & Carvajal, Y. (2008). Incidencia de El Niño-Oscilación del Sur en la precipitación y la temperatura del aire en Colombia, utilizando el Climate Explorer [versión electrónica]. *Ingeniería & Desarrollo*, 23, pp. 114-118. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/n23/n23a09.pdf>

Quispe, S. & Aguilar, L.C. (2009). El Plan Comunal de Gestión del Riesgo Agrícola. Una herramienta de trabajo desde la experiencia del proyecto GRAC. Programa de Reducción del Riesgo de Desastres-PRRD 2007-2009. Alianza AGREPROCE, Fundación Agrecol Andes, PROSUKO, CEE.

Sampedro, J. (2005, 9 de enero). Cómo salvarse de un “tsunami”. *El País*. Recuperado de: [Link](#)

Schuster, R. L. (1996). Socioeconomic significance of landslides. *Landslides: Investigation and Mitigation*. Washington (DC): National Academy Press. Transportation Research Board Special Report, 247, pp. 12-35.

Sánchez, R., Vargas, G., González, H. & Pabón, D. (2001). Los fenómenos cálido del Pacífico (El Niño) y frío del Pacífico (La Niña) y su incidencia en la estabilidad de laderas en Colombia. En Colombia. III Simposio Panamericano de Deslizamientos (p. 1-12). Cartagena: IDEAM. [En Línea] Recuperado de: [Link](#)

Sedano, K., Carvajal, Y. & Díaz, A. (2013). Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia [versión electrónica]. *Luna Azul*, (37), pp. 219-238. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n37/n37a14.pdf>

Stern, N. (2007). *El Informe Stern: La verdad sobre el cambio climático*. Barcelona, España: Editorial Paidós Ibérica.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - UNESCO. (2012). Conceptos y herramientas sobre sistemas de alerta temprana y gestión del riesgo para la comunidad educativa [En línea]. Recuperado de: [Link](#)

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD. (s.f). *Gobernanza para la gestión del riesgo*. Recuperado de [Link](#)

Unidad Nacional Para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. (2012). *Líneas estratégicas y avances en priorización de zonas de intervención*. Recuperado de: [Link](#)

United Nations International Strategy for Disaster Reduction – UNISDR. (2009). Terminología sobre la reducción del riesgo de desastres. Recuperado de: [Link](#)

Villagrán, J., Scott, J., Cárdenas, C. & Thompson, S. (2003). Sistemas de alerta temprana en el hemisferio americano. Contexto, estado actual y perspectivas futuras. Antigua, Guatemala.

Vincent, K. (2007). Uncertainty in adaptive capacity and the importance of scale [versión electrónica]. *Global Environmental Change*, 17(1), pp. 12-24. Recuperado de: [Link](#)

ANEXOS

ANEXO 1

Fecha	Lugar	Afectación por deslizamientos						
		Viviendas			Personas		Otros	
		Destruídas	Averiadadas	Afectadas	Familias	Personas	Servicios Públicos	Áreas en Riesgo
Abril 2000-2001	Corregimiento San Bernardo (Vereda San Carlos)			25	25	125		
Abril 2000-2001	Veredas Santa Marta, Cubugón, Limoncito, Alto Horizonte, Román, el Retiro, Ima, Santa Bárbara, Urapal y Centro Poblado San Bernardo			13	13	78		
Junio 2004	Santa Rita, Ceibal, Santa Bárbara, Valegrá y San Bernardo.	09			09	60		
Junio 2004	Veredas Belchite, Corralitos, Jordán, Miralindo, La Mesa, San Javier, Sabanalarga y Río Negro, Santa Bárbara, Ceibal, Gibraltar, La Compañía, Román y Santa Rita,			58	58	350		

	La Camacha, La Loma, Hatogrande, Juan Pérez.							
Abril 2005	Veredas Venagá, La Carbonera			15	15		Acueducto	22 Ha
Abril 2005	San Ignacio			03	03		Oleoducto	08 Ha
Abril 2005	Santa Bárbara			40	40		Energía	189 Ha
Abril 2005	San Bernardo			12	12		Matadero	10 Ha
Abril 2005	San Carlos			16	16		Carreteabl e	25 Ha
Abril 2005	Alto del Oro			18	18		Acueducto, Carreteabl e y energía eléctrica.	33 Ha
Agosto 2005	Vereda Tierra Amarilla, Venaga, Vegon, San Bernardo, Santa Barbara, Cordillera.	9			9	50		
Agosto 2005	Vereda El Ceibal			4	4	20		
Agosto de 2005	Vereda Venagá			3	3	18		
Agosto de 2005	Vereda Alto del Oro			3	3	18		
Agosto de 2005	Corregimiento de San Bernardo		2		2	9		
Octubre 2007	Veredas Compañía, Venagá y Tamara.			1	1	6		

Mayo 2008	Vereda Santa Inés			1	1	6		
Mayo 2008	Vereda Alto del Oro			1	1	6		
Mayo 2008	Corregimiento San Bernardo de Bata (Barrio Blanco)						Alcantarrillado	
Julio 2008	Vereda Buena Vista						Alto riesgo de afectación al tubo oleoducto	
Años 2010-2011	Corregimiento San Bernardo de Bata, veredas Juan Pérez, La Camacha	44	30	47	221	570	Redes eléctricas, acueductos	
Agosto 2012	Sector tres esquinas (perdida de banca)						carreteables	