

EOT

Esquema de Ordenamiento Territorial
del Municipio de Albania

2021

REVISIÓN Y AJUSTE DEL
ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL -
EOT DEL MUNICIPIO DE ALBANIA,
DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ





INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ALBANIA

Contenido

INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ALBANIA	9
ALCANCES	9
1 Generalidades	9
1.1 Marco de referencia	9
1.2 Marco conceptual	10
1.3 Gestión del riesgo	10
1.3.1 Evento	10
1.3.2 Inundaciones	10
1.3.3 Inventario	11
1.3.4 Factores condicionantes	11
1.3.5 Factores detonantes	11
1.3.6 Amenaza	11
1.3.7 Movimientos en masa	11
1.3.8 Avenidas torrenciales	11
1.3.9 Incendios forestales	12
1.3.10 Riesgos	12
2 Eventos históricos	12
2.1 Información secundaria	12
2.2 Proceso de participación ciudadana	16
3 Delimitación y zonificación de las áreas de amenaza	19
3.1 Estudio básico de amenaza por movimientos en masa en suelo rural	19
3.1.1 Estudios previos	19
3.1.2 Descripción metodológica	20
3.1.3 Zonificación de la amenaza por movimientos en masa	37
3.2 Estudio básico de amenaza por movimientos en masa en suelo urbano, de expansión urbana y centros poblados	41
3.3 Estudio básico de amenaza por inundación en suelo rural	42
3.3.1 Estudios previos	43
3.3.2 Descripción metodológica	44
3.3.3 Zonificación de la amenaza por inundaciones	56
3.4 Estudio básico de amenaza por inundación en suelo urbano, de expansión urbana y centros poblados ..	60
3.4.1 Estudios previos	60



3.4.2	Insumos generales	60
3.4.3	Descripción metodológica	62
3.4.4	Zonificación de la amenaza por inundaciones	77
3.5	Estudio básico de amenaza por avenidas torrenciales.....	81
3.5.1	Estudios previos	82
3.5.2	Descripción metodológica	84
3.5.3	Zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales.....	99
3.6	Otras amenazas	101
3.6.1	Incendios forestales	101
3.6.2	Socavación lateral.....	110
3.6.3	Sequias	115
3.6.4	Sismos	118
3.6.5	Vendavales	119
4	Áreas en condición de amenaza	121
4.1	Áreas con condición de amenaza por avenidas torrenciales.....	122
4.2	Áreas con condición de amenaza por movimientos en masa.....	122
4.2.1	Suelo rural.....	122
4.2.2	Suelo urbano, de expansión urbana y centros poblados	122
4.3	Áreas con condición de amenaza por inundaciones	122
4.3.1	Suelo rural.....	122
4.3.2	Suelo urbano y de expansión y centros poblados.....	122
5	Áreas con condición de riesgo	124
5.1	Áreas con condición de riesgo por avenidas torrenciales.....	124
5.2	Áreas con condición de riesgo por movimientos en masa.....	124
5.2.1	Suelo rural.....	124
5.2.2	Suelo urbano, de expansión urbana y centros poblados	124
5.3	Áreas con condición de riesgo por inundaciones	125
5.3.1	Suelo rural.....	125
5.3.2	Suelo urbano, de expansión y centros poblados.....	125
6	Medidas de intervención y priorización de estudios de detalle.....	127
6.1	Movimientos en masa.....	127
6.1.1	Medidas de intervención no estructurales enfocadas en la prevención y atención.....	127
6.1.2	Medidas de intervención estructurales enfocadas en la prevención y atención.....	128
6.1.3	Zonas priorizadas a la ejecución de estudios de detalle	128
6.2	Inundaciones	128
6.2.1	Medidas de intervención no estructurales enfocadas en la prevención y atención.....	129
6.2.2	Medidas de intervención estructurales enfocadas en la prevención y atención.....	130



6.2.3	Zonas priorizadas a la ejecución de estudios de detalle	130
6.3	Avenidas torrenciales	131
6.3.1	Medidas de intervención no estructurales enfocadas en la prevención y atención	131
6.3.2	Medidas de intervención estructurales enfocadas en la prevención y atención	132
6.3.3	Zonas priorizadas a la ejecución de estudios de detalle	132
6.4	Otras amenazas	132
6.4.1	Incendios forestales	132
6.4.2	Socavación lateral	133
6.4.3	Sequias	133
7	Bibliografía	134



Índice de figuras

Figura 1. Proceso de recopilación de información historia de eventos	12
Figura 2. Eventos históricos según su tipo para el municipio de Albania.....	14
Figura 3. Relación de eventos históricos por fuente consultada	15
Figura 4 Eventos históricos reportados por fuentes secundarias en el municipio de Albania.....	16
Figura 5. Espacios de participación ciudadana realizados en el municipio de Albania.....	17
Figura 6.Espacialización de los eventos históricos identificados por la comunidad.....	18
Figura 7. Susceptibilidad a movimientos en masa en el municipio de Albania	19
Figura 8. Uso de SIG para el análisis heurístico de susceptibilidad por movimientos en masa.....	20
Figura 9. Descripción metodológica de la zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa	21
Figura 10. Susceptibilidad a movimientos en masa por geología para el municipio de Albania	24
Figura 11. Susceptibilidad a movimientos en masa por geomorfología para el municipio de Albania	28
Figura 12. Susceptibilidad a movimientos en masa para suelos para el municipio de Albania.....	31
Figura 13. Susceptibilidad a movimientos en masa por coberturas para el municipio de Albania	33
Figura 14. Susceptibilidad total a movimientos en masa para el municipio de Albania	34
Figura 15. Matriz de calificación del detonante clima.....	35
Figura 16. Distribución del detonante precipitación para el municipio de Albania	36
Figura 17. Distribución del detonante temperatura para el municipio de Albania	36
Figura 18. Distribución del detonante sismo para el municipio de Albania	37
Figura 19. Matriz de decisión para la categorización de la amenaza relativa	38
Figura 20. Zonificación final de la amenaza por movimientos en masa para el municipio de Albania.....	39
Figura 21. Ladera en categoría de amenaza media asociada, en la vereda Berlín	40
Figura 22. Porcentajes de amenaza por movimientos en masa en el municipio de Albania.....	40
Figura 23 Rangos de pendientes para el casco urbano del municipio de Albania.....	41
Figura 24 Mapa de amenazas rurales en el EOT del municipio de Albania.....	43
Figura 25. Zonificación de amenaza por inundación en el municipio de Albania desarrollada por UT Gestión del riesgo Caquetá 2018.....	44
Figura 26. Metodología implementada para la zonificación por inundaciones en suelo rural	45
Figura 27. Unidades geomorfológicas identificada para el municipio de Albania	46
Figura 28. Geoformas susceptibles a inundaciones en el municipio de Albania.....	47
Figura 29 Formas del paisaje presentes en el área de estudio (sistema meándrico).....	50
Figura 30 Cauce principal del río Fragua Chorroso 1966	51
Figura 31 Cauce principal del río Fragua Chorroso 1999	52
Figura 32 Cauce principal del río Fragua Chorroso 2020	52
Figura 33 Comparativo del cauce principal del río Fragua Chorroso en 3 momentos (1969, 1999 y 2020)	53
Figura 34 Sección A, comparativo del cauce principal del río Fragua Chorroso en 3 momentos (1969, 1999 y 2020).....	53
Figura 35 Sección B, comparativo del cauce principal del río Fragua Chorroso en 3 momentos (1969, 1999 y 2020).....	54
Figura 36.Eventos históricos por inundaciones reportados para el municipio de Albania.....	55
Figura 37 Zonificación de amenaza por inundaciones en el municipio de Albania	57
Figura 38 . Zona en categoría de amenaza alta asociada en la vereda Dorado.....	58
Figura 39 . Zona en categoría de amenaza media asociada al brazuelo Fragua Medio	58
Figura 40 Porcentajes de amenaza por inundación en el municipio de Albania	59
Figura 41 Zonificación de amenaza por inundaciones en el casco urbano de Albania.....	60
Figura 42 Modelos Digitales del Terreno (MDT) para el municipio de Albania.	61
Figura 43 Modelos De Sombras para el municipio de Albania.....	62



Figura 44. Metodología implementada para la zonificación de la amenaza en área urbana y centros poblados, escala 1:5.000	63
Figura 45 Figuras geomorfológicas identificadas para la cabecera municipal de Albania y los centros poblados Dorado, El Paraíso y Versailles	64
Figura 46. Espacialización de los eventos históricos reportados en el casco urbano y los centros poblados	66
Figura 47. Análisis multitemporal de la dinámica del Brazo Fragua y Brazo Fragua Medio en el sector de la cabecera municipal de Albania.	67
Figura 48 Geoformas susceptibles a inundaciones para la cabecera municipal de Albania	70
Figura 49 Geoformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado El Dorado	71
Figura 50 Geoformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado El Paraíso	71
Figura 51 Geoformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado Versailles	72
Figura 52. Sistema hídrico natural de la cabecera municipal de Albania	75
Figura 53 Precipitaciones máximas mensuales (mm).....	76
Figura 54 Amenaza por inundaciones en el casco urbano de Albania	78
Figura 55 Amenaza por inundaciones en el centro Poblado El Paraíso	79
Figura 56 Amenaza por inundaciones en el centro Poblado El Dorado	79
Figura 57 Amenaza por inundaciones en el centro Poblado Versailles	80
Figura 58 Porcentaje de amenaza total por centro poblado de Albania.....	81
Figura 59. Mapa de riesgos de origen natural para el municipio de Albania.....	82
Figura 60 . Zonas características de una avenida torrencial: zona de inicio, zona de transporte y zona de deposito .	84
Figura 61. Variables empleadas para la obtención de la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales	85
Figura 62. Formas de terreno identificadas en el municipio de Albania	86
Figura 63. Tipo de formas de terreno susceptibles	88
Figura 64 Tipos de morfología en cauces aluviales	89
Figura 65 Segmentos del abanico fluvial	90
Figura 66. Segmentación de un abanico a partir de los cambios en la pendiente del terreno	90
Figura 67. Distribución espacial de los perfiles topográficos realizados sobre el abanico	91
Figura 68. Perfil topográfico A-A'	91
Figura 69. Perfil topográfico B-B'	92
Figura 70. Perfil topográfico C-C'	92
Figura 71. Distribución espacial de los puntos de inflexión que limitan el abanico medio e inferior	94
Figura 72 Tramos de análisis sobre el río Fragua Chorroso	95
Figura 73 Índice de sinuosidad para los tramos de análisis	96
Figura 74. Puntos de control realizados en campo	97
Figura 75. Registro fotográfico del control de campo realizado	98
Figura 76. Zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales	100
Figura 77. Focos de calor reportados por año para el municipio de Albania	102
Figura 78. Temperatura media anual para el municipio de Albania	103
Figura 79. Cantidad de focos calor registrados por mes en el municipio de Albania	104
Figura 80. Temperaturas medias mensuales reportadas en las estaciones cercanas al municipio de Albania.	105
Figura 81. Distribución espacial de los focos de calor	106
Figura 82. Distribución de las zonas afectadas por quema para los años 2017, 2018 y 2019	107
Figura 83. Superposición de los focos de calor y cicatrices de incendios forestales.	108
Figura 84 Relación entre los focos de calor y las hectáreas afectadas por año.	109
Figura 85. Características de flujo, erosión y depósito en un sistema de meandros	111
Figura 86. Sistema hidráulico de flujo produce erosión de los bancos exteriores en las curvas de meandros.....	111
Figura 87. Reconocimiento general de zonas potenciales a sufrir fenómenos de socavación	112



Figura 88. Configuración de la remoción lateral para la socavación de bancos laterales.....	114
Figura 89. Socavación lateral del río San Pedro en el municipio de Albania	114
Figura 90. Socavación lateral del Fragua Chorroso en la vereda Berlín del municipio de Albania	115
Figura 91. Categorías del índice de precipitación estandarizada.....	116
Figura 92. Índice de precipitación estandarizado para el municipio de Albania	117
Figura 93 Mapa por amenaza sísmica en el municipio de Albania	119
Figura 94. Vendavales registrados para el municipio de Albania.....	120
Figura 95. Vendavales identificados por la comunidad para el municipio de Albania	121
Figura 96. Áreas con condición de amenaza por inundaciones en el suelo urbano y de expansión urbana y centros poblados	123
Figura 97. Áreas con condición de riesgo en el municipio de Albania	125
Figura 98. Áreas con condición de riesgo por inundaciones en el suelo urbano y de expansión urbana y centros poblados	126



Índice de tablas

Tabla 1. Calificación según el tipo de fábrica.....	22
Tabla 2. Categorías de resistencia a la compresión simple.....	22
Tabla 3. Propuesta de calificación de las rocas dependiendo de su fábrica y estructura	23
Tabla 4. Susceptibilidad de la roca y depósitos geológicos por fábrica estructura y resistencia	23
Tabla 5. Susceptibilidad de la pendiente a movimientos en masa.....	25
Tabla 6. Valores de calificación de susceptibilidad para la rugosidad	25
Tabla 7. Clasificación de la susceptibilidad del atributo Acuencia	26
Tabla 8. Susceptibilidad a movimientos en masa por morfometría y morfogénesis	27
Tabla 9. Calificación de las unidades de suelo encontradas en el área de estudio	29
Tabla 10. Calificación de atributos según la contribución a la estabilidad	31
Tabla 11. Relación de las áreas por categoría de amenaza.....	41
Tabla 12. Tipo inundaciones con sus posibles efectos	42
Tabla 13. Geoformas susceptibles a inundaciones presentes en el municipio de Albania	48
Tabla 14. Imágenes interpretadas.	50
Tabla 15. Matriz de decisión para la zonificación final de amenaza por inundaciones.	56
Tabla 16 Relación de las áreas por categoría de amenaza	59
Tabla 17. Eventos históricos por inundaciones en el casco urbano.....	65
Tabla 18. Formas del terreno susceptibles a inundaciones para la cabecera municipal de Albania y sus centros poblados	72
Tabla 19 valores de precipitación máxima a diferentes periodos de retorno	77
Tabla 20 Distribución de categorías de amenaza por centro poblado	81
Tabla 21. Susceptibilidad de las geoformas identificadas en el municipio de Albania.....	87
Tabla 22. Índice de sinuosidad para los tramos de análisis	95
Tabla 23. Relación de los puntos de campo y características granulométricas encontradas	97
Tabla 24. Criterios de la zonificación por avenidas torrenciales	99
Tabla 25. Relación porcentual y areas de las categorías de amenaza por avenidas torrenciales en el	100
Tabla 26 Eventos de sismos en el municipio de Albania	119
Tabla 27 condición de amenaza por tipo de suelo	122
Tabla 28 Condición de amenaza por inundaciones para casco urbano y centros poblados	123
Tabla 29 Condición de riesgo por tipo de suelo	124
Tabla 30 Condición de riesgo por inundaciones para casco urbano y centros poblados	126
Tabla 31. Procesos y técnicas constructivas de estabilización	128



INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN EL ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE ALBANIA

El presente capítulo se centra en la identificación y evaluación de las diferentes amenazas que afectan el área enmarcada en la jurisdicción del municipio de Albania. Esto con el propósito de establecer y delimitar áreas con condición de amenaza y riesgo por cada uno de los fenómenos amenazantes identificados en el municipio.

Lo anterior es de suma importancia ya que permite formar a los habitantes, fortalecer la capacidad operativa del municipio y sus comunidades para prevenir, mitigar, responder, y recuperarse ante cualquier evento de amenazante.

Los aspectos técnicos y las definiciones utilizadas en el presente documento fueron realizadas tomando como referencia el decreto 1807 de 2014, donde se establece la necesidad de realizar estudios básicos para la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los esquemas de ordenamiento territorial o la expedición de nuevos planes.

En cumplimiento de este, se desarrolla lo dispuesto en el decreto, en el marco del ajuste del esquema de ordenamiento territorial del municipio de Albania, mediante la identificación, caracterización, delimitación y zonificación de las amenazas. Dicho procedimiento se lleva a cabo para las diferentes zonas de suelo urbano, suelo de expansión urbana y suelo rural que requieren realizar estudios básicos por encontrarse en áreas de amenaza alta y media.

Además de los lineamientos técnicos del decreto 1807 de 2014, fueron contemplados otros instrumentos de planificación emitidos por entes regionales que operan en el Municipio. Tal es el caso de las directrices señaladas en la *Zonificación Ambiental Participativa y Propuesta de Usos Sostenibles para los municipios de Albania, Valparaíso y Albania*, formulado por la GIZ en 2019.

En el presente documento se detalla, entre otras cosas, la metodología propuesta para la determinación de la zonificación de amenaza y riesgo ante eventos de movimientos en masa, inundación y avenidas torrenciales. Adicionalmente el reconocimiento de otros fenómenos amenazantes tales como incendios forestales, socavación lateral y sismicidad.

ALCANCES

El presente documento, se ajusta a los lineamientos técnicos del decreto 1807 de 2014, donde se establecen los alcances del componente de gestión del riesgo dentro de los planes de ordenamiento territorial. De igual forma se tiene en cuenta los documentos técnicos vigentes para el área de estudio.

Mediante la validación e integración de los insumos generales y temáticos que inciden dentro de cada una de las amenazas, se realiza la zonificación de las amenazas naturales tales como: movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones. En adición, se desarrolla un análisis cualitativo de las condiciones de amenaza asociadas a otras amenazas recurrentes en el municipio como los vendavales, incendios forestales, sequías entre otros.

Para la determinación de las condiciones de amenaza a escala rural se utilizan análisis heurísticos. Para suelo urbano y de expansión urbana se utilizan métodos determinísticos cuando los insumos y la escala de trabajo lo permita. Se categorizan las zonas de amenazas en baja, media y alta, en atención a la necesidad de identificar las áreas que requieren intervención correctiva del riesgo existente.

GENERALIDADES

1.1 Marco de referencia

La Ley 388 de 1997, en su artículo décimo, establece como determinante de superior jerarquía que los municipios y distritos deben tener en cuenta en la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, la determinación de las áreas relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales, la prevención de amenazas y riesgos naturales, así como las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos y las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos. De tal forma que la adopción de políticas de gestión del riesgo



se constituye indispensable para asegurar un desarrollo sostenible en temas de seguridad territorial, mejorar la calidad de vida, protección del medio ambiente y comunidades en riesgo. Posterior a la Ley 388, con el Decreto Ley 19 de 2012, se requiere oficialmente la delimitación y zonificación de las áreas de amenaza.

La ley 1523 de 2012, en su artículo 1, señala que la gestión del riesgo de desastres, en adelante la gestión del riesgo, es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

Lo anterior fortalece jurídicamente a los municipios colombianos en el lineamiento de realizar estudios de riesgos naturales como parte esencial para aterrizar las políticas encaminadas a la Planificación del desarrollo seguro y a la gestión ambiental territorial sostenible.

Con el fin de establecer criterios unificados, el estado colombiano genera el decreto 1807 de 2014 y el 1077 de 2015, que orientan a las administraciones municipales sobre la incorporación de la Gestión del Riesgo (GR) en los procesos de ordenamiento territorial y las consideraciones para tener en cuenta en la realización de estudios básicos y detallados para procesos de remoción en masa, inundaciones y avenidas torrenciales. Finalmente, con este decreto, se genera una propuesta normativa que oriente a las administraciones municipales en aspectos como el establecer los usos y restricciones y las medidas de intervención, que deberán articularse para el desarrollo del suelo urbano y rural.

Con el presente documento técnico definido como estudio básico de gestión del riesgo del municipio, se presenta la identificación, caracterización y zonificación de los procesos amenazantes con afectación en rural y urbano; y acorde al decreto en mención, se definen las áreas con condición de amenaza o con condición del riesgo, según sea el caso.

1.2 Marco conceptual

El análisis y evaluación del riesgo es la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que las mismas puedan ocurrir. Según la Ley 1523 de 2012 en su artículo 4, numeral 4 se define análisis y evaluación del riesgo como: “el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación”. A continuación, se conceptualizan términos involucrados dentro de la gestión del riesgo:

1.3 Gestión del riesgo

De acuerdo con el artículo 4, numeral 11 de la Ley 1523 de 2012, “es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia de este, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible”.

1.3.1 Evento

Cualquier acontecimiento que probablemente pueda ocurrir en una posición y momento determinados, que lo definen como un punto en el espacio-tiempo y que representa a la fuente en términos de las respectivas características, dimensiones y localización geográfica (Portilla, 2012).

1.3.2 Inundaciones

Las inundaciones son fenómenos hidrológicos resultado de la dinámica de una corriente. Se producen por lluvias persistentes y generalizadas ocasionando un aumento progresivo del nivel de las aguas que sobrepasa la capacidad de retención del suelo y supera la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas. Las inundaciones lentas, que es el enfoque que se realizará en este estudio, son las que ocurren en las



zonas planas de los ríos y con valles aluviales extensos, los incrementos de nivel diario son de apenas del orden de centímetros, reportando afectaciones de grandes extensiones, pero usualmente pocas pérdidas de vidas humanas, el tiempo de afectación puede fácilmente llegar a ser del orden de meses (Modificado de (IDEAM, 2016).

1.3.3 Inventario

Es una base de datos que contiene información de los eventos históricos en un área determinada, básicamente corresponde a registros identificados combinados con información de su descripción como resultado de la ocurrencia de un evento y se utiliza como insumo de información básica para el análisis de la susceptibilidad junto con los factores condicionantes y extrínsecos o detonantes de los eventos amenazantes identificados. Dentro de las limitaciones que presenta la elaboración de un inventario se encuentra el determinar si este es confiable, suficiente y completo (Turcotte & Malamud, 2000) (Guzzetti, Reichenbach, Cardinali, & Galli, 2005), ya que se encuentra sujeto a la calidad y cantidad de información que se recopile y se interprete durante el proceso de elaboración de este. En consecuencia, un inventario incompleto o poco confiable puede dar como resultado una evaluación errónea de la susceptibilidad, la amenaza o el riesgo.

1.3.4 Factores condicionantes

Cualquier acontecimiento, circunstancia, suceso o situación previa que predispone o prepara las condiciones de la fuente ante la materialización de un evento. La caracterización de estos factores, así como la identificación de sus interacciones, permite la incorporación en la zonificación de la susceptibilidad y de esta manera en la evaluación de la respectiva amenaza para un área determinada (Glade & Crozier, 2005).

1.3.5 Factores detonantes

También llamados desencadenantes y corresponden a cualquier acontecimiento, circunstancia, suceso o caso posible que genere una perturbación de la fuente y conlleve a la materialización de un evento (Portilla, 2012).

1.3.6 Amenaza

Probabilidad de ocurrencia de un evento, o de la materialización de una fuente, en un sitio específico durante un periodo de tiempo determinado (Portilla, 2012). Una evaluación de una amenaza incluye un estudio previo de la susceptibilidad y de la posibilidad de que ocurra un evento detonante que materialice la fuente.

1.3.7 Movimientos 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 (Ávila, y otros, 2015).

1.3.8 Avenidas torrenciales

Las avenidas torrenciales son crecientes súbitos que por las condiciones geomorfológicas de la cuenca están compuestas por un flujo de agua con alto contenido de materiales de arrastre, con un gran potencial destructivo debido a su alta velocidad. Son uno de los tipos más comunes de amenazas y son extremadamente peligrosas debido a su naturaleza rápida. Sus características son: corta duración, pequeña extensión de área de influencia, alto caudal pico y flujo rápido generalmente causantes de daños importantes a la propiedad. Ocurren a causa de tormentas de alta intensidad, en áreas de altas pendientes en las cuencas y cobertura vegetal pobre y se ven afectadas de manera importante cuando el índice de infiltración se reduce por tormentas previas. Se pueden subdividir de acuerdo con el material de arrastre de la corriente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).



1.3.9 Incendios forestales

Fenómeno que se presenta cuando el fuego consume de forma incontrolada la cobertura vegetal (siendo esta el material combustible dentro del proceso de propagación y duración del fuego), cuya quema no estaba prevista (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2011).

1.3.10 Riesgos

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, socio natural, 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.

EVENTOS HISTÓRICOS

La recopilación de información se abordó a partir de los datos obtenidos de información social-talleres e información secundaria (eventos históricos e información especializada emitida por diversas fuentes nacionales, territoriales y locales).

Figura 1. Proceso de recopilación de información historia de eventos



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.4 Información secundaria

La consolidación de los eventos históricos amenazantes se realizó a través de una consulta, recopilación, análisis y georreferenciación de información secundaria, con el fin de conocer los diferentes fenómenos ocurridos en el municipio, esta información se organizó según el tipo de evento, fecha, localización geográfica y la fuente de consulta. Este proceso es fundamental ya que es un insumo para la calibración y validación de los resultados obtenidos en la zonificación de las amenazas evaluadas.

La información secundaria se recopiló de diversas fuentes nacionales, territoriales y locales, se consultaron las bases de datos reportadas por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, Desinventar, el Servicio Geológico Colombiano, IDEAM, NASA, entre otros, que se muestran en el anexo "Inventario de Eventos Albania".



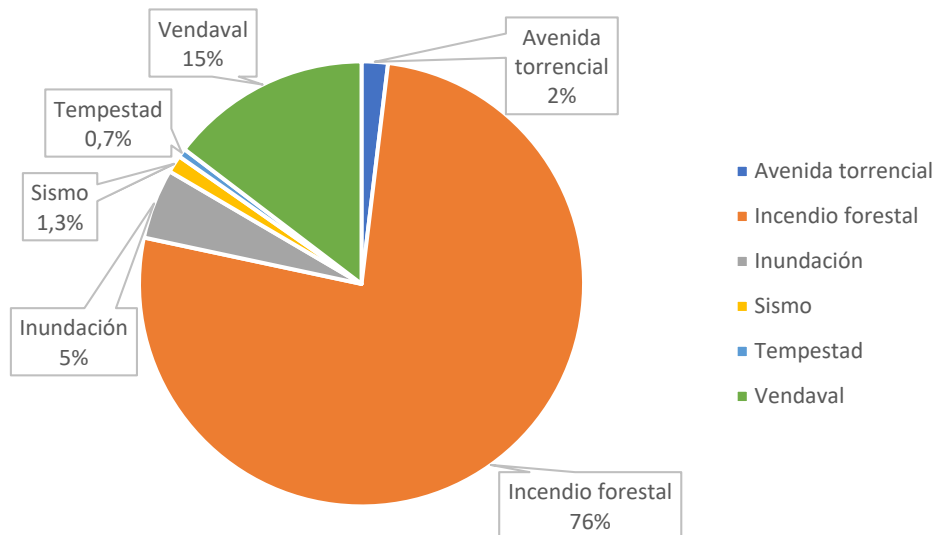
REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DEL CAQUETA
MUNICIPIO DE ALBANIA





La amenaza con mayor cantidad de eventos registrados es la de incendios forestales, la cual reporta 120 eventos que representan el 76% del total de los registros, le siguen los vendavales con 23 eventos registrados correspondientes al 15%, continúan las inundaciones para las cuales se registran 8 eventos que corresponden al 5%, posteriormente las avenidas torrenciales con 3 eventos reportados correspondientes al 2%, luego los sismos con 2 eventos reportados correspondientes al 1% y por ultimo las tempestades con 1 reporte registrado que corresponde al 1% de los casos.(ver Figura 2)

Figura 2. Eventos históricos según su tipo para el municipio de Albania



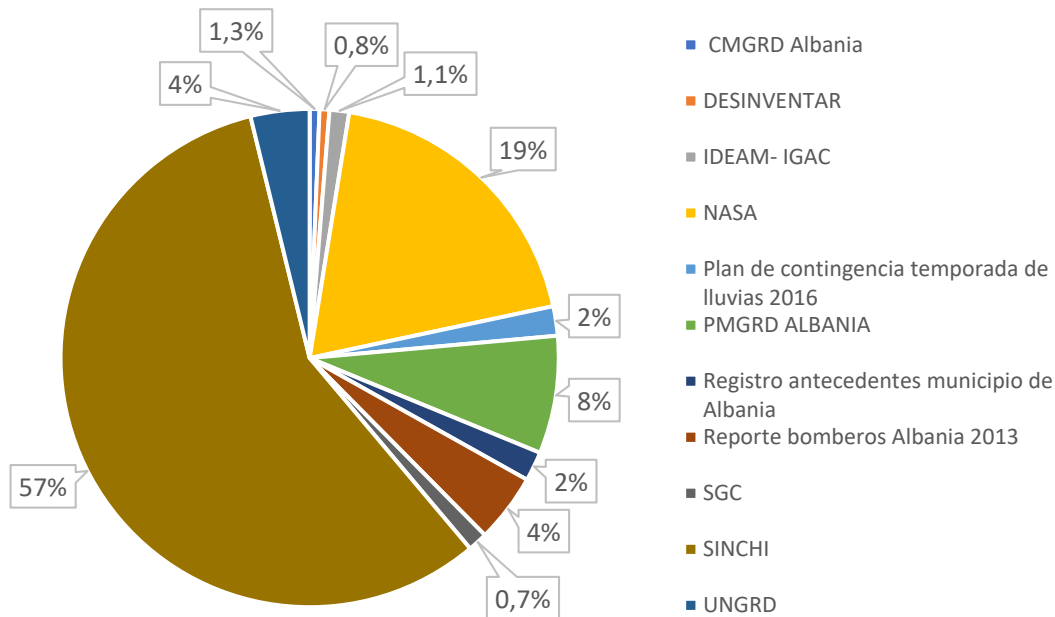
Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

El municipio de Albania presenta un total de 157 casos reportados por fuentes secundarias para varios fenómenos de amenaza, de los cuales 130 de estos se encuentran espacializados y 27 sin espacializar, para la amenaza por avenidas torrenciales se encuentran un total de 3 eventos sin espacializar, la amenaza por incendios forestales presenta 120 puntos espacializados, los cuales se obtuvieron de la base de datos de la NASA y de la base de datos de los focos de calor del Instituto SINCHI, la amenaza por inundaciones presenta 8 eventos en total espacializados, los cuales corresponden a 6 puntos y 2 polígonos, los eventos de vendavales presentan 27 reportes los cuales no se encuentran espacializados y por último, 1 evento de tempestad sin espacializar.

Estos registros fueron recopilados de nueve fuentes diferentes que son relacionadas en la Figura 3 en donde se tienen 30 reportes de la NASA, y 90 del Instituto SINCHI, como se mencionó anteriormente, 12 registros del Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres, 7 de Bomberos de Albania, 6 de la Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, 3 del registro de los antecedentes del municipio de Albania, 3 del Plan de contingencia de temporada de lluvias del año 2016, 2 del IDEAM, 2 del Servicio Geológico Colombiano, 1 registro de DesInventar y por ultimo 1 registro del Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres.



Figura 3. Relación de eventos históricos por fuente consultada

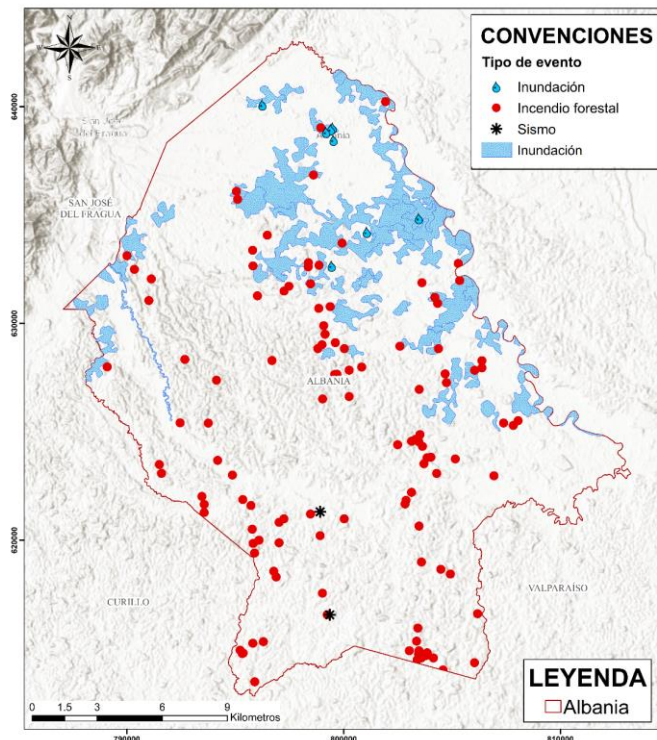


Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

La distribución espacial de los eventos amenazantes se presenta en la Figura 4, donde se muestran los eventos de inundaciones relacionados principalmente al río Fragua Chorroso y sus tributarios, los sismos hacia el sur del municipio y por último los incendios forestales que pueden ser asociados a la distribución de la cobertura vegetal. El registro histórico y la recopilación de toda la información disponible son fundamentales ya que permiten tener una visión general de la amenaza y el riesgo para la zona, junto con una idea global del impacto que tienen los factores detonantes en la generación de los diferentes tipos de fenómenos



Figura 4 Eventos históricos reportados por fuentes secundarias en el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.5 Proceso de participación ciudadana

Mediante los talleres realizados con los grupos veredales y de interés específico en la fase de diagnóstico del Ajuste del Esquema de Ordenamiento del Municipio de Albania, se recolectó información específicamente relacionada al registro de eventos históricos que aportan al modelamiento y validación de la zonificación de las amenazas estudiadas. Se realizaron cinco espacios de participación con la comunidad (ver Figura 5) el primero en la vereda Aguas Claras, Versalles, Centro Poblado El Dorado, en la cabecera municipal del municipio y en el resguardo Los Pijaos, en donde se recopiló información sobre los fenómenos que afectan a su territorio, su temporalidad y afectaciones; todo esto permitió construir una cartografía social donde se identificaron zonas críticas.

Este levantamiento de eventos históricos se realizó a partir de la generación de capacidades en los temas relacionados a la gestión del riesgo, en donde se tuvo un proceso de formación de los participantes de los talleres en el manejo de cartografía e identificación de eventos apoyados por profesionales de la consultoría.



Figura 5. Espacios de participación ciudadana realizados en el municipio de Albania.

1

Escuela Centro Poblado Aguas Claras



Asistentes: Líderes y comunidad de Aguas Claras, El Diviso, Triunfo Uno, El Rosal, Florida Blanca, Santa Cruz, Resguardo Indígena Pijaos de los Pijaos

2

Teatro municipal de Albania



Asistentes: líderes y comunidad de las veredas Berlín, Alto Castañal, San Isidro, Arenosa, Chorrosa, La Unión, Samaria, Mercedes

3

Salón Comunal Centro Poblado El Dorado



Asistentes: líderes y comunidad de Paraíso, La Paz, Las Margaritas, Ospina Pérez, Argentina, Dorado, La Sonrisa

4

Escuela Centro Poblado Versalles



Asistentes: promotor JAC Albania, comunidad y líderes de Versalles, Triunfo Balata, Porvenir, Quebradón, Aguas Claras, Carmen Balata

5

Escuela Resguardo Los Pijaos



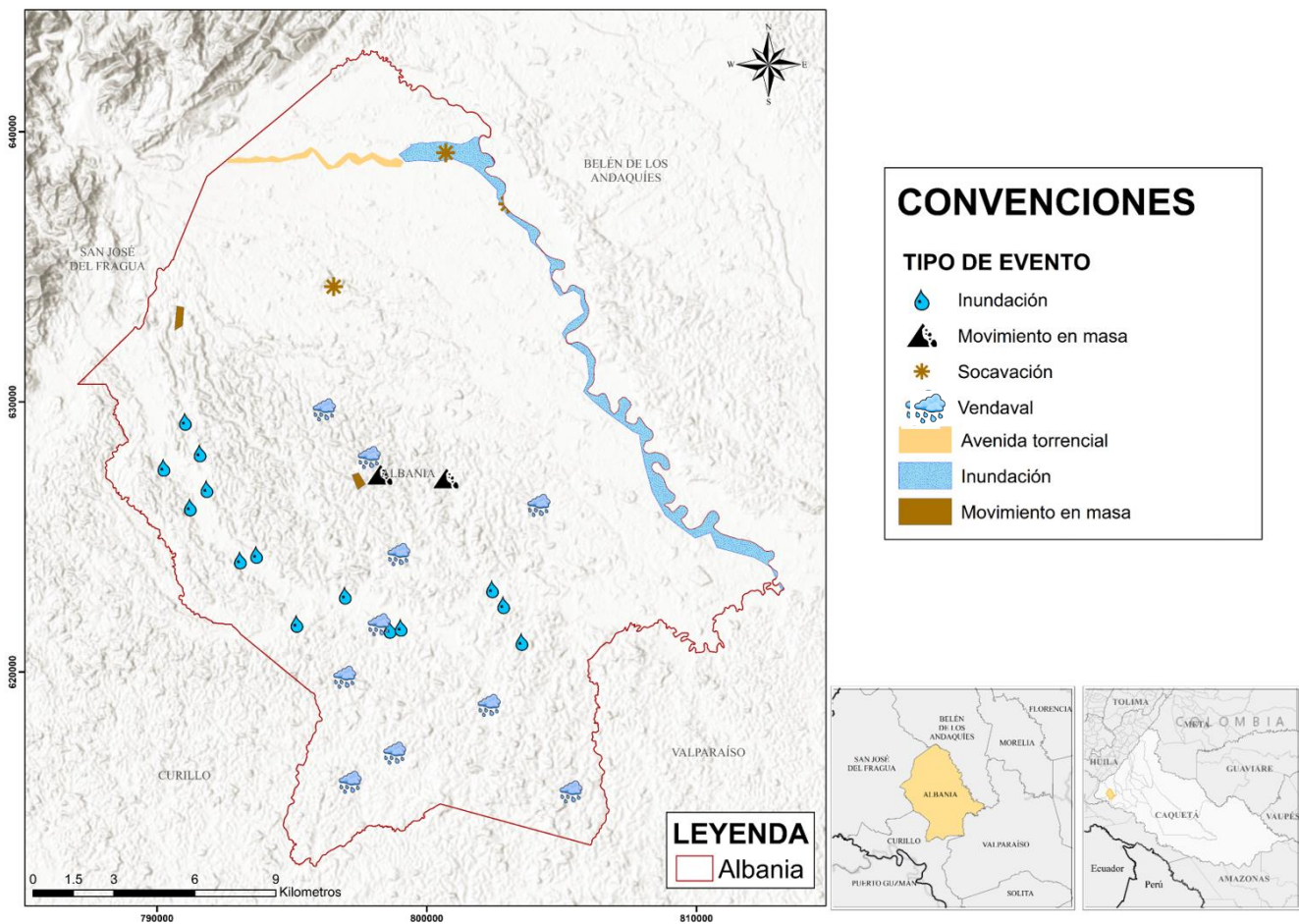
Asistentes: líderes y comunidad del resguardo Los Pijaos

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



De este ejercicio se tiene que la comunidad identificó 15 eventos de inundación asociados al río Fragua Chorros y el río San Pedro en donde se ven afectados cultivos, viviendas y algunos equipamientos como escuelas, estos se presentan anualmente en la temporada de lluvias, luego de esto el fenómeno que más presenta registros por parte de la comunidad son los vendavales en donde se reportan 10 eventos que ocurren de igual manera anualmente en temporada de lluvias, estos vendavales afectan principalmente a techos de las viviendas y demás edificaciones. En cuanto a movimientos en masa la comunidad identifica tres sectores los cuales son afectados por hundimientos en las vías que comunican a las veredas con la cabecera municipal, y 3 puntos de socavación asociadas al cauce del río Fragua Chorro. Por último, se identificó un área de influencia del brazuelo de Fragua en donde se reporta que en temporadas de lluvias este puede presentarse un comportamiento torrencial (ver Figura 6)

Figura 6. Espacialización de los eventos históricos identificados por la comunidad.



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Toda la información reportada por la comunidad fue validada a partir de recorridos de campo en la zona para su articulación con la zonificación de la amenaza de cada fenómeno presentado en los siguientes capítulos.



DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE AMENAZA

Los criterios para la determinación de los escenarios de amenaza en el área dependen directamente del desarrollo e incidencia de la susceptibilidad a los detonantes para cada amenaza; de esta forma, para poder hacer el análisis correspondiente, es necesario que cada uno de los fenómenos que afectan la zona estén correctamente identificados, localizados, inventariados y caracterizados.

Para realizar la zonificación de las amenazas, se utilizan diversos insumos como el registro histórico de los fenómenos ocurridos en el municipio, además de los procesos recientes identificados durante los recorridos de campo adelantados en zonas rurales del municipio de Albania. Del mismo modo, se utilizaron como insumos generales, las fotografías satelitales del área de estudio, junto al respectivo modelo digital de elevaciones.

El principal producto del presente apartado es la cartografía de las amenazas para las zonas urbanas, suburbanas y rurales del municipio de Albania, dichos mapas se convierten en un insumo de superior jerarquía dentro del ordenamiento territorial del municipio.

1.6 Estudio básico de amenaza por movimientos en masa en suelo rural

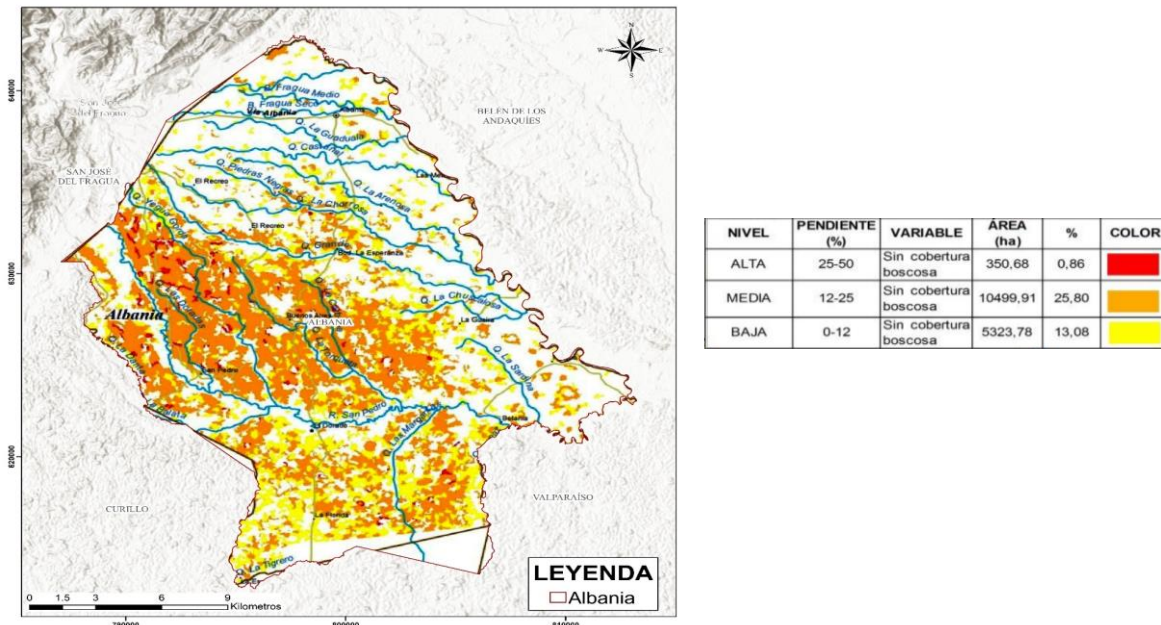
De acuerdo con lo establecido en el decreto 1807 de 2014, se deben adelantar estudios de delimitación y zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:25.000 para la zona rural. A continuación, se presenta de manera detallada, la metodología usada y los productos obtenidos.

1.6.1 Estudios previos

1.6.1.1 Documento técnico de soporte del esquema de ordenamiento territorial (2012)

De acuerdo con el mapa de susceptibilidad presentado en el documento técnico de la propuesta de actualización del esquema de ordenamiento territorial (2012) se tienen cuatro categorías de susceptibilidad, alta, media, baja y sin susceptibilidad, teniendo como variables determinantes la pendiente en términos de porcentaje y la presencia de cobertura boscosa, en donde la categoría sin susceptibilidad abarca la mayoría del área del municipio (60.26%) seguida de la susceptibilidad media (25.80%) y estas áreas posteriormente son clasificadas como riesgo mitigable alto medio y bajo con respecto a las categorías de susceptibilidad.

Figura 7. Susceptibilidad a movimientos en masa en el municipio de Albania



Fuente: (Alcaldía municipal de Albania, 2012)

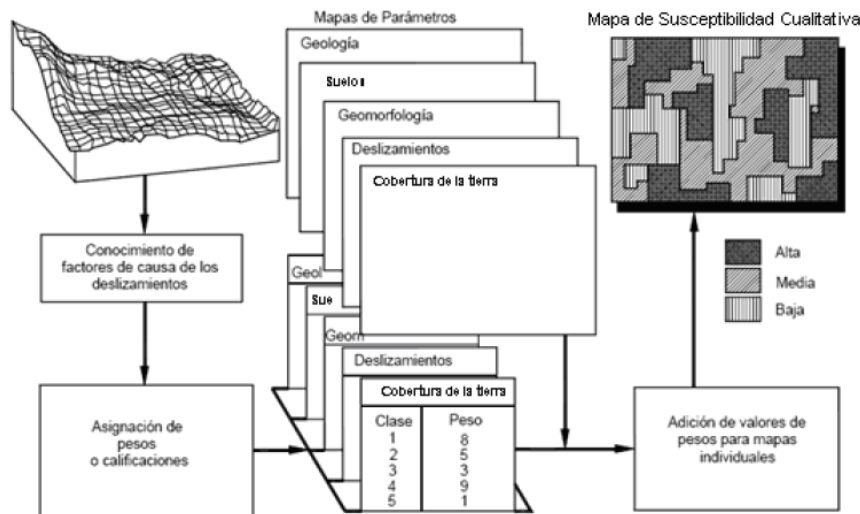


1.6.2 Descripción metodológica

La metodología empleada en la zonificación de la amenaza y la susceptibilidad a movimientos en masa parte de la propuesta metodológica del Servicio Geológico Colombiano (Antiguo INGEOMINAS) “Documento Metodológico De La Zonificación De Susceptibilidad Y Amenaza Relativa Por Movimientos En Masa” publicada en el año 2012. Dicha metodología fue ajustada y adaptada a la escala de trabajo y el área de estudio.

La metodología utilizada es categorizada como heurística, cuya base teórica es calificar y ponderar los factores causantes de inestabilidad según la influencia esperada de éstos en la generación de movimientos en masa (Anbalagan, 1992). El método empleado es basado en una combinación de mapas de acuerdo con las características de los factores involucrados. (Lucini, 1973; Stevenson, 1977; Bosi, 1984, Ramírez, González, 1988).

Figura 8. Uso de SIG para el análisis heurístico de susceptibilidad por movimientos en masa

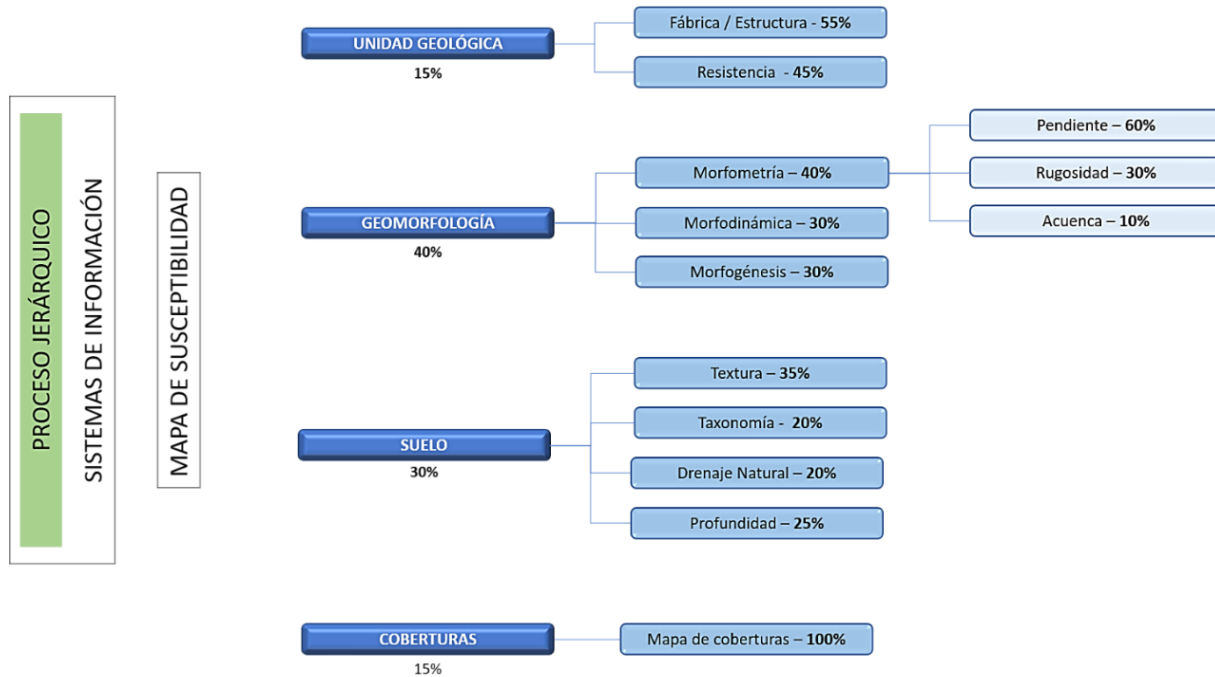


Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2012)

Una vez determinadas las características y definidos los pesos de cada criterio, se ejecuta el proceso metodológico donde los parámetros se combinan para establecer la susceptibilidad a movimientos en masa, la cual se generó para 3 rangos de clasificación (alta, media y baja), esto de acuerdo con los requerimientos expuestos según el decreto 1807 del 2014.



Figura 9. Descripción metodológica de la zonificación de susceptibilidad por movimientos en masa



Fuente: modificado de SGC. 2012

Una vez obtenido el mapa de susceptibilidad total por movimientos en masa, con base en el diagrama de jerarquía expuesto en la Figura 9 se procede a hacer un análisis de los detonantes de la amenaza: clima y sismo; para el análisis del factor climático se analizan las características climatológicas existentes en el área de estudio, particularmente precipitación y temperatura y respecto a los sismos se estudia la información asociada a la aceleración sísmica. Una vez examinados los detonantes y sustentado en ello se plantea la zonificación de la amenaza por movimientos en masa.

1.6.2.1 Insumos generales:

1.6.2.1.1 Modelo digital de elevación (DEM)

El modelo de elevación digital es un insumo de gran importancia, pues del procesamiento de este se obtendrán diferentes parámetros morfométricos y geométricos. Para el caso de estudio se utiliza en modelo de elevación con resolución mínima de píxel de 12,5 metros.

1.6.2.1.2 Sensores remotos

Para el caso de estudio se utilizó la Imagen satelital tomada con el satélite Sentinel-2b, captada en enero del 2020, compuesta por 4 bandas multiespectrales con resolución espacial de 10 m.

1.6.2.2 Insumos temáticos:

1.6.2.2.1 Geología

La caracterización geológica se realiza a partir de los insumos básicos expuestos anteriormente, partiendo de la cartografía oficial del servicio Geológico Colombiano que comprende las planchas 451, 452, 432 y 433 a escala 1:100.000. Esto complementado con el control litológico realizado en campo como se expone en el capítulo de geología obteniendo una cartografía final a escala 1:25.000. La caracterización geológica con fines de aplicación en los estudios



de ingeniería debe contemplar los elementos básicos de las propiedades y características de los materiales rocosos. Para esto se recomienda describir y clasificar las rocas de acuerdo con las clasificaciones propuestas por la Comisión de Cartografía de la *International Association of Engineering Geology* (IAEG) en 1981.

1.6.2.2.1.1 Fábrica estructura

La fábrica tiene gran influencia en el comportamiento de los suelos y rocas, en especial en lo referente a la anisotropía que genera debido a la orientación de las partículas, la cual así mismo gobierna anisotropía en las propiedades geomecánicas, la clasificación de las rocas según su fábrica/estructura, puede servir para establecer diferencias de las rocas en cuanto a su resistencia y direccionalidad de las propiedades mecánicas. El tipo de fábrica se definió según lo parametrizado en la Tabla 1.

Tabla 1. Calificación según el tipo de fábrica

Fábrica / Estructura	
Atributo	Propuesta de Calificación
N/A	0
Cristalina Masiva	1
Cristalinas Bandeadas	2
Clásticas Cementadas	3
Clásticas Consolidadas	4
Cristalina Foliada y Rocas de Falla	5

Fuente: SGC, 2012

1.6.2.2.1.2 Resistencia

La resistencia evalúa ciertas propiedades de la roca tales como la respuesta mecánica ante la compresión, la evaluación de la resistencia se hace a partir de la consulta de datos de laboratorio ejecutados a rocas similares a las aflorantes en el área de estudio, los cuales tienen como objetivo caracterizar la resistencia de los materiales a los agentes de deterioro. Esto última gobierna la vida útil del material, Los rangos de referencia que se adoptan en este estudio corresponden a los valores propuestos por Hoke 1996 y se basan en información documentada y datos de resistencia a nivel nacional e internacional (Tabla 2).

Tabla 2. Categorías de resistencia a la compresión simple de las rocas

Grado*	Termino	Fuerza uniaxial compresiva (mpa)	Punto índice de carga (mpa)	Campo estimado de fuerza	Ejemplos
R6	Extremadamente dura	>250	>10	La muestra puede ser fragmentada con martillo geológico	Basalto fresco, Chert, Diabasa, Gneiss, Granito, Cuarzita.
R5	Muy dura	100 -250	4 – 10	La muestra requiere de muchos golpes de un martillo geológico para fracturarse.	Anfibolita, Arenita, Basalto, Gabro, Gneiss, Granodiorita, Caliza, Mármol, Riolita y Toba.
R4	dura	50 – 100	2 – 4	La muestra requiere más de un golpe con martillo geológico para fracturarse	Caliza, Mármol, Filita, Arenita, Esquisto, Shale



R3	Moderadamente dura	25 – 50	1 – 2	No puede ser rayada o pelada con una navaja, la muestra puede ser fracturada con un único golpe de un martillo geológico	Arcillolita, Carbón, Concreto, Esquisto, Shale, Limolita
R2	Blanda	5 – 25	**	Puede ser pelada por una navaja con dificultad, con abolladuras someras, producidas por un golpe firme con martillo geológico.	Creta, Halita.
R1	Muy blanda	1 – 5	**	Se deshace por golpes firmes, la punta del martillo geológico. Puede ser rayada fácilmente por una navaja.	Roca alterada o altamente alterada.
R0	Extremadamente blanda	0,25 – 1	**	Rayado por una uña.	Milonita

*Grado de acuerdo con Brown (1981)

** Punto de Carda testeado en rocas con fuerza de compresión uniaxial, por debajo de los 25 MPa, dan resultados muy ambiguos.

Fuente: Modificado de Hoke, 1996

Tabla 3. Propuesta de calificación de las rocas dependiendo de su fábrica y estructura

Grado	Termino	Propuesta de calificación
R6	Extremadamente dura	1
R5	Muy dura	1
R4	Dura	2
R3	Moderadamente dura	3
R2	Blanda	4
R1	Muy blanda	5
R0	Extremadamente blanda	5

Fuente: SGC, 2012

Como se muestra en la Tabla 4, las unidades que presentan una mayor susceptibilidad en el área son los depósitos aluviales, los cuales registran valores de baja resistencia y estructura muy débil o nula. Por el contrario, la unidad que presenta menor susceptibilidad es el Grupo Orito/Formación Caimán dado que su resistencia es mayor y presenta una estructura más rígida y organizada.

Tabla 4. Susceptibilidad de la roca y depósitos geológicos por fábrica estructura y resistencia

Unidad	Nomenclatura	Fábrica/estructura	Resistencia	Calificación total
Depósitos aluviales de barra de canal	Q2alb	4	5	4.5
Depósitos aluviales de llanura de inundación	Q2al	4	5	4.5
Depósitos aluviales recientes	Qal	4	4	4

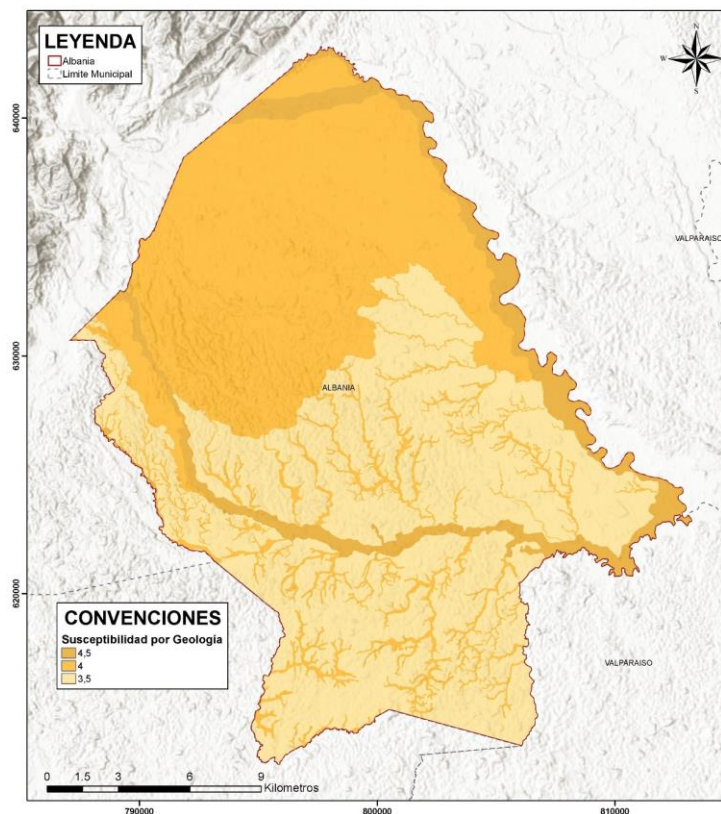


Unidad	Nomenclatura	Fábrica/estructura	Resistencia	Calificación total
Depósitos aluviales subrecientes	Q3al	4	4	4
Depósitos de cauce aluvial	Qcal	4	5	4.5
Depósitos fluviales volcanosedimentarios	Q2	4	4	4
Grupo Orito/Formación Caimán	N1n3or/Q1c	3	4	3.5

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

El mapa de susceptibilidad a movimientos en masa por geología, (Figura 10) muestra que las rocas que tiene menor susceptibilidad frente a la ocurrencia de deslizamientos son los depósitos recientes que obedecen a la génesis fluvial relacionada con los principales drenajes como el río San Pedro. Por otro lado, los cuerpos lobulares de los abanicos fluviotorrenciales corresponden a las unidades con mayor susceptibilidad a movimientos en masa dentro del municipio de Albania.

Figura 10. Susceptibilidad a movimientos en masa por geología para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.6.2.2.2 Geomorfología

La caracterización geomorfológica se realiza a partir de los insumos básicos, partiendo de la cartografía oficial del servicio Geológico Colombiano que comprende las planchas 451, 452, 432 y 433 a escala 1:100.000. Esto complementado con el control geomorfológico y paisajístico realizado en campo como se expone en el capítulo de geomorfología.



La caracterización del componente geomorfológico se evalúa a partir de 3 principales criterios, los cuales comprenden la morfometría, la morfogénesis y la morfodinámica, que se describen a continuación:

1.6.2.2.1 Morfometría

Trata de aspectos cuantitativos en términos de pendientes, Rugosidad y Acuencia. También se incluye la comparación según la relación geométrica entre las diferentes posiciones espaciales. Para las variables de morfometría se empleó el modelo digital de elevaciones (DEM), el cual sirvió como insumo para la elaboración y análisis de los parámetros morfométricos.

- Mapa de pendientes

La pendiente se define como el ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal. Para el caso de estudio su valor se expresa en grados de 0° a 90°, se relaciona con los movimientos en masa de manera que; a mayor el grado de pendiente aumenta la susceptibilidad a los movimientos en masa. La Tabla 5 muestra la calificación asignada a los rangos en grados de pendientes encontrados en el área

Tabla 5. Susceptibilidad de la pendiente a movimientos en masa

Rango de pendiente (°)	Descripción	Calificación según susceptibilidad a movimientos en masa
0 - 7	Plana a suavemente inclinada	1
7 - 11	Inclinada	2
11 - 19	Muy inclinada	3
19 - 40	Abrupta	4
>40	Escarpada	5

Fuente: Modificado de SGC, 2012

- Mapa de rugosidad.

La rugosidad del terreno se define como la variación de la pendiente en un área y representa la desviación del vector normal a la superficie en cada celda.

El valor 1 (ver Tabla 6) corresponde a rugosidad nula y los valores se hacen menores al aumentar la dispersión de los vectores (alta rugosidad). Se relaciona con los movimientos en masa de manera que las laderas de rugosidad alta son más propensas a presentar movimientos en masa debido a que los cambios sucesivos de pendientes favorecen una mayor infiltración del agua en el terreno y, por ende, aumenta la inestabilidad de este. Este cálculo se realiza, a partir del DEM, mediante sistemas de información geográfica.

Tabla 6. Valores de calificación de susceptibilidad para la rugosidad

Rango de rugosidad	Descripción	Calificación según susceptibilidad a movimientos en masa
<0,985	Rugosidad Muy baja o Nula	1
0,985 - 0,99	Rugosidad Baja	2
0,99 - 0,995	Rugosidad Media	3
0,995 - 0,9975	Rugosidad Alta	4



Rango de rugosidad	Descripción	Calificación según susceptibilidad a movimientos en masa
>0,9975	Rugosidad Muy Alta	5

Fuente: Modificado de SGC, 2012

- Mapa Acuenca

El atributo ACUENCA corresponde a la superficie de la cuenca aguas arriba de la celda cuya sumatoria de la superficie vierten a una celda determinada (cuenca acumulada). La variable se deriva del Modelo Digital de Elevación MDE y se expresa en m². Si bien es una variable cuantitativa, los valores de superficie son múltiplo del área de una celda, no tratándose de una variable continua. Los valores más altos de ACUENCA corresponden a aquellas celdas con gran flujo de agua, en este caso quebradas y ríos), sin embargo, la calificación mayor de susceptibilidad se les asignó a aquellos valores intermedios (

Tabla 7), los cuales corresponden a las celdas interpretadas como de flujo acumulado, es decir aquellas zonas que no favorecen el drenaje permanente

Ecuación 1. Calculo Acuenca

$$Acuenca = Flujo Acumulado * Tamaño de la celda$$

Tabla 7. Clasificación de la susceptibilidad del atributo Acuenca

Rango de Acuenca	Descripción	Calificación susceptibilidad a movimientos en masa
0	Divisoria de Aguas o Lomos	1
0 - 3500	Escorrentía Lenta	2
3500 - 40000	Flujo Acumulado	5
40000 - 1000000	Drenaje no permanente	3
>1000000	Quebradas, Ríos	1

Fuente: Modificado de SGC, 2012

1.6.2.2.2 Morfogénesis

Implica la definición del origen de las formas del terreno, es decir, las causas y procesos que dieron la forma al paisaje. El origen del paisaje depende de los procesos endogenéticos y la modificación por parte de los agentes exogenéticos (agua, viento, hielo), que actúan sobre la superficie terrestre en diferentes proporciones e intensidades, y durante intervalos de tiempos geológicos, cada unidad y subunidad geomorfológica fue calificada de acuerdo con los parámetros anteriormente expuestos.

1.6.2.2.3 Morfodinámica

Trata de los procesos activos en el presente o aquellos que se pueden activar en el futuro. Se refiere a la dinámica exógena relacionada con la actividad de los agentes como el viento, agua, hielo y la acción de la gravedad terrestre, que modifica las geoformas preexistentes. Los eventos naturales son específicos de cada ambiente morfogenético, afectan y modelan la superficie terrestre con diferentes grados de intensidad, imprimiéndole al terreno características propias de cada ambiente. A demás del origen del mecanismo, la calificación de la morfodinámica está sujeta a la



recurrencia de procesos de movimientos en masa, estos fueron evaluados a partir del registro histórico de eventos de movimientos en masa obtenido de diversas fuentes, el análisis de las imágenes satelitales y finalmente el inventario de procesos observados en campo.

A partir de la espacialización y evaluación de dichos eventos se calificaron las unidades geomorfológicas de acuerdo con la presencia y densidad de procesos morfodinámicos, a partir de lo cual se le atribuyó un valor de susceptibilidad a cada unidad.

La Tabla 8 expone las calificaciones de las formas del terreno presenten es en la zona de estudio siguiendo los criterios de morfogénesis y morfodinámica, siendo las formas del terreno más susceptibles aquellas que presentan las mayores pendientes y su origen esté asociado procesos denudacionales (por ejemplo, la forma de terreno cima de ladera de loma y colina) localizados al sur de la zona de estudio. Por otro lado, las unidades de origen aluvial y con bajas pendiente o nulas (como por ejemplo la forma de terreno Plano y talud de mesa) que se enmarcan a los cuerpos de agua y sus afluentes o aledaños, tienen calificaciones menores por susceptibilidad a sufrir fenómenos por movimientos en masa.

Tabla 8. Susceptibilidad a movimientos en masa por morfometría y morfogénesis

Forma del terreno	Nomenclatura	Morfodinámica	Morfogénesis	Calificación total
Albardón	Vpia	1	1	1
Bajo con herbazales	Ldbh	1	1	1
Bajos vegetados	Ldpbv	1	1	1
Cauce aluvial	Vpica	1	1	1
Cima y ladera de lomas	Llcl	3	4	3.5
Complejo de orillares	Vpico	1	1	1
Cubeta de decantación	Vpicd	1	1	1
Meandro abandonado	Vpima	1	1	1
Napa de desborde	Vpind	1	1	1
Plano de inundación de vallecito	Lvpi	1	1	1
Plano y talud de mesa	Mmpt	1	1	1
Plano y talud de terraza media	Vtptm	1	1	1
Sobrevega de cauce aluvial	Vpisv	1	1	1
Ápice de abanico sub-reciente	Paasr	2	2	2
Plano y talud de terraza alta	Vtpta	1	1	1
Cima y ladera de colinas	Lccl	3	3	3
Cima y ladera de loma y colina	Llcl	3	4	3.5
Cima y ladera de colinas_c	Lccl_c	3	3	3
Cima y ladera de colinas_a	Lccl_a	3	3	3
Abanico diluvial antiguo	Pada	2	2	2
Base de abanico antiguo	Paba	2	2	2
Cuerpo de abanico aluvial antiguo	Paca	2	2	2
Cuerpo de abanico sub-reciente	Pacsr	2	2	2
Base de abanico sub-reciente	Pabsr	2	2	2
Cuerpo de abanico sub-reciente	Pacsr	2	2	2
Ápice de abanico aluvial antiguo	Paaa	2	2	2

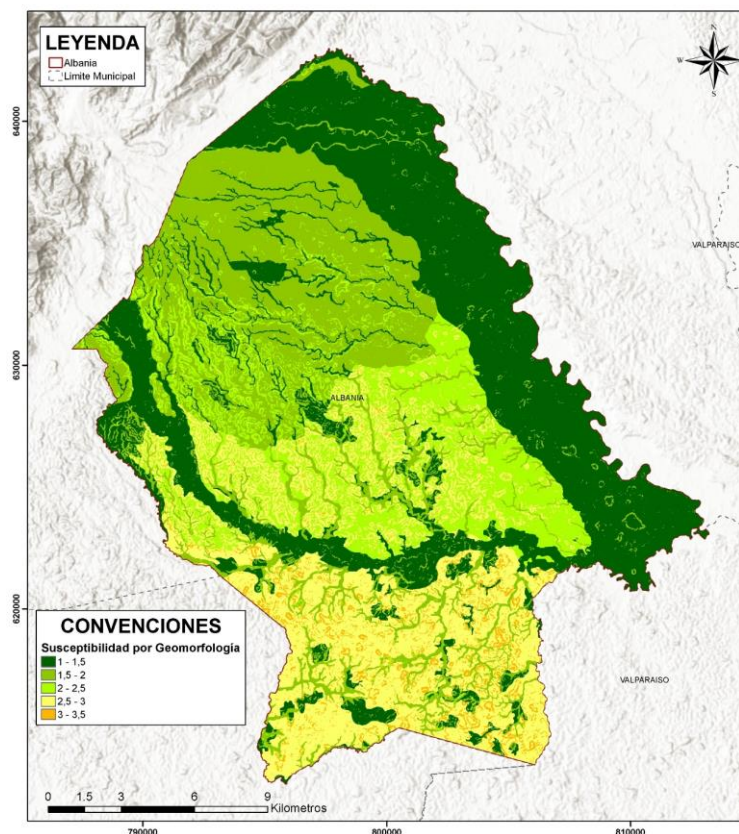


Forma del terreno	Nomenclatura	Morfodinámicas	Morfogénesis	Calificación total
Vega de vallecito	Lvv	2	2	2
Vega de vallecito en abanico diluvial antiguo	Pvvd	1	1	1
Vega de vallecito de abanico antiguo	Pvaa	1	1	1
Vega de vallecito de abanico sub-reciente	Pvvasr	1	1	1
Vega de vallecito en terraza aluvial	Vvta	1	1	1

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

De acuerdo con las características anteriormente descritas y los criterios morfodinámicos y morfogenéticos identificados en el municipio de Albania, se elaboró el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa por geomorfología (Figura 11). En este se observa que las zonas más susceptibles se relacionan principalmente a las periferias de los ríos San Pedro y Fragua Chorroso; los valores medios se encuentran en el sur del municipio. En las partes de baja pendiente del municipio no se relacionan eventos morfodinámicos, sumado a esto dichas zonas se consideran de ambientes principalmente deposicionales, razón por la cual los valores de susceptibilidad son bajos en toda el área.

Figura 11. Susceptibilidad a movimientos en masa por geomorfología para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.6.2.2.3 Suelos

La evolución edafológica se relaciona con el desarrollo de ciertas propiedades del suelo, las cuales tendrán cierta respuesta ante el dinamismo y disposición de las coberturas vegetales, la interacción del clima y la intervención humana. Para inferir esa capacidad y respuesta, en esta ocasión, orientada a la posibilidad de deterioro y movimientos



del suelo y estimar que tan susceptible o predispuesto esté a movimientos en masa, se requiere evaluar características propias de la condición natural de los suelos. La presente metodología define las variables: taxonomía, textura, profundidad y drenaje natural, con las que se evalúa su relación con la susceptibilidad a los movimientos en masa.

1.6.2.2.3.1 Textura.

La textura comprende la cantidad relativa de las diferentes partículas de suelo de tamaño menor de 2 mm de diámetro (arenas, limos y arcillas). La textura, se encuentra relacionada con la retención de humedad, aireación (difusión de gases), permeabilidad, intemperismo, volumen explorado por las raíces, manejo de suelos, fertilidad y nutrición mineral entre otras.

1.6.2.2.3.2 Taxonomía

La taxonomía de suelos corresponde a un sistema básico de clasificación para hacer e interpretar los levantamientos de suelos. Actualmente, la descripción taxonómica de suelos se basa en la clasificación y estructuración que hace la S.S.S. (Soil Survey Staff 1998). La clasificación taxonómica, permite realizar generalizaciones inductivas acerca de las características de las clases de suelos y establecer interrelaciones entre ellos.

1.6.2.2.3.3 Drenaje natural

La importancia del drenaje natural radica en conocer la frecuencia y duración de los períodos húmedos bajo condiciones similares, a aquellas en las cuales se han desarrollado los suelos, o sea, en condiciones naturales. IDEAM, 2009. El drenaje interno contribuye a la estabilización de masas de tierra, ya que logra controlar el flujo de agua subterránea, al mismo tiempo que reduce las presiones de poros y se aumenta por tanto la resistencia al corte del material (Fajardo Puerta, 2005).

1.6.2.2.3.4 Profundidad

La profundidad de los suelos está definida por el espesor de los horizontes establecidos por los estudios generales y detallados y en todo caso se puede definir hasta donde se encuentra el contacto con el material parental o litológico y puede tenerse también como referencia la profundidad efectiva (hasta donde pueden penetrar las raíces de las plantas).

Como se evidencia en la Tabla 9, la mayoría de los suelos presentan un alto grado evolutivo (gran concentración de óxidos de fe y caolinita), texturas arcillosas y niveles freáticos y cambios en el tipo de cobertura, asignándole a estas calificaciones altas y que representan zonas susceptibles a que se generen fenómenos por movimientos en masa en el área de estudio.

Tabla 9. Calificación de las unidades de suelo encontradas en el área de estudio

Ucs	Textura	Taxonomía	Drenaje	Profundidad	Calificación total
Typic Udifluent, Aeric Fluvaquent	3	5	2	3	3.2
Aeric Endoaquept, Typic Humaquept, Hydric Haplofibrist	5	5	5	2	4.25
Typic Endoaquept, Hydric Haplofibrist, Typic Humaquept	5	5	5	1	4
No suelo	0	0	0	0	0
Typic Kandiodult, Typic Hapludox, Aeric Haplaquox	4	1	1	5	3.05
Oxyaquic Dystrudept, Typic Udifluent	5	5	4	1	3.8
Typic Endoaquept	4	5	4	1	3.45
Typic Epiaquept	5	5	4	1	3.8



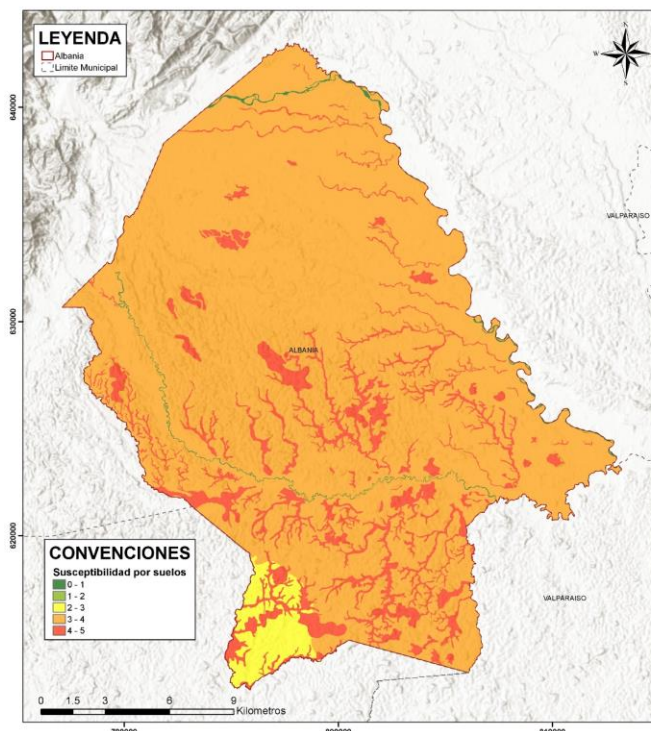
Ucs	Textura	Taxonomía	Drenaje	Profundidad	Calificación total
Typic Epiaquept, Oxyaquic Udifluvent	5	5	4	1	3.8
Typic Dystrudept, Typic Udorthent	5	5	2	2	3.65
Typic Udifluvent	4	5	2	1	3.05
Oxyaquic Dystrudept, Typic Humaquept	4	5	5	1	3.65
Typic Endoaquept, Oxic Dystrudept, Typic Udorthent	4	5	4	1	3.45
Oxic Dystrudept	5	5	2	3	3.9
Typic Udorthent, Inceptic Hapludult	3	5	1	1	3.9
Oxic Dystrudept, Typic Paleudult	5	5	2	3	3.9
Typic Hapludult, Typic Kandiodult, Typic Humaquept	5	1	2	4	3.35
Typic Hapludox, Oxic Dystrudept	4	1	3	5	3.45
Typic Kandiodox, Oxic Dystrudept	5	1	2	5	3.6
Typic Endoaquept, Oxic Dystrudept, Typic Udorthent	4	5	4	1	3.45
Typic Endoaquept, Typic Udorthent, Oxic Dystrudept	4	5	4	1	3.45
Typic Dystrudept	5	5	2	2	3.65
Typic Udifluvent, Typic Udorthent	3	5	2	3	3.2
Typic Udifluvent, Typic Udorthent	3	5	2	3	3.2
Typic Udifluvent, Typic Humaquept	5	5	5	1	4
Typic Udifluvent, Typic Udorthent	3	5	2	3	3.2
Areic Endoaquept, Typic Endoaquept, Typic Udifluvent, Aquic Dystrudept	5	5	5	2	4.25
Oxic Dystrudept, Typic Paleudult	5	5	2	3	3.9
Aquic Udifluvent	4	5	4	3	3.95
Typic kandiodult, Typic Paleudult, Typic Hapludox, Oxic Dystrudept	2	1	1	5	2.351

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Como paso final de la de definición de susceptibilidad por suelos, se integran los criterios internos de suelos, obteniendo la Figura 12. Se puede observar que la mayor parte del municipio tiene categoría alta, interrumpida por un segmento en susceptibilidad media en el sur. Dentro de estas categorías se resalta los suelos de vallecitos en categoría muy alta.



Figura 12. Susceptibilidad a movimientos en masa para suelos para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.6.2.2.4 Coberturas de la tierra

La cobertura de la tierra es un resultado de la interacción de la dinámica natural geológica, geomorfológica, los suelos, el clima y sistemas de comunidades bióticas, interrumpida por el hombre para su supervivencia y desarrollo. Dicha interrupción genera o contribuye a la aparición de diferentes procesos como afectación en la evolución de las especies, deterioro de ecosistemas, cambios en el patrón de ciclos hidrológicos, cambios en las formas del relieve (en gran número de casos en forma negativa produciendo movimientos en masa, flujos, avalanchas y erosión).

La calificación se realizó de acuerdo con el tipo de cobertura establecido según la metodología Corine Land Cover en el tercer nivel, la cual se evaluó según la propuesta de calificación del Servicio Geológico Colombiano (Tabla 10). Se puede observar las zonas de mayor calificación corresponden a aquellas áreas desprovistas de cobertura vegetal relacionadas con zonas y tierras desnudas, tal como se observa en la Figura 13

Tabla 10. Calificación de atributos según la contribución a la estabilidad

Cobertura natural	Calificación total
Bosque abierto bajo de tierra firme	0.9
Bosque de galería	0.9
Bosque denso alto de tierra firme	0.9
Bosque denso alto inundable	0.9
Bosque denso bajo de tierra firme	0.9
Bosque denso bajo inundable	0.9
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	1.4
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1.5

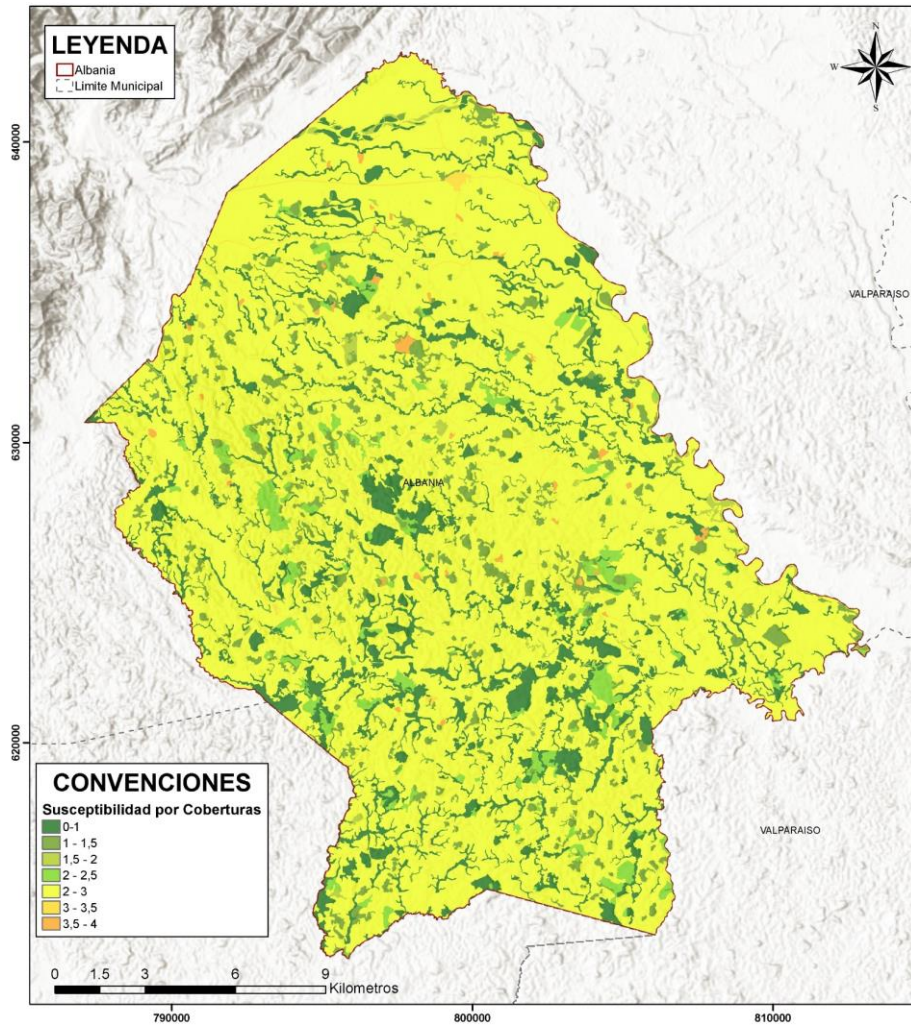


Cobertura natural	Calificación total
Caña	3
Cuerpos de agua artificiales	3
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	3
Mosaico de cultivos	2.9
Mosaico de cultivos con espacios naturales	2.9
Mosaico de pastos con espacios naturales	2.9
Mosaico de pastos y cultivos	2.9
Palmares	1.9
Pastos arbolados	3
Pastos enmalezados	3
Pastos limpios	3
Pastos y árboles plantados	3
Plantación de latifoliadas	1.9
Plátano y banano	2.6
Red vial y territorios asociados	3.5
Ríos	3
Tejido urbano discontinuo	3.5
Tierras desnudas y degradadas	3.6
Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	1
Vegetación secundaria	2.1
Vegetación secundaria alta	2.1
Vegetación secundaria baja	2.1
Yuca	2.6
Zonas arenosas naturales	2
Zonas pantanosas	1
Zonas quemadas	3.6

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



Figura 13. Susceptibilidad a movimientos en masa por coberturas para el municipio de Albania

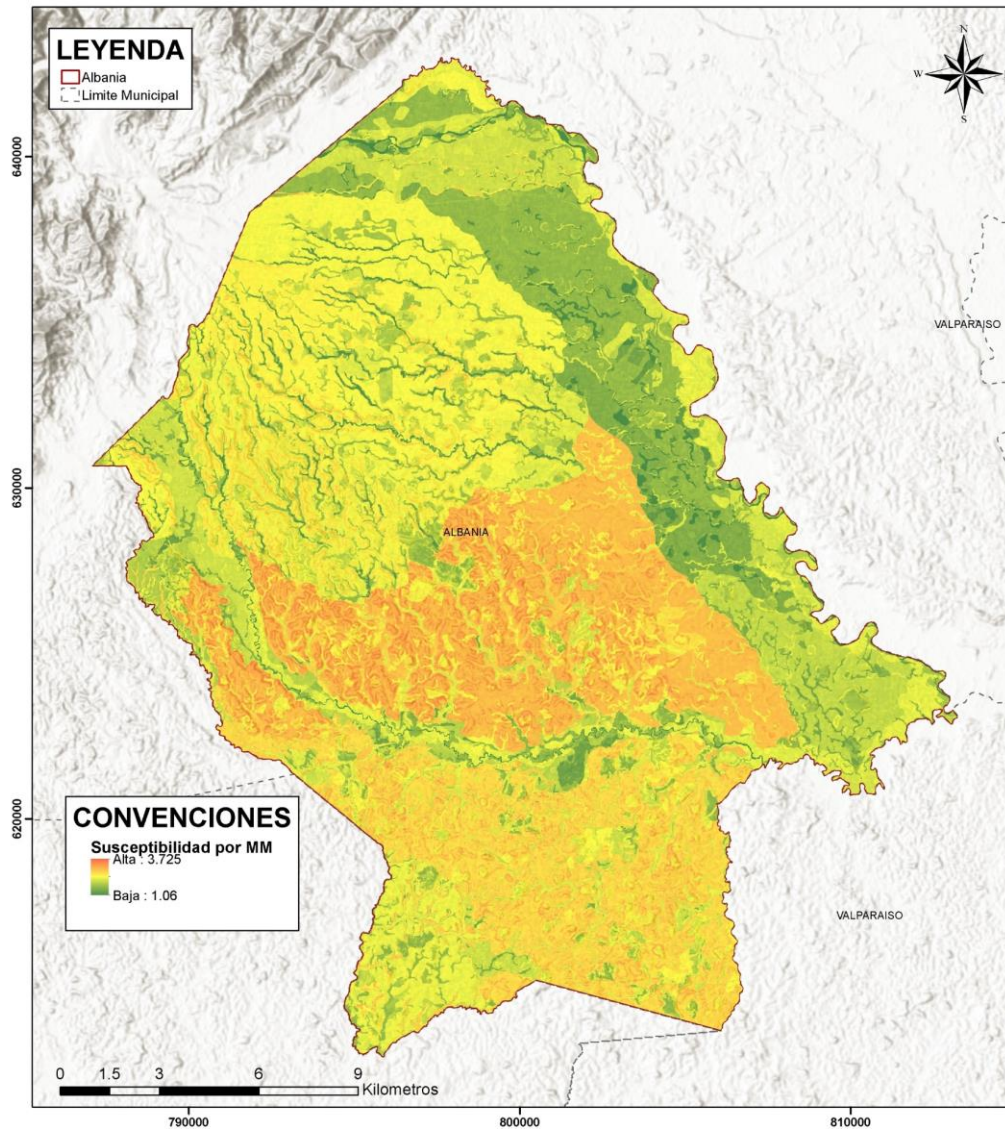


Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Luego de la determinación de susceptibilidad por cada una de las variables analizadas, se realizó la integración de todos los insumos de esta fase, mediante el uso de ponderados. Como resultado se obtiene la Figura 14 donde se muestra las categorías de susceptibilidad total a lo largo del municipio. En su mayoría, el municipio de Albania presenta susceptibilidad media, con algunas zonas locales donde la susceptibilidad es baja especialmente condicionada por el tipo de cobertura.



Figura 14. Susceptibilidad total a movimientos en masa para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.6.2.3 Detonantes de la amenaza

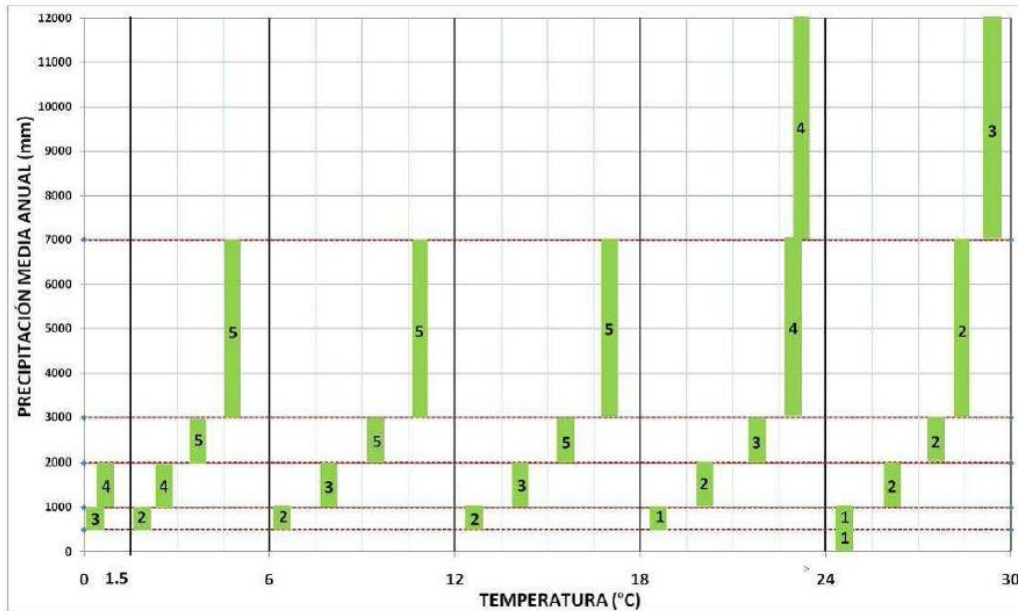
1.6.2.3.1 Clima

Generalmente los movimientos en masa están asociados a las lluvias, es por esto por lo que diversos autores han abordado el tema desde diferentes puntos de vista, tal como se describe Guzzetti et al. (2007) quien recopiló los parámetros tenidos en cuenta para el cálculo de los umbrales por diferentes autores. Algunos presentan ecuaciones universales independientemente de las condiciones geomorfológicas, litológicas y de uso del suelo, como los propuestos por Caine (1980), otros autores han definido distribuciones espaciales de lluvia como umbrales que detonan eventos relacionados con movimientos en masa. Por tanto, no existe una única metodología aplicada a la evaluación de distribuciones de lluvia como detonantes de fallas en taludes y no se ha usado un único conjunto de medidas de lluvia.



Para el detonante clima se utilizó la metodología propuesta por el Servicio Geológico Colombiano, la cual propone una matriz de calificación que enfrenta la precipitación media anual con la temperatura media del municipio.

Figura 15. Matriz de calificación del detonante clima



Fuente: Modificado de SGC, 2012

Según las características climatológicas existentes en el área de estudio, se evaluaron las condiciones de precipitación y temperatura para el municipio, de acuerdo con la información oficial existente en el IGAC y el IDEAM.

Generalmente los movimientos en masa están detonados por las lluvias; es por esto, que el mapa de amenaza por movimientos en masa se realizó tomando como detonante la precipitación media anual, la cual se considera como un indicativo de la humedad antecedente de suelo, cuando se presentan las lluvias máximas diarias. De igual manera, se contempla la temperatura promedio del área, pues se sabe que, a menores rangos de temperatura, existe menor evaporación y mayor contenido de humedad en el suelo, lo que contribuye a la generación de movimientos en masa.

En la Figura 16 se observan las condiciones generales de precipitación para el municipio de Albania, donde se presentan valores principales dentro de la distribución de lluvias medias anuales. Al norte del municipio, se registran valores cercanos a 4000mm, mientras que, al sur del área de estudio, se encuentran valores que oscilan entre 3190mm y 3200mm. En cuanto a la temperatura, la Figura 17, evidencia que el municipio de Albania enmarca un rango de temperaturas promedio entre los 25° y 26°. Dadas las condiciones establecidas en el marco climatológico del municipio, se clasificó el total del área de estudio con un valor de amenaza de 2 (bajo), esto siguiendo la matriz de clasificación propuesta por SGC, 2012.

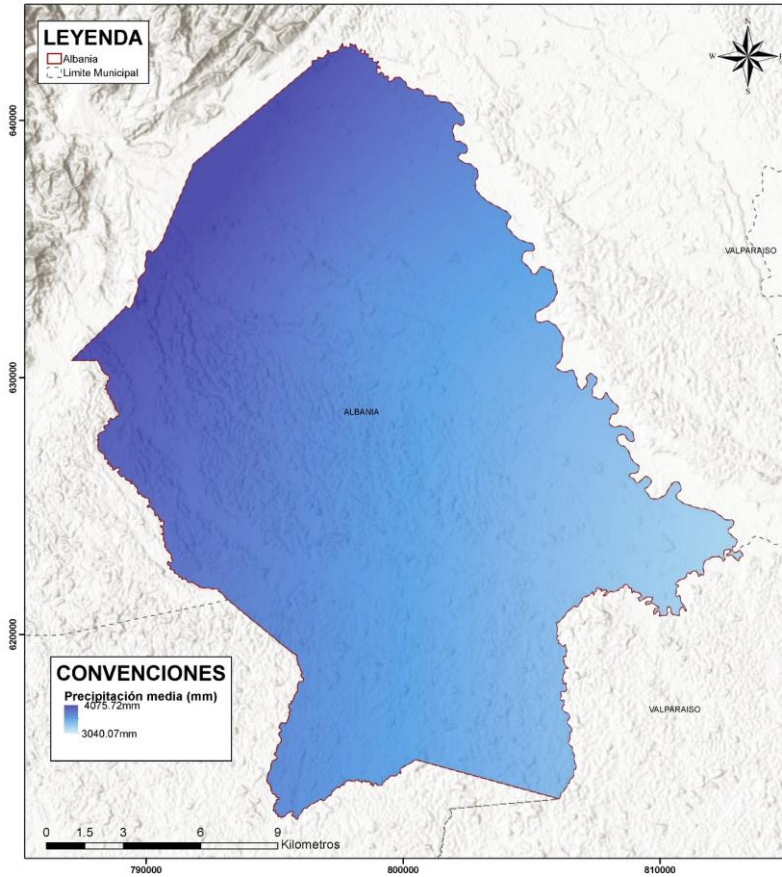


REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DEL CAQUETA
MUNICIPIO DE ALBANIA



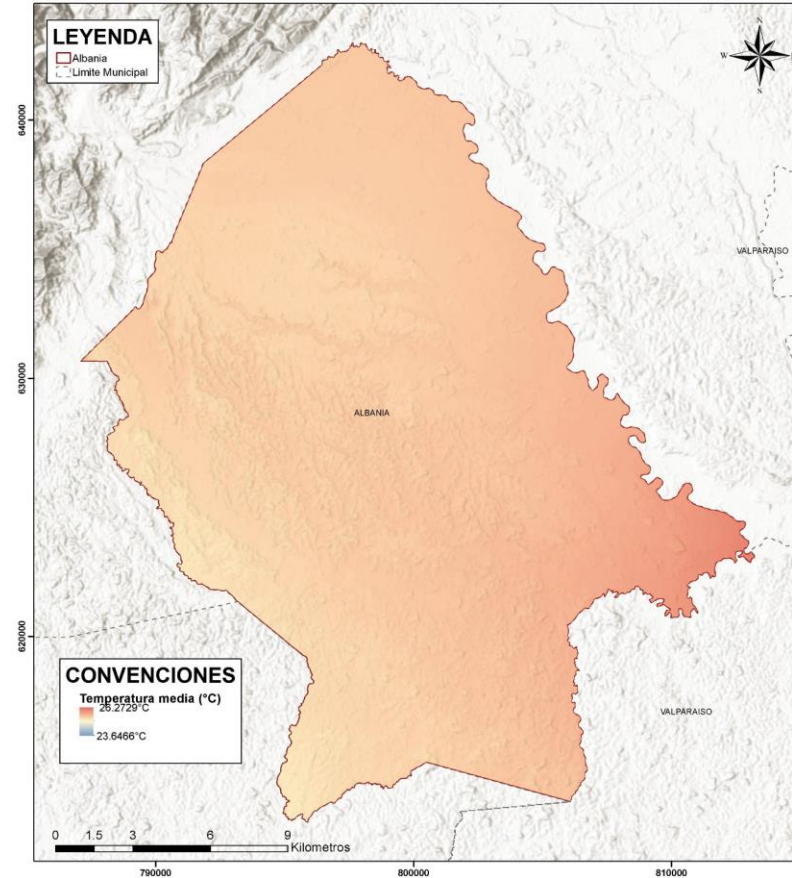
Figura 16.

Distribución del detonante precipitación para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Figura 17. Distribución del detonante temperatura para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

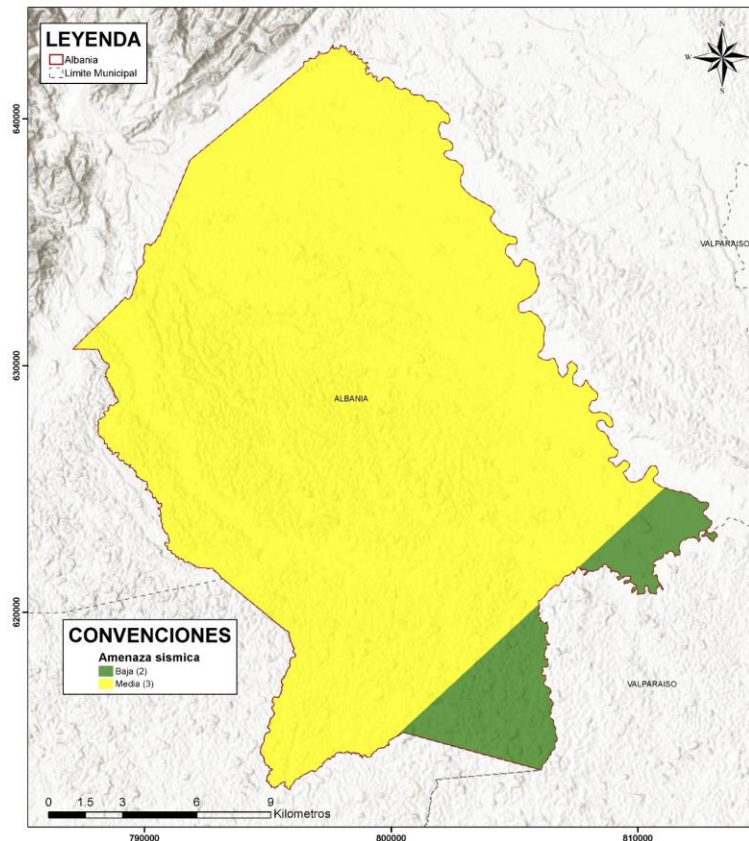


1.6.2.3.2 Sismo

Los taludes se encuentran en diferentes rangos de estabilidad. Cuando un sismo ocurre induce un movimiento del terreno, a menudo suficiente para causar fallas a taludes que están en los rangos más bajos de estabilidad. Los daños resultantes pueden ser desde insignificantes a catastróficos dependiendo de la geometría y de las características del material del talud.

De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) realizada por el la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica para la aceleración horizontal que pueda ocasionar un movimiento en masa (AIS,2010), se establece entonces a partir de la consulta de dicho documento que el municipio de Albania presenta un rango de valores de aceleración sísmica intermedia (Figura 18).

Figura 18. Distribución del detonante sismo para el municipio de Albania



Fuente: Modificado de SGC 2010

1.6.3 Zonificación de la amenaza por movimientos en masa

Los detonantes fueron involucrados en el álgebra de mapas del cálculo de amenaza mediante las siguientes expresiones:

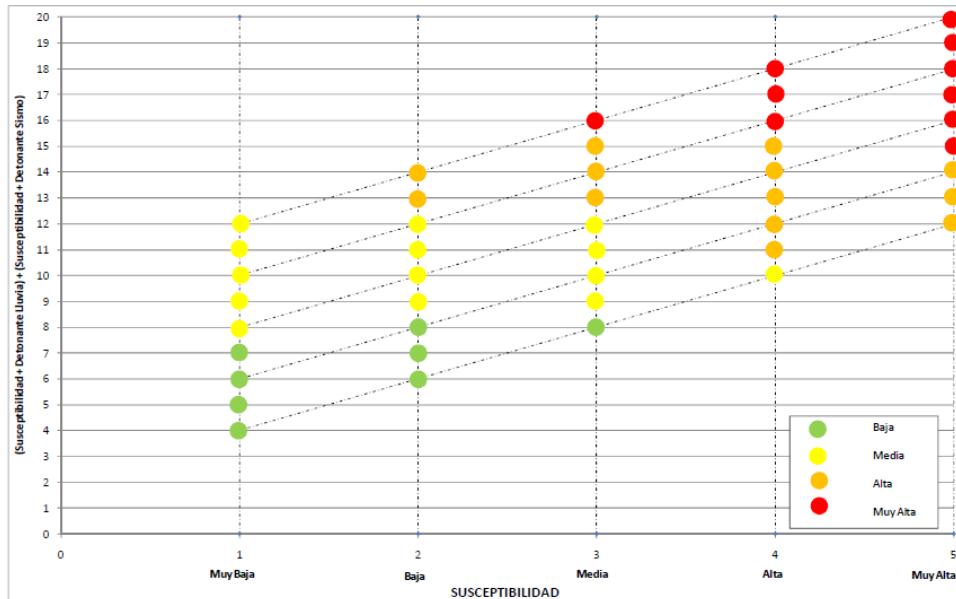
Ecuación 2. Detonantes de la amenaza

$$\begin{aligned} \text{Amenaza por sismicidad} &= \text{Susceptibilidad final} + \text{donante sismo} \\ \text{Amenaza por Clima} &= \text{Susceptibilidad final} + \text{detonante clima} \end{aligned}$$

Para el cálculo de la amenaza total se utilizó la matriz de decisión establecida por el SGC para la determinación de esta (Figura 19), la cual involucra los parámetros metodológicos anteriormente mencionados. A partir del cruce de los mapas obtenidos debido a la matriz se obtuvo el mapa de amenaza por movimientos en masa.



Figura 19. Matriz de decisión para la categorización de la amenaza relativa



Fuente: SGC 2012

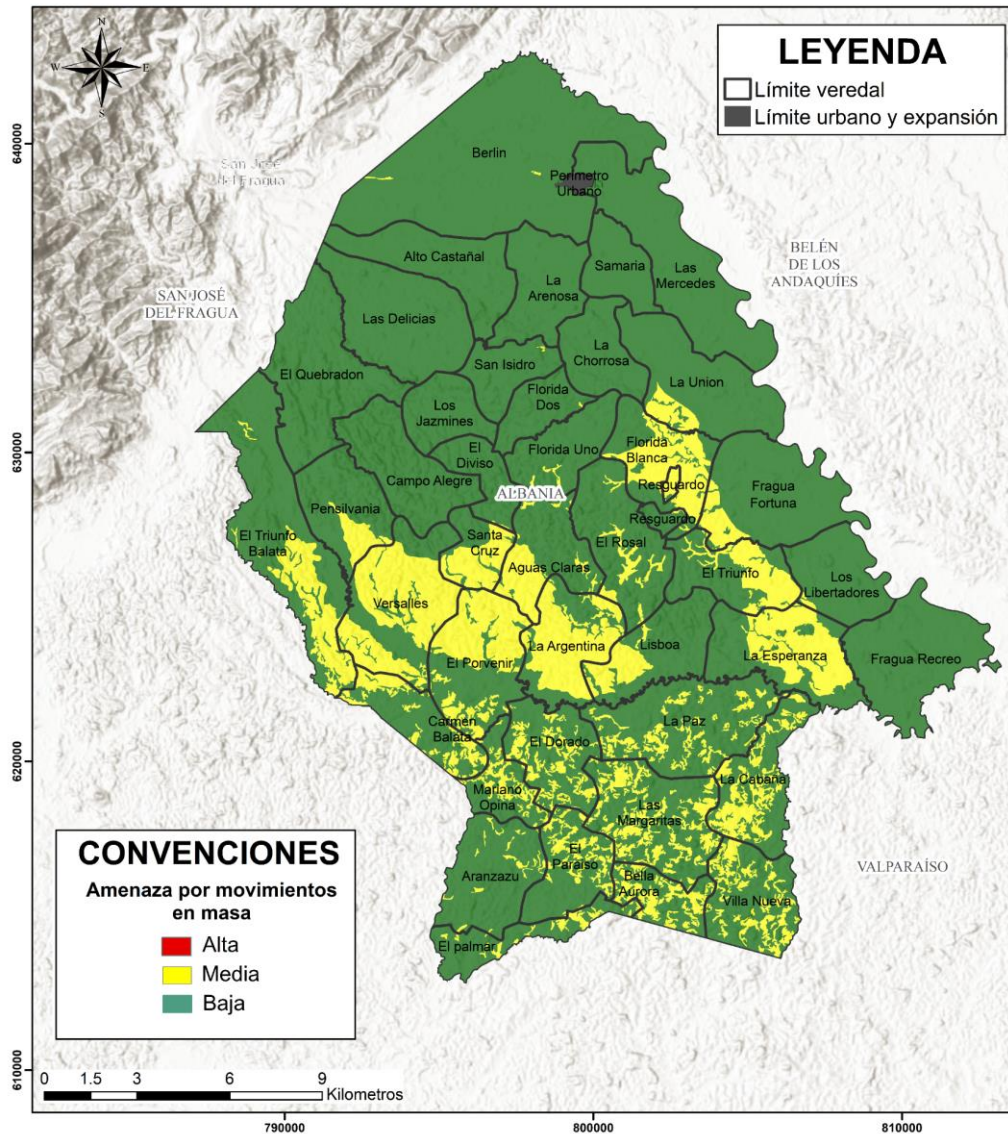
La zonificación final de amenaza por movimientos en masa, para el municipio de Albania (Figura 20), muestra que el 82% del municipio, se encuentra categorizado en amenaza, baja, principalmente en las zonas de baja pendiente. Del mismo modo, en el sector central del municipio, predomina la amenaza media. Finalmente, ningún sector fue zonificado en amenaza alta, debido a la ausencia de diferentes factores como pendientes, unidades geomorfológicas asociadas a procesos erosivos, litología entre otras.



Figura

20.

Zonificación final de la amenaza por movimientos en masa para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Las áreas con zonificación baja de amenaza por movimientos cubren la mayor parte del área de estudio con 33665.71ha (81.69%) y se encuentran distribuidas en las zonas que corresponden al relieve más bajo del municipio ubicándose principalmente en las veredas de: Aranzazu, Aguas Claras, Alto Castañal, Bella Aurora, Berlin, Cabecera Municipal, Campo Alegre, Carmen Balata, El Diviso, El Dorado, El palmar, El Paraíso, El Porvenir, El Quebradón, El Rosal, El Triunfo, El Triunfo Balata, Florida Blanca, Florida Dos, Florida Uno, Fragua Fortuna, Fragua Recreo, La Arenosa, La Argentina, La Cabaña, La Chorrora, La Esperanza, La Paz, La Unión, Las Delicias, Las Margaritas, Las Mercedes, Lisboa, Los Jazmines, Los Libertadores, Mariano Opina, Pensilvania, Resguardo, Samaria, San Isidro, Santa Cruz, Versalles, Villa Nueva.

La amenaza media por movimientos en masa se ubica principalmente en la parte central y sur del área de estudio, las cuales corresponden a las geofomas de cima y laderas de colinas, en donde se evidencian procesos de reptación. Esta categoría se encuentra en las veredas de Aranzazu, Aguas Claras, Bella Aurora, Berlin, Carmen Balata, El Diviso, El Dorado, El palmar, El Paraíso, El Porvenir, El Rosal, El Triunfo, El Triunfo Balata, Florida



Blanca, Florida Dos, Florida Uno, Fragua Fortuna, La Argentina, La Cabaña, La Esperanza, La Paz, La Unión, Las Margaritas, Lisboa, Los Libertadores, Mariano Opina, Pensilvania, Resguardo, San Isidro, Santa Cruz, Versalles, Villa Nueva. En total, ocupa un área de 7545.51ha (18.34%) del área del área de estudio.

La Figura 21 muestra una ladera categorizada como de amenaza media dada su pendiente alta, geformas asociadas a ser susceptibles a fenómenos en movimientos en masa, procesos erosivos, cambios en la cobertura entre otras.

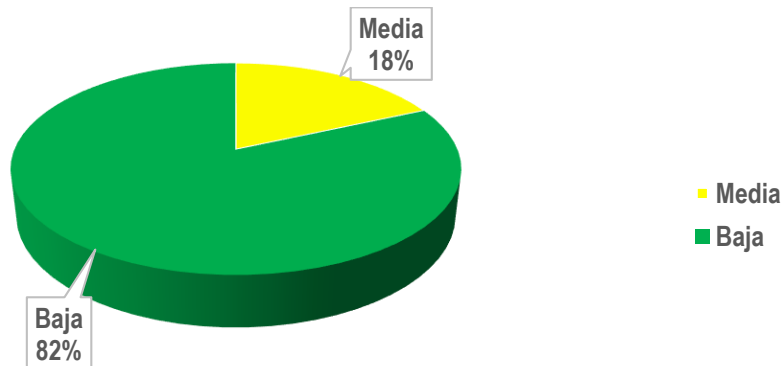
Figura 21. Ladera en categoría de amenaza media asociada, en la vereda Berlín



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

En la Figura 22, se observa el porcentaje de amenaza en categoría media y baja por movimientos en masa identificados en el municipio, estando el 82% del total del municipio en amenaza baja y el 18% en amenaza media.

Figura 22. Porcentajes de amenaza por movimientos en masa en el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

la Tabla 11 relaciona de manera acotada el área identificada para cada categoría de amenaza (media y baja) y su porcentaje equivalente al total del municipio.



Tabla

11.

Relación de las áreas por categoría de amenaza

Amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Media	7545.51	18.33%
Baja	33621.9	81.67%
Total	41167.41	100.00%

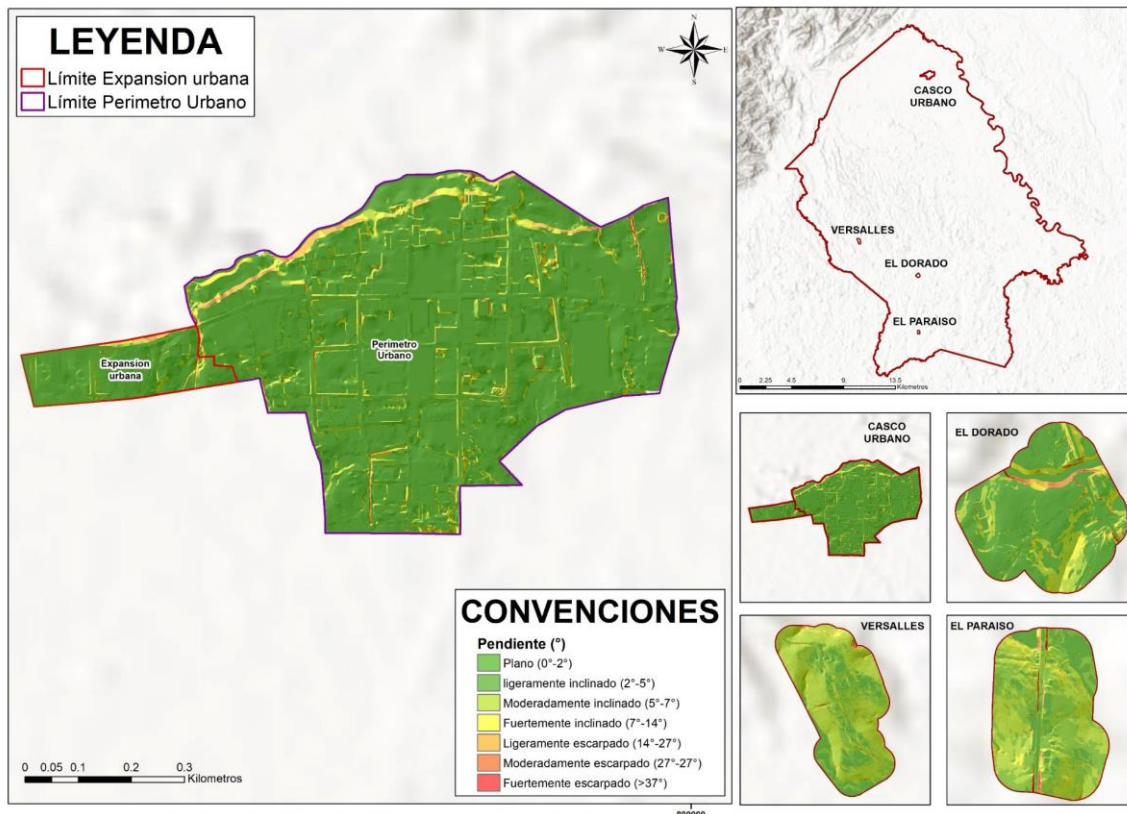
Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.7 Estudio básico de amenaza por movimientos en masa en suelo urbano, de expansión urbana y centros poblados

De acuerdo con lo establecido en el decreto 1807 de 2014, se deben adelantar estudios de delimitación y zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:5.000 para la zona urbana.

Al realizar el modelo de pendientes del casco urbano y los centros poblados de Dorado, Versalles y el Paraíso (Figura 23), se observa que el relieve es predominantemente plano a ligeramente inclinado (pendiente menor a 5°), a pesar de que hay pequeños sectores que muestran pendientes inclinadas, obedecen a un patrón rectilíneo, puesto que rodean las vías y corresponde a desniveles generados por las edificaciones de la zona, no a un cambio en la pendiente natural del terreno. Esto representa baja inestabilidad en la zona y por ende amenaza baja por movimientos en masa. Por esta razón, según lo observado en campo, sumado a la ausencia de eventos históricos y siguiendo los lineamientos técnicos del Artículo 8 del decreto 1807 de 2014, se descarta la probabilidad media y alta para la ocurrencia de movimientos en masa.

Figura 23 Rangos de pendientes para el casco urbano del municipio de Albania





1.8 Estudio básico de amenaza por inundación en suelo rural

El área comprendida por el municipio de Albania enmarca una región muy importante de la cuenca alta y media del Río Caquetá. Este sector combina un sistema hídrico caracterizado por la presencia de cuerpos de agua lóticos, destacando entre estos los cauces principales del Río Fragua Chorroso.

Como generalidad, el municipio se caracteriza por la presencia de pendientes muy bajas y suaves en el sur oriente del municipio. Sin embargo, hacia el noroccidente se reconocen morfologías montañosas. Aunque estas zonas tienen una baja densidad generan procesos de erosión uniforme. Por otro lado, continuamente aportan ladera abajo una cantidad considerable de agua y sedimentos, principalmente al cauce del Río Fragua Chorroso, formando un patrón de drenaje dendrítico controlado por la topografía y las características litológicas y estructurales de la zona.

Las inundaciones son fenómenos hidrológicos que generalmente son el resultado de fuertes precipitaciones y de la labor de la dinámica de una corriente, expresada a través de los desbordamientos y migraciones de cantidades de agua considerables. Las secuelas de estos procesos pueden llegar a ser muy nocivas si se subestima su energía y magnitud de impacto, ya que generan una gran inseguridad y riesgo para las poblaciones e infraestructura (especialmente agrícola) que puedan estar localizadas en zonas susceptibles y con alta predisposición a este tipo de eventos.

Estos fenómenos suelen generarse durante las temporadas climáticas de mayor pluviosidad, ya que usualmente se originan por lluvias persistentes y generalizadas ocasionando un aumento progresivo del nivel de las masas de agua, lo cual ocasiona que se sobrepase la capacidad de retención del suelo y se supere la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando desbordamientos y dispersión de las aguas con cierta periodicidad sobre gran parte de las zonas aledañas a los cursos de agua que normalmente no se encuentran sumergidas, como lo son las llanuras de inundación y los sistemas de terrazas bajas de las planicies aluviales (IDEAM, 2016).

En épocas de intensas anomalías climáticas, las terrazas medias y zonas más distales de las riberas de los ríos también pueden verse afectadas, esto como consecuencia de inundaciones inusuales por periodos climáticos de altas precipitaciones, como se observó en Colombia con el impacto del Fenómeno “La Niña” 2010-2011 que tuvo afectaciones en todo el país, específicamente por las crecientes de los ríos.

Tabla 12. Tipo inundaciones con sus posibles efectos

Causa	Efectos
Fluvial: Desbordamiento y dispersión de corrientes de agua de ríos y quebradas	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de bienes materiales y vidas • Repercusiones económicas causadas por afectación en cultivos y áreas de pasto para ganadería. • Secuelas ambientales y de la cobertura vegetal por sobre hidratación y exposición a condiciones extremas • Alteración del balance hídrico de la zona, generando a su vez en zonas de interés y productividad pesquera, una sustancial disminución de esta al reducirse las migraciones reproductivas y la oferta de nutrición de los peces de importancia comercial
Pluvial: Encharcamientos de aguas lluvias represadas por saturación de la capacidad de drenaje del terreno.	

Fuente: Adaptado de Narvaez Mora & Viteri Palacios (2009)



1.8.1 Estudios previos

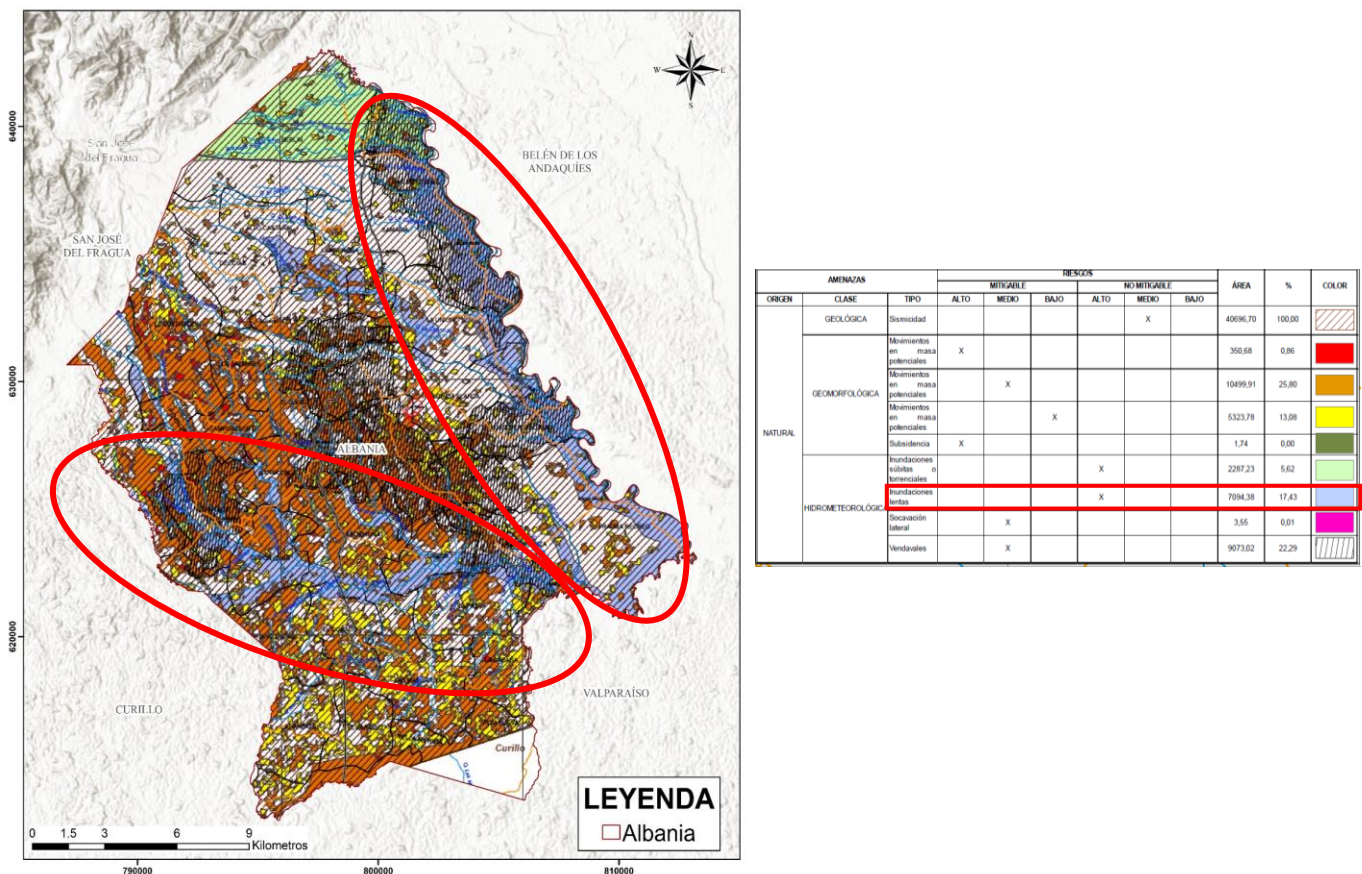
El municipio de Albania ha sido objeto de estudios e informes sobre las amenazas de origen hidrometeorológico que existen en el territorio. Existen reportes de eventos y zonificaciones que aportan al entendimiento de la dinámica de las inundaciones lentas ocurridas en zona rural del municipio. Dentro de los documentos recopilados se resaltan los siguientes:

- Esquema de Ordenamiento Territorial vigente año 2014
- Plan Municipal de Gestión del Riesgo municipio de Albania 2018
- Plan Departamental de Gestión del Riesgo del Caquetá
- Estudios departamentales de gestión del riesgo 2018

1.8.1.1 Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT)

En el marco de la actualización del esquema de ordenamiento territorial en el año 2012 se evalúan las amenazas y riesgos de origen natural presentes en el municipio, en donde se zonifica un riesgo alto no mitigables por inundaciones lentas en la llanura aluvial del río Fragua Chorroso a partir de la desembocadura del brazuelo Fragua Medio, la llanura del río San Pedro, y algunos vallecitos de los lomeríos que se extienden a lo largo del municipio; estas áreas se pueden observar en la representadas en color azul (Figura 24). La distribución espacial de cada una de estas amenazas dentro del municipio, se resalta la presencia de inundaciones en color azul.

Figura 24 Mapa de amenazas rurales en el EOT del municipio de Albania



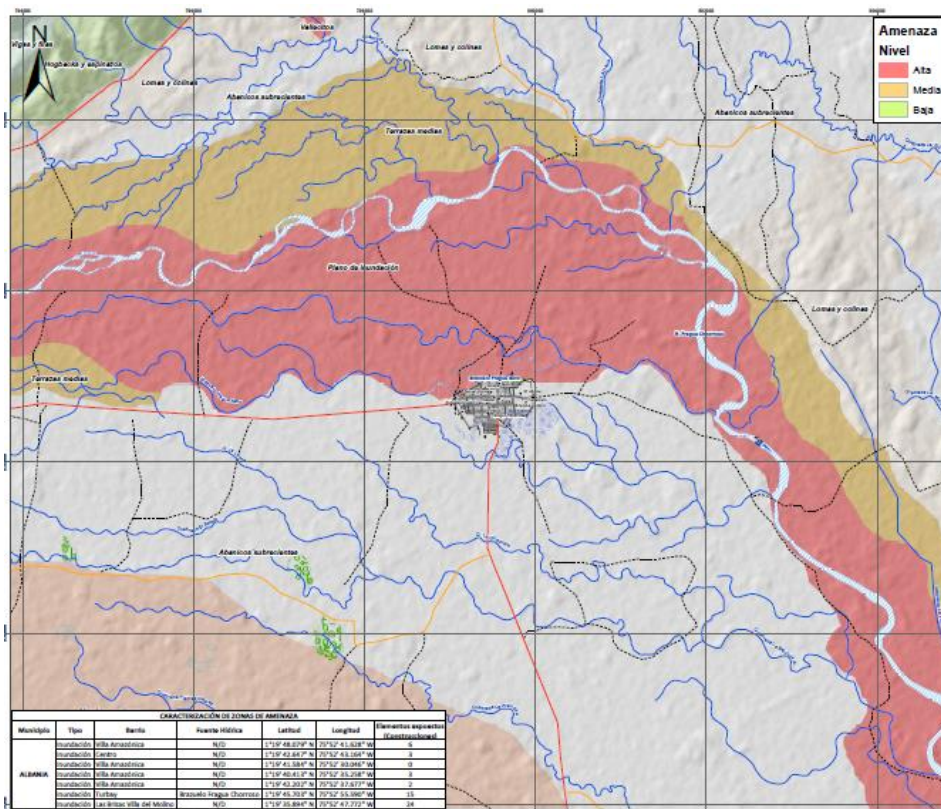
Fuente: (Alcaldía municipal de Albania, 2012)



1.8.1.2 *Estudios Departamentales de Gestión del Riesgo*

Como parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, el departamento de Caquetá ha adelantado acciones y proyectos que aporten al conocimiento del riesgo en los municipios que lo conforman. De esta forma, mediante la UT Gestión del riesgo Caquetá 2018, se realizó la consultoría donde se brindó asistencia técnica departamental en diferentes estudios. Adicionalmente se realizó la zonificación de algunas amenazas. Puntualmente, para la amenaza por inundación rural en el municipio de Albania, se desarrolló una metodología heurística utilizando como insumos las unidades geomorfológicas, la recurrencia de eventos históricos junto con un análisis de precipitación. Como resultado se obtuvo la zonificación que se muestra en la Figura 25.

Figura 25. Zonificación de amenaza por inundación en el municipio de Albania desarrollada por UT Gestión del riesgo Caquetá 2018.



Fuente: UT Gestión del riesgo Caquetá 2018

De acuerdo con esta zonificación, puede observarse que la categoría de amenaza alta se centra en la geoforma plano de inundación desde el río Fragua Chorroso hasta el brazuelo Fragua Seco que pasa por el extremo norte del casco urbano del municipio de Albania. Por el contrario, la amenaza media fue atribuida para las geoformas de terrazas medias.

1.8.2 *Descripción metodológica*

En este capítulo se encontrará el análisis para zonificación de la amenaza por inundaciones para el municipio de Albania. Para esta zonificación se hace uso imágenes satelitales para diferentes temporalidades (1969, 1999 y 2020) y un modelo digital de elevación con una resolución de 12.5 m por píxel.

A partir de los insumos se realiza el análisis geomorfológico permitiendo delimitar las geoformas de fluvial que son susceptibles a presentar inundaciones, teniendo esta geoformas identificadas, se realiza un análisis de los reportes de eventos históricos (localización y caracterización) tanto de los eventos históricos reportados en



fuentes

secundarias, como la información social recolectada en los procesos de participación ciudadana y la validación de estas con información de campo como zonas con mayor propensión a este tipo de fenómenos. Además de esto se realiza la caracterización de la dinámica fluvial del municipio en diferentes temporalidades a través de un análisis multitemporal de imágenes de sensores remotos, reconociendo las zonas de divagación y cambio en los meandros del Río Fragua Chorroso (Figura 26)

Por ultimo para realizar la zonificación de la amenaza por inundación en el municipio de Albania se realizó una integración de análisis de tipo geomorfológico -histórico, en donde esta zonificación tuvo en cuenta el análisis de eventos históricos en las unidades geomorfológicas previamente definidas como susceptibles a sufrir fenómenos de este tipo (establecidas en el ítem de análisis geomorfológico) y el análisis de la dinámica fluvial en el municipio, a través de una matriz de decisión que contempla las variables antes descritas.

La zonificación obtenida se presentará en tres niveles jerárquicos (Alto, Medio y Bajo), todo esto de acuerdo con los parámetros establecidos por el Decreto 1807 de 2014 en su artículo 9°.

Figura 26. Metodología implementada para la zonificación por inundaciones en suelo rural



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.8.2.1 Análisis geomorfológico

La geomorfología de una región está constituida por el conjunto de geofomas que han sido modeladas por los agentes geológicos imperantes en el área; entendiendo que estas son el producto de la interacción entre los materiales térreos y los procesos, donde intervienen fuerzas endógenas y exógenas, las cuales le imprimen características específicas en los diferentes ambientes y zonas geográficas del territorio, en algunos casos la acción antrópica ha contribuido de manera importante en la forma del paisaje.

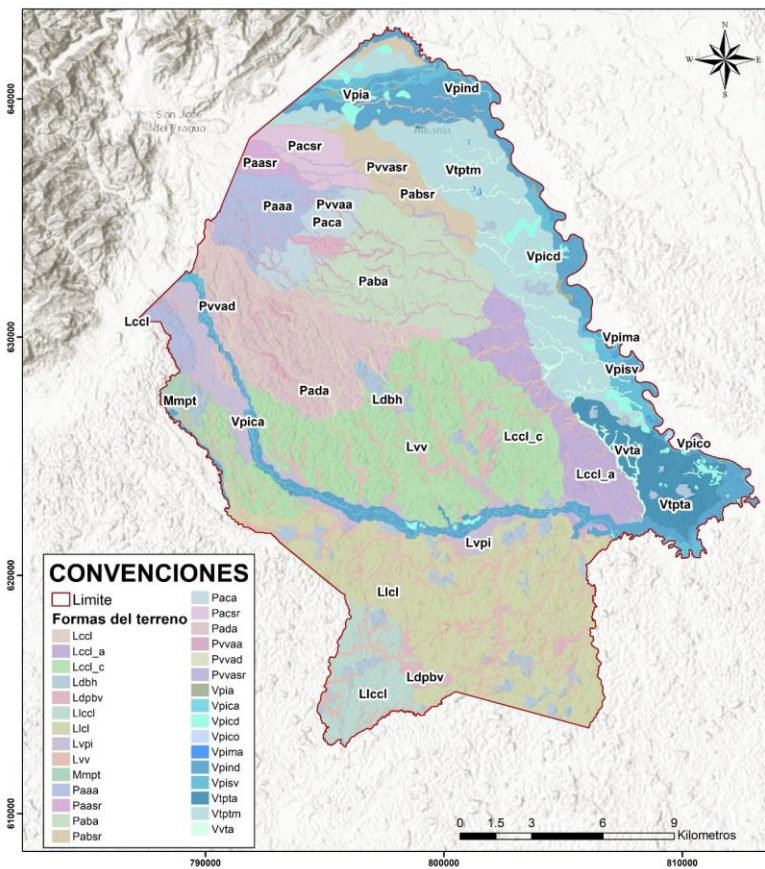
Las unidades geomorfológicas contienen características intrínsecas como morfodinámica, morfogénesis, morfometría y morfocronología a partir de las cuales se pueden determinar unidades que se encuentran relacionadas con procesos de paleo-inundaciones (reconocimiento de procesos de inundaciones antiguos), su intensidad y su cronología (procesos activos, intermitentes o antiguos), todo esto a través de la identificación y clasificación de diferentes tipos de depósitos y sus disposiciones, con el fin de delimitar y zonificar áreas geomorfológicamente activas dentro del cauce fluvial y sus riberas, y por tanto predispuestas a ser inundadas debido la dinámica natural de la corriente fluvial.

Para el análisis de las Inundaciones dentro del municipio de Albania se tienen en cuenta como morfologías principales aquellas asociadas a dinámicas fluviales, puesto que estas representan los procesos y geofomas con



un mayor factor de susceptibilidad a presentar eventos de inundación por desborde de los cauces en creciente progresiva o súbita. Con el resultado de la interpretación geomorfológica se analizaron las geoformas fluviales que permitieron caracterizar los procesos morfodinámicos dominantes en los fenómenos de inundación, de acuerdo con el análisis histórico registrado y las características texturales y geométricas intrínsecas de las geoformas. El mapa geomorfológico realizado para el área del municipio de Albania, según la metodología de Zinck (2012) (Figura 27), brinda información sobre las características morfodinámicas, morfogenéticas, morfométricas y morfocronológicas de las formas del terreno identificadas, a partir de esta información se realiza un análisis de aquellas morfologías que se encuentran asociadas a dinámicas fluviales, ya que estas son las que representan principalmente las áreas donde ocurren los eventos de inundaciones y las que cuentan con un mayor factor de susceptibilidad a inundaciones por el desbordamiento de cauces en crecientes lentas y súbitas.

Figura 27. Unidades geomorfológicas identificada para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

El moldeamiento del paisaje a través de los agentes geológicos de un área construye el conjunto de geoformas que componen una región geomorfológica. Dichos agentes son el resultado de la combinación del material térreo junto con los procesos exógenos, endógenos; esta combinación junto con la acción antrópica en algunos casos genera una serie de características específicas para cada ambiente o zona del territorio, formando el paisaje de este.

A partir de las características morfogenéticas, morfodinámicas, morfocronológicas y morfométricas de las unidades geomorfológicas, principalmente mediante la clasificación de depósitos y sus disposiciones, se pueden identificar unidades asociadas a eventos antiguos de inundación (paleo-inundaciones), la intensidad y evolución de estos (a través del reconocimiento de procesos activos, intermitentes o antiguos). Lo anterior es útil en la



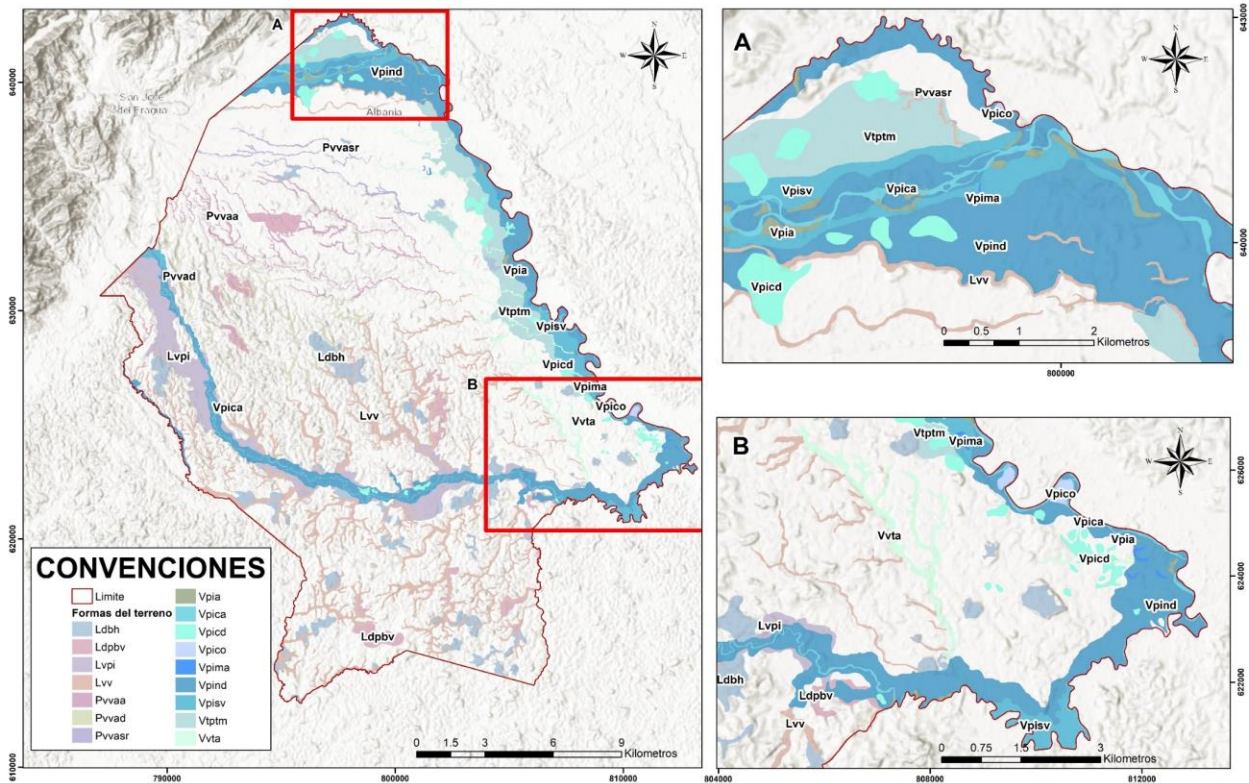
delimitación y zonificación de áreas activas geomorfológicamente dentro del cauce fluvial y sus riberas, y por tanto predispuestas a ser inundadas debido a la dinámica natural de la corriente fluvial.

Teniendo en cuenta que las áreas con una mayor susceptibilidad a presentar eventos de inundación por desborde de los cauces en creciente progresiva o súbita son las geoformas asociadas a dinámicas fluviales; se analizan los aspectos morfológicos principales, que puedan estar asociados a inundaciones. Finalmente, a través del análisis geomorfológico, se extraen las geoformas fluviales que permiten junto con los eventos históricos y las características texturales, geométricas intrínsecas de las geoformas, describir los procesos morfodinámicos dominantes en los fenómenos de inundación.

1.8.2.1.1 Identificación de geoformas susceptibles

Puesto que los procesos y geoformas asociadas a dinámicas fluviales son aquellas áreas con un mayor factor de susceptibilidad a presentar eventos de inundación por desborde de los cauces en creciente progresiva o súbita, se tienen en cuenta como morfologías principales, asociadas a inundaciones. Con el resultado de la interpretación geomorfológica se extrajeron las geoformas fluviales que permitieron caracterizar los procesos morfodinámicos dominantes en los fenómenos de inundación, de acuerdo con los eventos históricos registrados y las características texturales y geométricas intrínsecas de las geoformas. En este orden de ideas se tomaron las unidades controladas predominantemente por agentes morfogenéticos fluviales como susceptibles a inundaciones, entre estas se encontraron formas del terreno como Plano de inundación de vallecito, meandro abandonado, barra de canal, cauce aluvial, complejo de orillares, cubeta de decantación, napa de desborde, sobrevega de cauce aluvial, bajo con herbazales, vega de vallecito, albardón, y bajos vegetados.

Figura 28. Geoformas susceptibles a inundaciones en el municipio de Albania.



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



Geoformas susceptibles a inundaciones presentes en el municipio de Albania

Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Descripción
Lomerío	Deposicional	Depresión	Bajo con herbazales	Ldbh	Superficie planocóncava y ovalada, en la cual se presentan condiciones de acumulación de agua, convirtiéndose en pequeñas zonas húmedas con altos contenidos de arcillas y presencia de coberturas de tipo herbazales.
			Bajos vegetados	Ldpbv	Representa una superficie planocóncava y ovalada, con situaciones de acumulación de agua, generando pequeñas zonas húmedas donde se depositan arcillas y presencia de coberturas vegetales.
		Vallecito	Plano de inundación de vallecito	Lvpi	Superficie llana y alargada de las terrazas, remanente de fluctuaciones que pudo sufrir el nivel de base de erosión local.
			Vega de vallecito	Lvw	Corresponde a la porción de tierra más baja del vallecito, la cual bordea ambos márgenes de la corriente principal, es frecuentemente inundable.
		Valle	Deposicional	Plano de inundación de río meándrico activo	Albardón
Barra de canal	Vpibc				Representa barras de arena en medio de los canales, son típicas en los cauces principales, se forman en asociación con tras barras.
Cauce aluvial	Vpica				Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes, con superficies de pendientes planas a suavemente inclinadas.
Cubeta de decantación	Vpicd				Hace referencia a la zona más baja del plano de inundación, su topografía es plano cóncavo favorece el estancamiento de aguas de desborde y corrientes intermitentes tributarias, lo que facilita la decantación de



Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Descripción
					partículas finas como los limos y arcillas.
			Complejo de orillares	Vpico	Formas del terreno cóncavoconvexa, alargada y curvada, se presentan en patrones de surcos y camellones de diversa amplitud, en la orilla interna de los meandros por deposición sucesiva de capas de arenas finas y limos.
			Meandro abandonado	Vpima	Tramos de lecho del río correspondiente a la curva del meandro abierta o cerrada, ocurre con la rotura del meandro cuando este acorta su curso, el taponamiento de sus extremos es rápido y se da por la acumulación de sedimentos del propio lecho.
			Napa de desborde	Vpind	Son zonas de transición entre el albardón y la cubeta, formada por la acumulación de sedimentos de granulometría mediana en los que prevalecen los limos.
			Sobrevega de cauce aluvial	Vpisv	Es la zona intermedia entre las terrazas y el plano de inundación, bordean uno o ambos márgenes de los cauces y son periódicamente inundables.
		Terraza media	Plano y talud de terraza media	Vtptm	Superficie plana a suavemente inclinada, de morfología ondulada, su origen es debido a la ampliación del valle de un río, debido a la erosión en sus márgenes.

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.8.2.2 Caracterización del sistema fluvial y eventos históricos.

1.8.2.2.1 Sistema fluvial río Fragua Chorroso

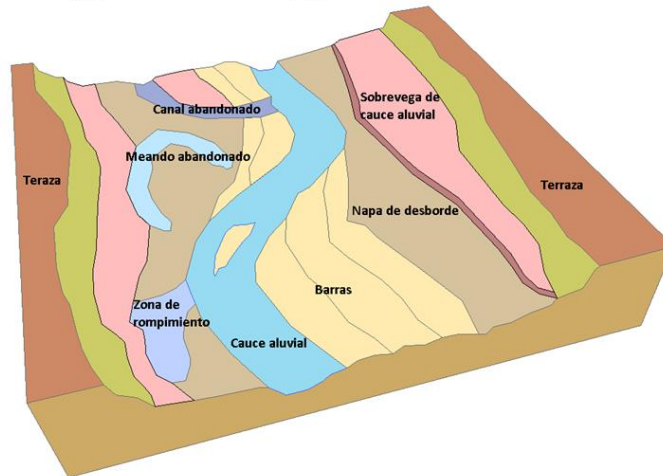
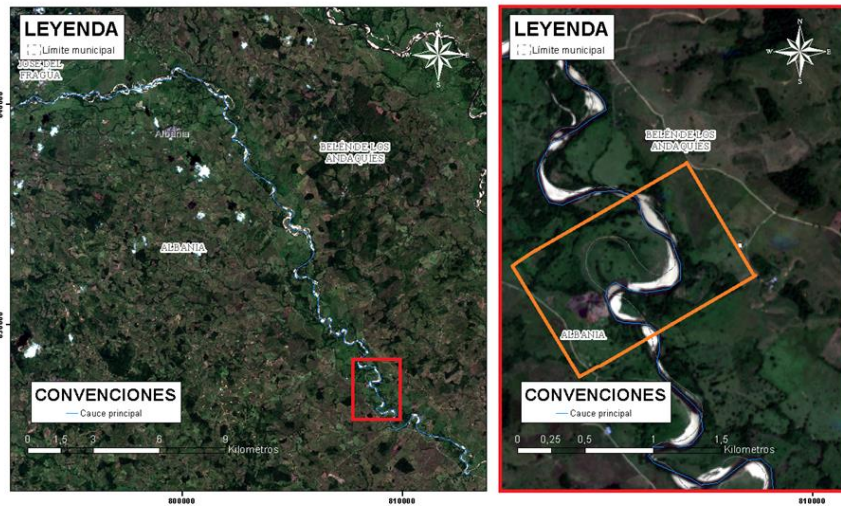
El río Fragua Chorroso nace en el Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi, desde donde inicia la conformación de una importante cuenca que supera un área de 88000 hectáreas acotando una altura aproximada de 2700 msnm en su parte alta y los 220 msnm en la parte baja, comprendiendo jurisdicción de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes, Albania, Valparaíso, Curillo y Milán.

El municipio de Albania se localiza en la parte baja de la red hídrica del sistema del río Fragua Chorroso, siendo el canal principal de este el que marca el límite de la jurisdicción del municipio en el costado nororiental, alcanzando una longitud de 43,7 km (cauce principal) con una diferencia de altura de aproximadamente 70 m. En términos generales se reconoce como un canal sinuoso con un índice de 1,45. El cual comprende en su gran mayoría para el área de estudio un sistema meandriforme.



La Figura 29 expone de manera general los elementos reconocidos en el área de estudio que reafirman el comportamiento meándrico, entendiendo que su génesis está estrictamente ligada con la dinámica reciente del sistema fluvial, reconociendo zonas históricamente inundadas por el desbordamiento del canal principal, además del estrangulamiento de algunos meandros y el rompimiento del canal principal, estos procesos han tenido un desarrollo natural dentro de la parte baja de la cuenca.

Figura 29 Formas del paisaje presentes en el área de estudio (sistema meándrico).



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.8.2.2.2 Análisis multitemporal

Para la determinación de las zonas inundables y la categorización de las geoformas asociadas a inundaciones, se realizó un análisis a partir de sensores remotos en diferentes años, esto con el fin de observar los cambios asociados a la dinámica fluvial de los ríos que recorren el municipio. En la Tabla 14 se observa la información referente a cada escena de imágenes interpretadas y la temporalidad de estas.

Tabla 14. Imágenes interpretadas.

AÑO	Sensor	Resolución de píxel
-----	--------	---------------------



REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DEL CAQUETA
MUNICIPIO DE ALBANIA



1969	Imagen satélite Google Earth	N/A
1999	Landsat 7	15 m
2020	Sentinel 2	12 m

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

A partir de la interpretación general del comportamiento del cauce del río Fragua Chorroso en varios momentos históricos, se puede analizar los cambios que ha tenido el comportamiento del sistema en los últimos años y con esto tener una idea de la dinámica del canal principal, reconociendo las zonas de mayor actividad, pues serán claves para comprender probables futuros comportamientos del sistema y zonas con mayor susceptibilidad. Para tal objetivo se analizaron imágenes en 3 momentos: 1969 (imagen Google Earth), 1999(imagen landsat) y 2020 (imagen Sentinel). Ver Figura 30, Figura 31, y Figura 32 respectivamente. Así mismo la Figura 33 sobre el infrarrojo visible relaciona en comparativo el trazado del cauce principal del sistema para los 3 periodos de tiempo interpretados, evidenciando importantes cambios en la evolución del canal.

Figura 30 Cauce principal del río Fragua Chorroso 1966



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



Figura

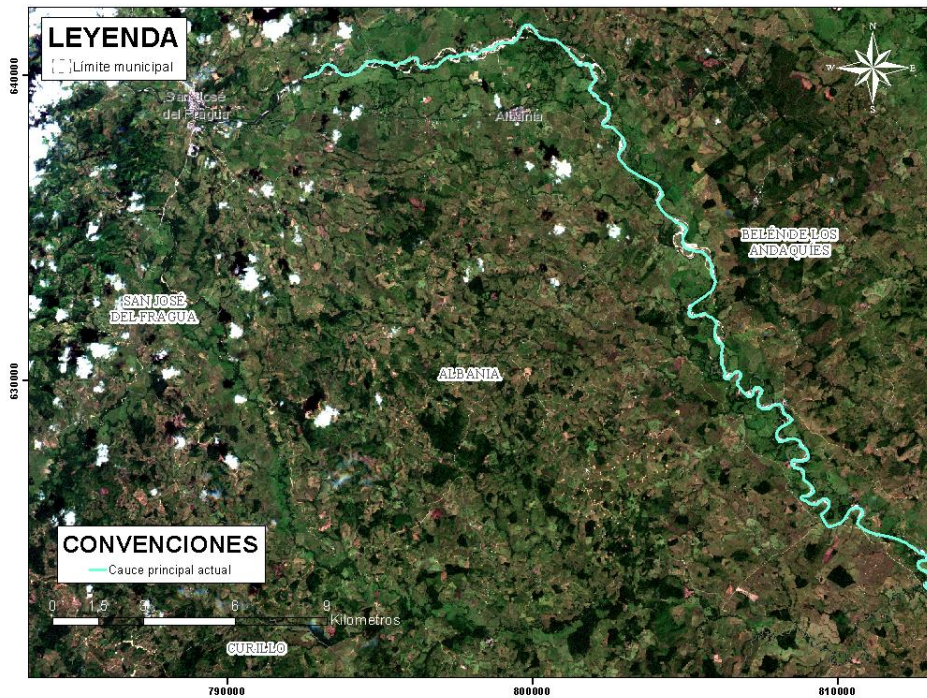
31

Cauce principal del río Fragua Chorroso 1999



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Figura 32 Cauce principal del río Fragua Chorroso 2020



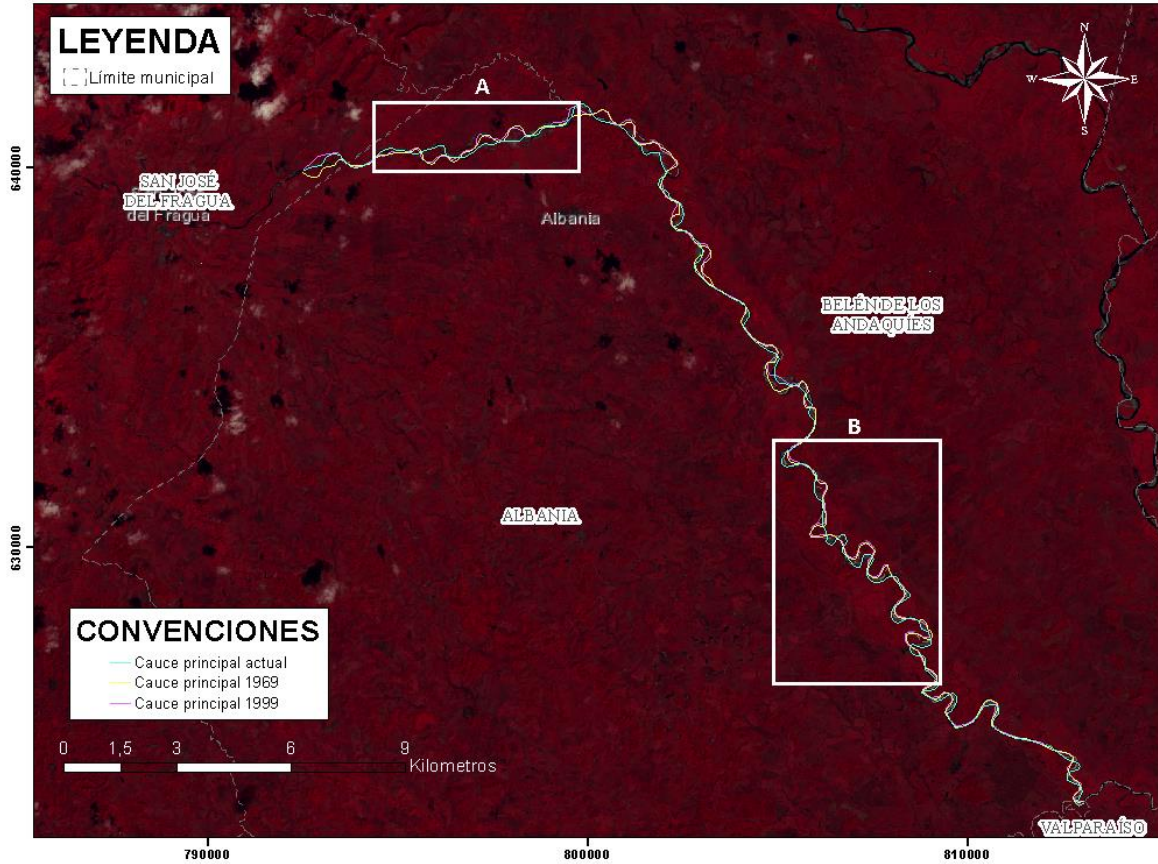
Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



Figura

33

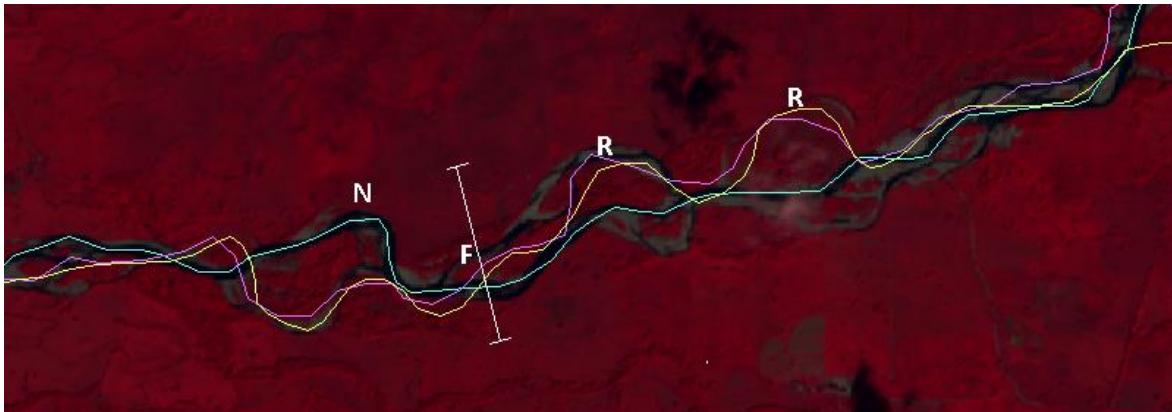
Comparativo del cauce principal del río Fragua Chorroso en 3 momentos (1969, 1999 y 2020)



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

La Figura 34 muestra como históricamente el canal principal ha creado nuevos meandros (N) en el sistema, también rompiendo y abandonado otros tantos (R), sin embargo, esta dinámica se ha mantenido dentro de una faja (F) con un ancho relativamente homogéneo, la cual alcanza a superar los 700 metros en la sección de estudio. Sobre esta faja el canal ha evolucionado y se espera continúe desarrollando bajo los mismos principios.

Figura 34 Sección A, comparativo del cauce principal del río Fragua Chorroso en 3 momentos (1969, 1999 y 2020)



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



A lo largo del trayecto del sistema fluvial se pueden reconocer un gran número de meandros cortados, al igual que curvaturas y nuevas o más desarrolladas, se evidencian también zonas de depósito de barras aluviales a los márgenes internos del canal principal, pero nuevamente todo este sistema se desarrolla sobre una faja relativamente homogénea (faja de migración). La Figura 35 evidencia comparativamente la dinámica del canal principal del río Fragua Chorroso en la sección oriental del área de estudio (límite del municipio de Albania), como aspectos generales se identifican algunas zonas de crecimiento o desarrollo de los meandros preexistentes (C), zonas de rompimiento y abandono de meandros (R), y zonas de desarrollo de nuevos meandros (N). La faja dinámica o de migración del sistema alcanza a superar los 1000 m.

Figura 35 Sección B, comparativo del cauce principal del río Fragua Chorroso en 3 momentos (1969, 1999 y 2020)



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



1.8.2.2.3 Eventos históricos

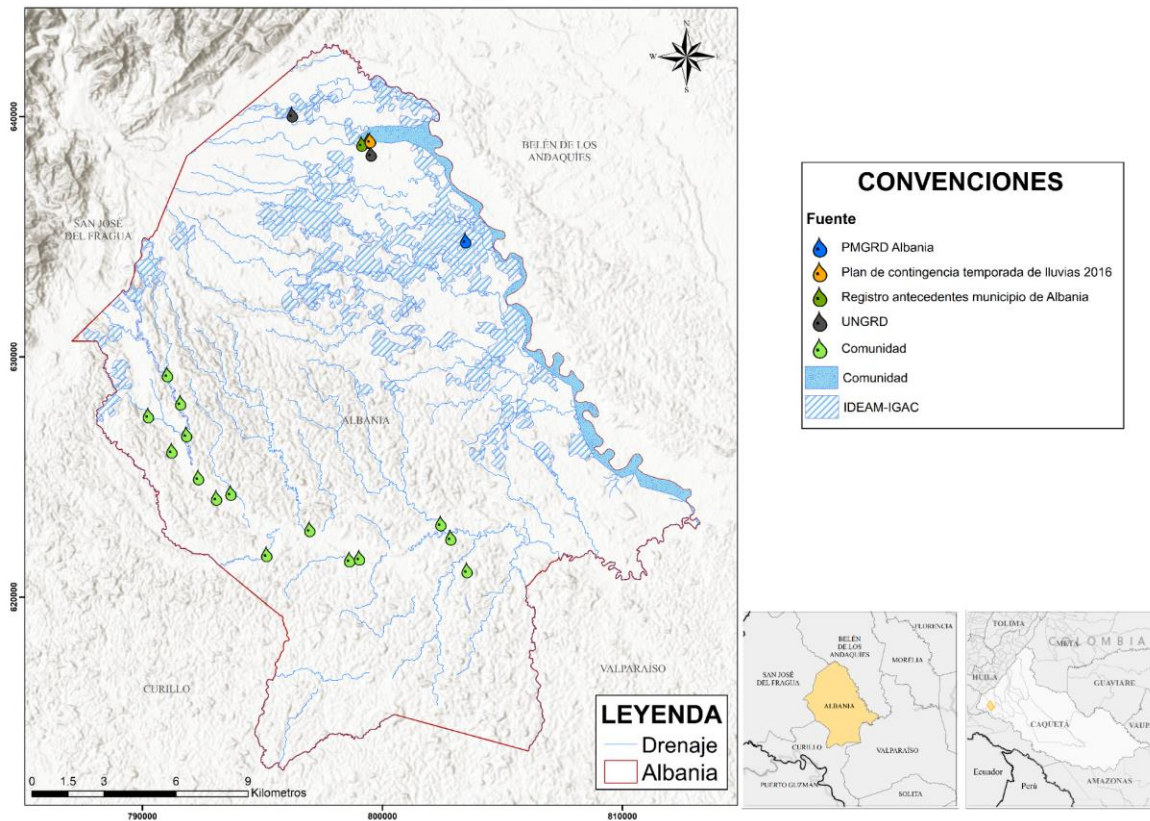
Dentro de este análisis se evalúan todos aquellos eventos que relacionen procesos de inundación, en donde se tiene el reporte de 24 eventos por inundación ya que la recopilación y tratamiento de la información histórica permite realizar un análisis de los impactos producidos por fenómenos naturales en el pasado, es por esto por lo que se desarrolla una base de datos de fenómenos históricos asociados a inundaciones, a partir de un estado del arte sobre los casos de estudio existentes para el municipio de Albania.

Las principales fuentes de información referentes a los eventos que se consultaron en el ámbito de este trabajo corresponden a las siguientes entidades:

- Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (DesInventar).
- Reportes de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
- Reportes de la comunidad reportados en los talleres de diagnóstico
- Reportes en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Reportes en el Plan de contingencia de la temporada de lluvias del año 2016
- Reportes en diferentes medios de comunicación

A partir de la recopilación de información se desarrolló un inventario de eventos, el cual se representa en la Figura 36. Además de esto, se toma como insumo base para el análisis de eventos históricos de inundación, un mapa de huellas hídricas escala 1:100.000 elaborado por el IDEAM para las épocas de los fenómenos de la Niña en los años 1988, 2000 y 2011 - 2012, en donde se observan aquellos sectores en los cuales se presentaron inundaciones, debido a las bajas pendientes en esta parte del área de estudio y a temporadas de lluvia, especialmente a eventos de gran magnitud.

Figura 36. Eventos históricos por inundaciones reportados para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



1.8.3 Zonificación de la amenaza por inundaciones

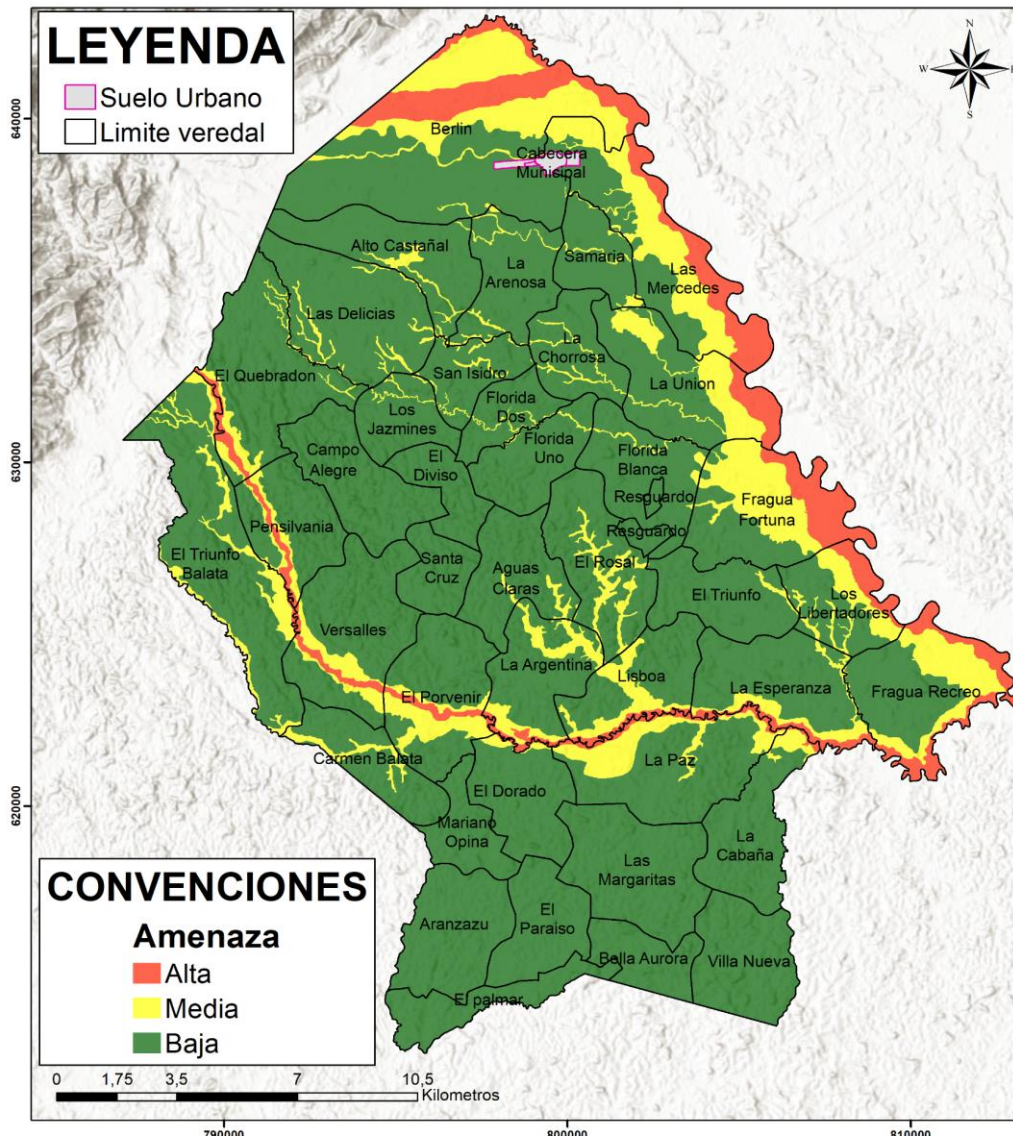
De acuerdo con la metodología propuesta, la zonificación final de la amenaza por inundaciones tiene en cuenta criterios geomorfológicos, morfométricos y la integración de los registros históricos de eventos recopilados de diferentes fuentes. La matriz de decisión de la Tabla 15 muestra las categorías de amenaza final junto con los criterios establecidos para cada una de ellas.

Tabla 15. Matriz de decisión para la zonificación final de amenaza por inundaciones.

Categoría	Descripción
Baja	Geoformas con drenaje moderado a bueno, cuya génesis no tiene relación con la dinámica fluvial reciente y que no cuentan con registro de eventos.
Media	geoformas con pobre drenaje, planas a levemente inclinadas, cuya génesis está asociada a la dinámica fluvial reciente con ocurrencia de al menos un evento de inundación validado.
Alta	geoformas mal drenadas, de superficie plana y cóncava, que permanecen encharcadas la mayor parte del año por su proximidad a cauces principales, cuya génesis está asociada a la dinámica fluvial reciente con ocurrencia de más de un evento o evidencias de inundación durante fenómenos de variabilidad climática.

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Por último, se obtiene la zonificación final de amenaza por inundaciones para el municipio de Albania (Figura 37). El total de territorio presenta 32652,3 Ha en amenaza baja por inundación. A su vez 5875,9 Ha del municipio está calificada con amenaza media, distribuyéndose en los sectores aledaños a los ríos Fragua Chorroso y San Pedro como sus afluentes. Finalmente, 2683 ha del territorio se encuentra en amenaza alta por inundaciones.



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Para el municipio de Albania el 6.52% (2683.0 ha) se encuentra en amenaza alta por fenómenos de inundaciones, especialmente en zonas cuya pendiente del terreno es baja. Puntualmente la amenaza alta se localiza en áreas inmediatas a los ríos Fragua Chorroso y San Pedro; su geomorfología reconoce el origen fluvial y asociada la dinámica reciente de los principales cuerpos de agua, ejemplo, geformas como albardón, cauce aluvial, y cubeta de decantación entre otras. Las veredas que registran amenaza alta son: Berlin, El Dorado, El Porvenir, El Quebradón, El Triunfo Balata, Fragua Fortuna, Fragua Recreo, La Argentina, La Cabaña, La Esperanza, Lisboa, La Paz, La Unión, Las Mercedes, Los Libertadores, Pensilvania y Versailles.

La Figura 38 referencia una zona categorizada como de amenaza alta dada su proximidad al cauce principal del Río San Pedro y constante ocurrencia de eventos de inundación durante eventos de precipitación extrema.



Figura 38 . Zona en categoría de amenaza alta asociada en la vereda Dorado



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Las zonas con amenaza media cubren un 14.27% (5875.12 ha) del área de estudio. Esta zonificación está distribuida en sitios aledaños a los cuerpos de agua, rodeando aquellas zonas con identificadas como de amenaza alta. Las zonas de amenaza media involucran geformas que reconocen la evolución reciente de los principales cauces aluviales pero que no registran eventos con recurrencias tan altas como las zonas de amenaza alta. Dentro de estas se resaltan bajos con herbazales, bajos vegetados y meandro abandonado además de otras. Las veredas que se encuentran en áreas con amenaza media son: Aguas Claras, Alto Castañal, Berlín, Carmen Balata, El Dorado, El Porvenir, El Quebradón, El Rosal, El Triunfo Balata, El Triunfo, Florida Blanca, Florida Dos, Florida Uno, Fragua Fortuna, Fragua Recreo, La Arenosa, La Argentina, La Cabaña, La Chorrora, La Esperanza, La Paz, La Unión, Las Delicias, Las Mercedes, Lisboa, Los Jazmines, Los Libertadores, Pensilvania, Samaria, San Isidro y Versalles.

De igual manera, las zonas definidas como de amenaza media se registran en geformas cuyas características morfométricas y morfogenéticas no presentan eventos de inundación recurrentes. Sin embargo, pueden presentar inundaciones lentas como producto de extensión lateral de eventos fuertes. La Figura 39 muestra el brazuelo del río Fragua Medio, el cual se extiende hasta las cercanías del casco urbano del municipio de Albania, esta corriente secundaria al tener un caudal menor al del cauce principal del río Fragua Chorroso, se cataloga de amenaza media.

Figura 39 . Zona en categoría de amenaza media asociada al brazuelo Fragua Medio



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

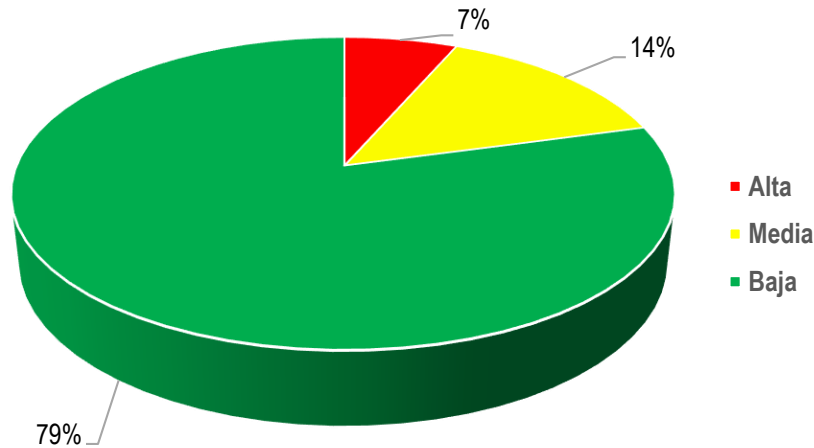


La

categoría que cubre, mayor porcentaje del municipio de Albania es la categoría de amenaza baja con el 79.21% (32609.29ha). Puntualmente se localiza en zonas donde el relieve es quebrado y corresponde a geoformas no deposicionales como lomeríos disectados con pendientes altas, drenajes encañonados. Estas áreas no presentan registros de eventos de inundación. Las veredas con áreas en amenaza baja son: Aguas Claras, Alto Castañal, Berlín, Carmen Balata, El Dorado, El Porvenir, El Quebradón, El Rosal, El Triunfo, El Triunfo Balata, Florida Blanca, Florida Dos, Florida Uno, Fragua Fortuna, Fragua Recreo, La Arenosa, La Argentina, La Cabaña, La Chorrrosa, La Esperanza, La Paz, La Unión, Las Delicias, Las Mercedes, Lisboa, Los Jazmines, Los Libertadores, Pensilvania, Samaria, San Isidro y Versalles.

En la Figura 40 se observa el porcentaje de amenaza por inundaciones en el municipio, siendo el 79% en amenaza baja, el 14% en amenaza media y el 7% en amenaza alta.

Figura 40 Porcentajes de amenaza por inundación en el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

En la Tabla 16 se presenta un breve resumen de las áreas y porcentajes de cada una de las categorías de amenaza por inundación (alta, media y baja) definidas para el municipio de Albania:

Tabla 16 Relación de las áreas por categoría de amenaza

Amenaza	Porcentaje (%)	Área (Ha)
Alta	6.52	2683.00
Media	14.27	5875.12
Baja	79.21	32609.29
Total	100.00	41167.41

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



1.9 Estudio básico de amenaza por inundación en suelo urbano, de expansión urbana y centros poblados

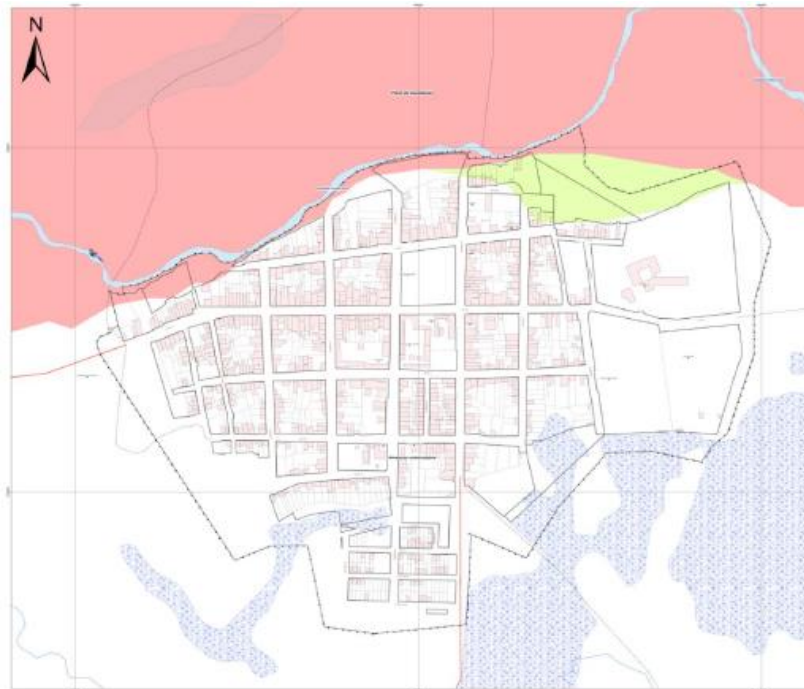
El área comprendida por el municipio de Albania enmarca una región muy importante de la cuenca alta y media del Río Caquetá. Este sector combina un sistema hídrico caracterizado por la presencia de cuerpos de agua lóticos, destacando entre estos los cauces principales del Río Fragua Chorroso.

1.9.1 Estudios previos

El municipio de Albania ha sido objeto de estudios e informes sobre las amenazas de origen hidrometeorológico que existen en el territorio. Dentro de los estudios, existen reportes de eventos y zonificaciones que aportan al entendimiento de la dinámica de las inundaciones lentas ocurridas en zona urbana del municipio.

Existe una zonificación por inundaciones, realizada por parte de Unión Temporal Gestión Del Riesgo Caquetá publicado en 2017, la cual esta recopilada en el documento *Identificación y Caracterización de Sitios Críticos de Amenaza Municipio de Albania - Departamento de Caquetá*. Debido al cambio geomorfológico de piedemonte a llanura aluvial (Figura 40), se producen inundaciones en la cabecera municipal en los planos de inundación del Río Fragua Chorroso afectando los barrios Turbay, Las Brisas, Villa del Molino, Villa Amazónica y Centro.

Figura 41 Zonificación de amenaza por inundaciones en el casco urbano de Albania



Fuente: (Unión Temporal Gestión Del Riesgo Caqueta, 2017)

1.9.2 Insumos generales

Adicional a las variables temáticas, la caracterización se apoyó y complementó con recopilación de información y estudios preliminares en la zona, métodos asistidos por sensores remotos y sistemas de información geográfica, todo esto a través de los siguientes insumos generales:

1.9.2.1 Modelo digital de terreno (DTM)

El Modelo Digital del Terreno (DTM) puede describirse como una representación tridimensional de una superficie del terreno consistente en coordenadas X, Y, Z almacenadas en forma digital. Incluye no sólo alturas y

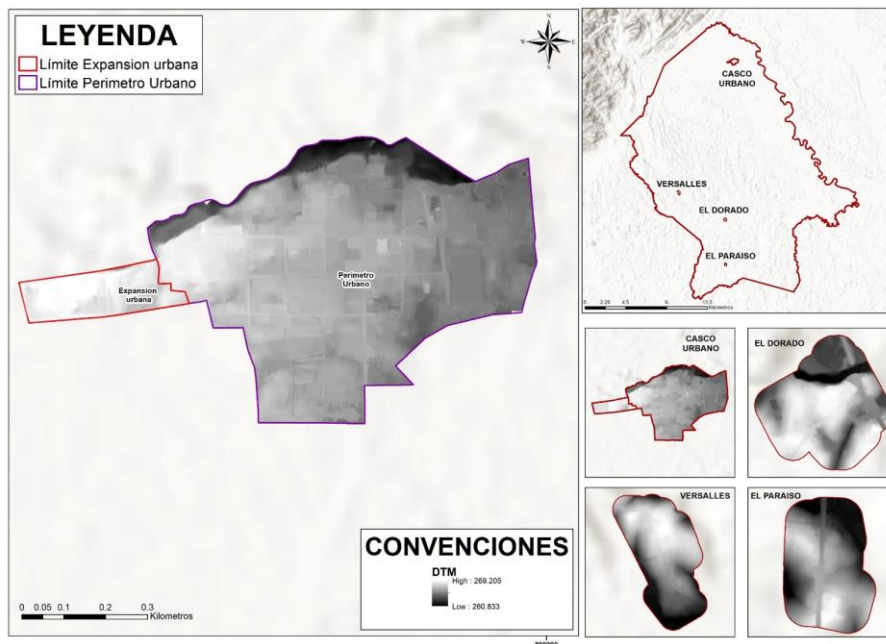


elevaciones, sino también otros elementos geográficos y características naturales como ríos, líneas de crestas, etc.

Estos archivos tipo raster son de gran importancia, ya que simbolizan matemática y visualmente los datos y valores de alturas mediante un conjunto de cotas que toman como base el nivel medio del mar. Del procesamiento de la información contenida en este insumo, se obtendrán diferentes parámetros morfométricos y geométricos como pendientes y orientaciones, los cuales nos permiten realizar caracterizaciones y cuantificaciones del relieve más certeras.

Para el casco urbano de Albania y los centros poblados Dorado, Versalles y el Paraíso, se utilizó un DTM con resolución horizontal o detalle mínimo de píxel de 0,5 metros, obtenido mediante restitución fotogramétrica (Figura 42).

Figura 42 Modelos Digitales del Terreno (MDT) para el municipio de Albania.



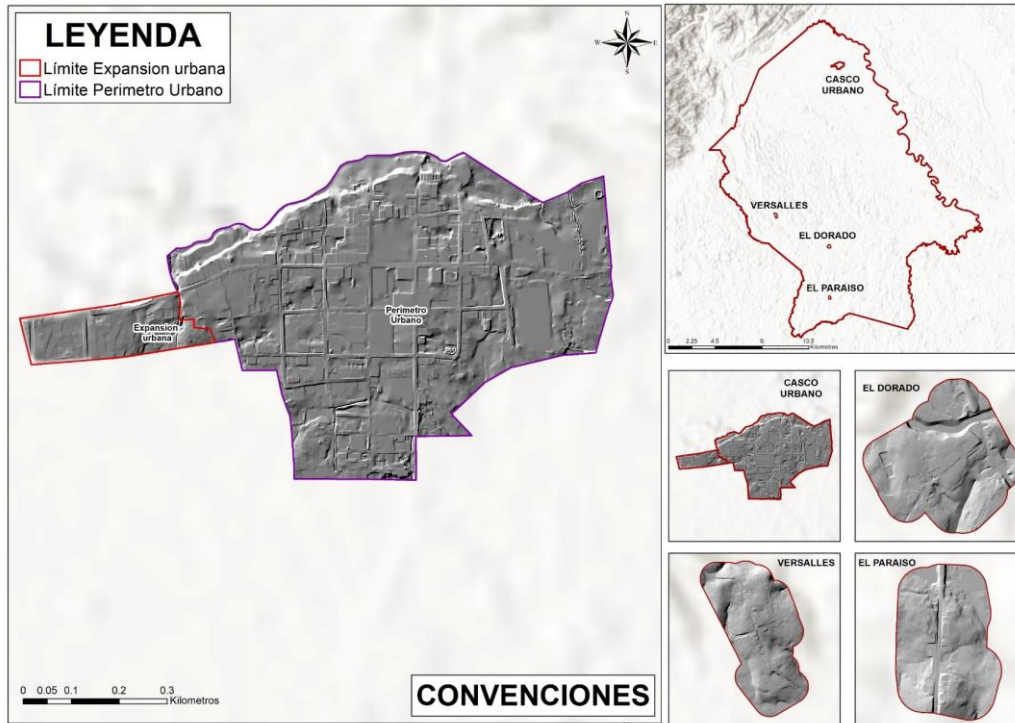
Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.9.2.2 Modelo de sombras

A partir del modelo digital del terreno se obtiene la capa correspondiente al mapa de sombras, el cual es un modelo digital cuya función es la representación de sombras y niveles de radiancia solar sobre el terreno. Mediante los Modelos Digitales de Elevación, y con ayuda de herramientas de explotación de información espacial, podemos simular este tipo de modelos dando sensación de profundidad en la geografía por medio de sombras proyectadas sobre las laderas. Estos archivos permiten mejorar la calidad visual de un archivo cartográfico asignando valores de claridad a cada píxel dependiendo del ángulo solar de incidencia, de ahí que veamos perfectamente la geografía como si el Sol incidiera en uno de los laterales de las laderas generándose sombras en el lado contrario. Este modelo muestra sombras entre un lado y otro de las laderas del territorio, pero en ningún momento es un mapa de orientación de laderas (basado en direcciones respecto a los puntos cardinales). La Figura 43 muestra los modelos de sombras usados para el casco urbano de Albania y los centros poblados Dorado, Versalles y el Paraíso.



Modelos De Sombras para el municipio de Albania.



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania2019

1.9.3 Descripción metodológica

En este capítulo se encontrará el análisis de la amenaza por inundaciones para el casco urbano del municipio de Albania y sus centros poblados: Versalles, Dorado y El Paraíso. Para esta zonificación se hace uso de un ortofotomosaico con una resolución de 5 cm por píxel y un DTM con una resolución de 50 cm por píxel, en donde a partir de este se obtiene un mapa de sombras, además de fotografías áreas históricas.

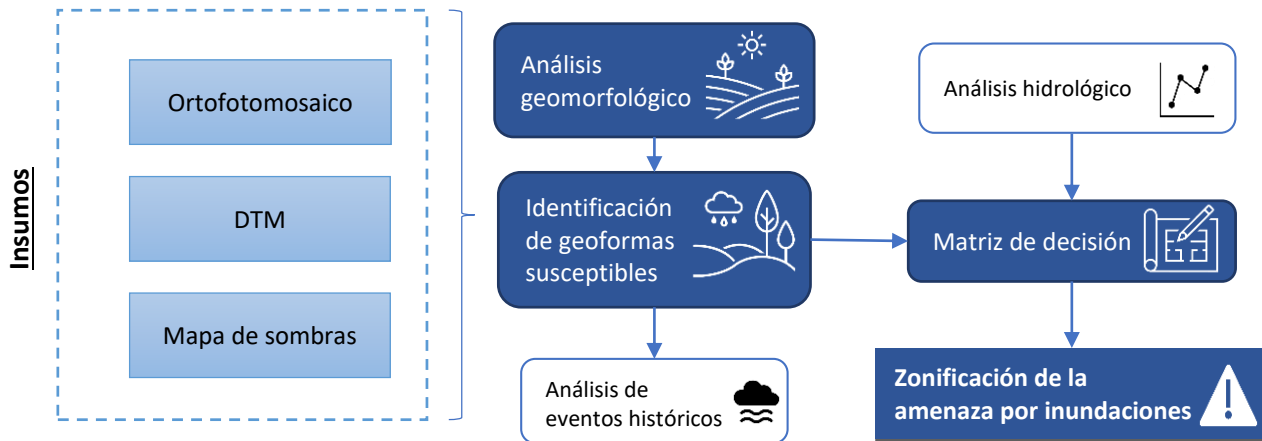
Con los insumos mencionados anteriormente se realiza el análisis geomorfológico con un alto grado de detalle permitiendo determinar con exactitud las geoformas presentes en las áreas urbanas del municipio a escala 1:5000, en donde se identifican las geoformas susceptibles a presentar eventos por inundación. Asimismo, se integró la identificación, localización y análisis de los eventos históricos reportados en el sector, la información social recolectada en los procesos de participación ciudadana, el análisis multitemporal y la validación de estos registros con información de campo recopilada durante el desarrollo de la fase de diagnóstico.

Además de realizar un análisis hidrológico, evaluando las precipitaciones máximas en 24 horas con el fin de identificar eventos máximos que puedan detonar las inundaciones y los datos de precipitación máximas mensuales para poder relacionar la temporalidad de los eventos registrados.

Finalmente, teniendo el análisis y caracterización de las geoformas a partir de una matriz de decisión se realiza la categorización de las zonas en amenaza por inundación en el casco urbano del municipio de Albania y sus centros poblados, siendo este un análisis de tipo geomorfológico - histórico; obteniendo una zonificación en tres niveles jerárquicos de amenaza (Alto, Medio y Bajo), todo esto de acuerdo con los parámetros establecidos por el Decreto 1807 de 2014 en su artículo 9°.



Figura 44. Metodología implementada para la zonificación de la amenaza en área urbana y centros poblados, escala 1:5.000



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

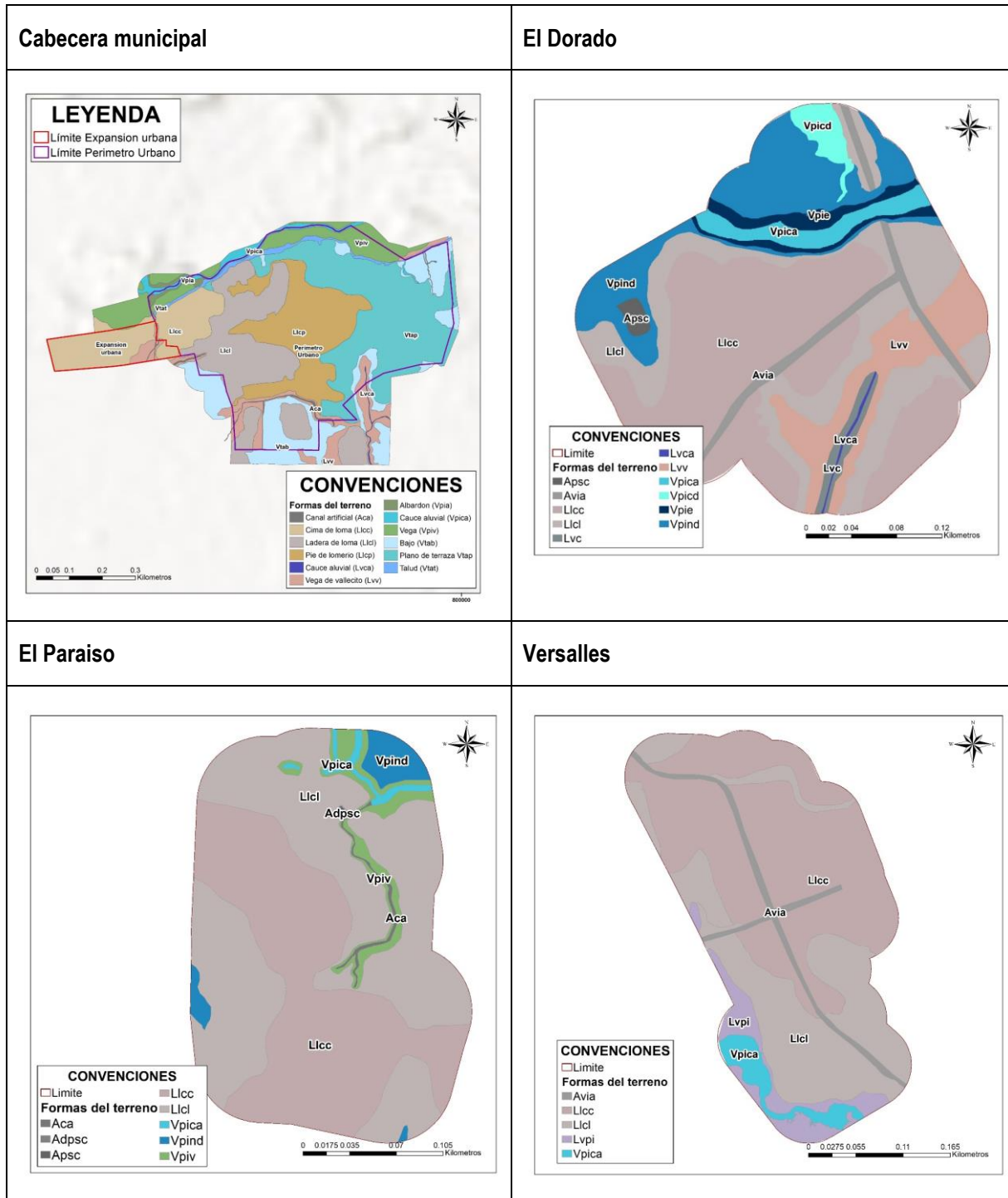
1.9.3.1 Análisis de las geoformas susceptibles a sufrir fenómenos de inundación

1.9.3.1.1 Formas del terreno presentes en el área de estudio

El análisis geomorfológico de la cabecera municipal de Albania y los centros poblados Dorado, El Paraíso y Versalles se realizó a una escala 1:5.000, considerando principalmente las morfologías asociadas a procesos fluviales, puesto que estas se relacionan con geoformas que tienden a presentar desborde en los cauces en crecientes progresivas o súbitas y por lo tanto se consideran que tienen un mayor factor de susceptibilidad a presentar eventos de inundación. A partir de la caracterización geomorfológica se realizó el análisis de geoformas fluviales, para así poder caracterizar los procesos morfodinámicos predominantes en los fenómenos de inundación, teniendo en cuenta a la vez, el análisis histórico, las características texturales y geométricas de dichas geoformas. Las geoformas encontradas son producto de la interacción entre la geología, pendiente, clima y otros agentes, los cuales, mediante la interacción con fuerzas endógenas y exógenas, crean las características específicas necesarias para crear ciertas formas del terreno mostradas en la Figura 45, la relación de la nomenclatura utilizada puede consultarse en la Tabla 13.



Figura 45 Figuras geomorfológicas identificadas para la cabecera municipal de Albania y los centros poblados Dorado, El Paraiso y Versalles



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



1.9.3.2 Eventos históricos

1.9.3.2.1 Reporte de eventos históricos

La recopilación de información que sirvió de base para la identificación y localización de las zonas inundables e históricamente inundadas se abordó a partir de: los registros oficiales de eventos e información especializada (información secundaria) emitida por diversas fuentes nacionales, regionales y locales, la información recolectada a través de los procesos de participación ciudadana que permitió la identificación por parte de la comunidad de las zonas que han sufrido afectaciones por inundaciones y las observaciones logradas en campo por parte del equipo profesional.

Los fenómenos localizados y evaluados para este sector fueron consultados en la base de datos de la alcaldía municipal de Albania, el plan de contingencia para la temporada de lluvias, los reportes de la UNGRD, las huellas de inundación del IDEAM y la información suministrada por la comunidad (Tabla 17 y Figura 46)

Los eventos históricos y registros de inundaciones son un factor importante a la hora de identificar la amenaza, pues estos reflejan las zonas más susceptibles y propensas a este tipo de fenómenos y de igual manera los posibles alcances de la línea base de inundación para eventos futuros.

Tabla 17. Eventos históricos por inundaciones en el casco urbano

N o	Fuente	Año	Fuente hídrica asociada al evento
1	Alcaldía municipal	2014	Brazo Fragua
2	Alcaldía municipal	2012	Brazo Fragua
3	Plan de contingencia temporada de lluvias	2014	Brazo Fragua
4	UNGRD	2012	Brazo Fragua
5	IDEAM-IGAC	1988	Brazo Fragua
6	Comunidad	2019	Brazo Fragua
7	Comunidad	2019	Río San Pedro

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

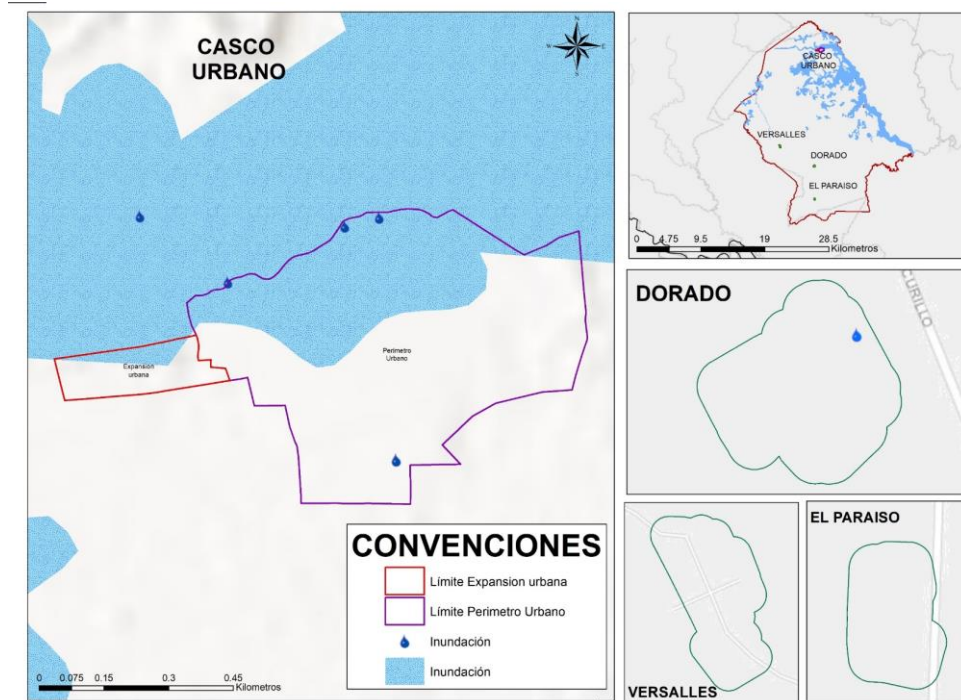
Estos eventos están asociados al crecimiento del nivel del Brazo del Fragua en la cabecera municipal y al río San Pedro en el centro poblado El Dorado, donde la comunidad reporta la ocurrencia de estos eventos anualmente, afectando las viviendas y establecimientos comerciales.



Figura

46.

Espacialización de los eventos históricos reportados en el casco urbano y los centros poblados



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.9.3.2.2 Análisis multitemporal

Para el municipio de Albania se realizó un análisis multitemporal a partir de fotografías aéreas, donde se observa la evolución del cauce principal que afecta a la cabecera municipal partiendo de una comparación del trazado del cauce desde el año 1970 hasta el año actual, a partir de esto se reconocieron las zonas de divagación del brazo del río Fragua y los cambios que presentan otros cauces y pequeñas zonas con rasgos de inundaciones recientes lo cual indica una dinámica fluvial activa. Este análisis se considera fundamental para entender la dinámica y la importancia del cauce principal en la zona. En el análisis se tuvieron en cuenta cinco temporalidades correspondientes a los años 1970 y 1980 (vuelo C-1600-56-75 y R-692-21-74), año 1982 (vuelo C-2061-45-82), años 2001-2006 (vuelo C-2791) y el año 2020 (imagen Sentinel).

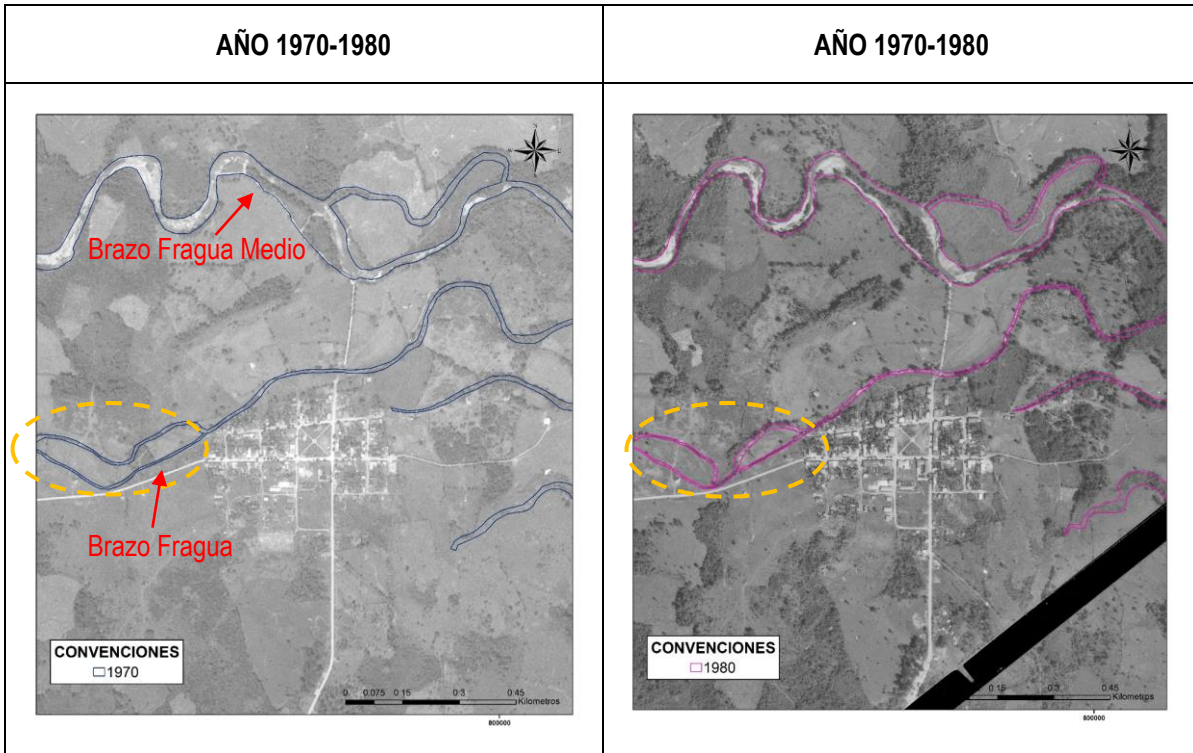
Para la cabecera municipal de Albania se presenta como cauce principal el Brazo Fragua, el cual se encuentra hacia el norte bordeando la cabecera, este presenta un cambio entre los años 1970 y 1980, el cual puede ser evidenciado en la Figura 47 en el sector occidental, donde es posible observar la migración del sector cóncavo del tramo superior del Brazo Fragua presentándose así la unión de los dos tramos observados para el primer momento. El brazo Fragua Medio presenta un aumento de la sedimentación del cauce para el año 1982, evidenciando una ampliación de la vega, además en el sector occidental de este mismo brazo se observa el inicio del cierre del meandro y su posterior abandono; por otra parte, para este mismo año el tramo inferior del Brazo Fragua que venía aumentando su sedimentación desde años anteriores no se observa ya como parte de la dinámica fluvial del canal, ya que la intervención antrópica que se observa en el sector pudo haber aumentado la sedimentación de este y su separación del canal principal.



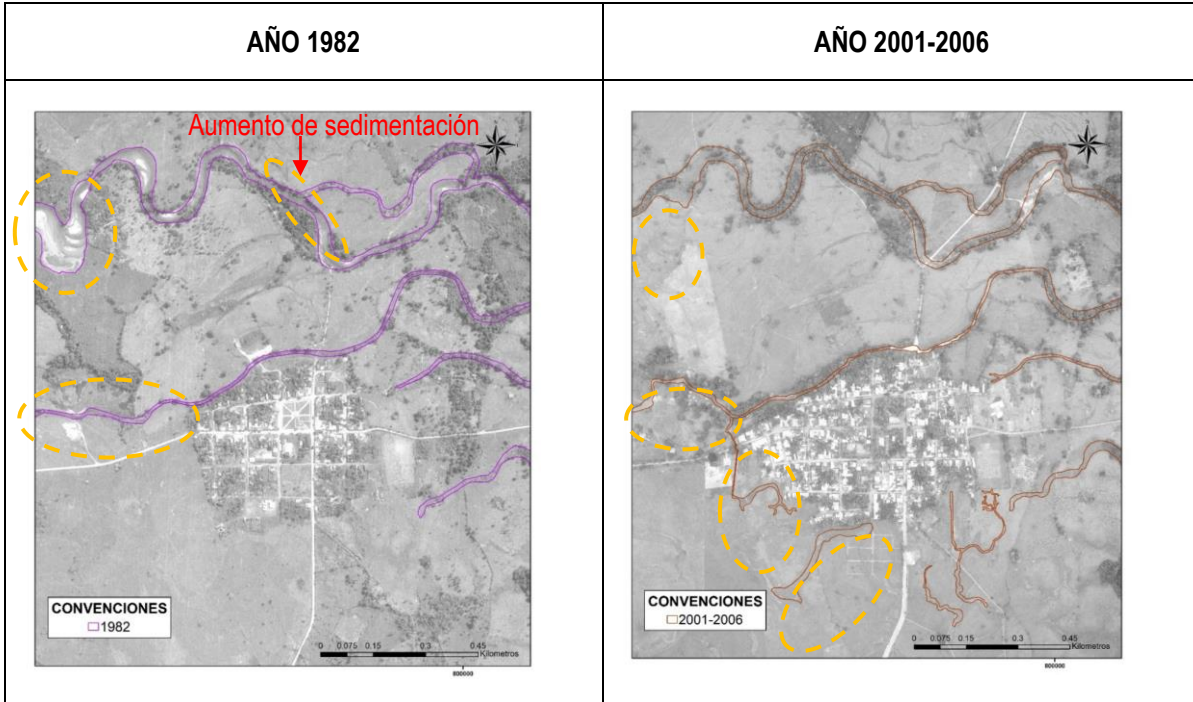
Figura

Análisis multitemporal de la dinámica del Brazo Fragua y Brazo Fragua Medio en el sector de la cabecera municipal de Albania.

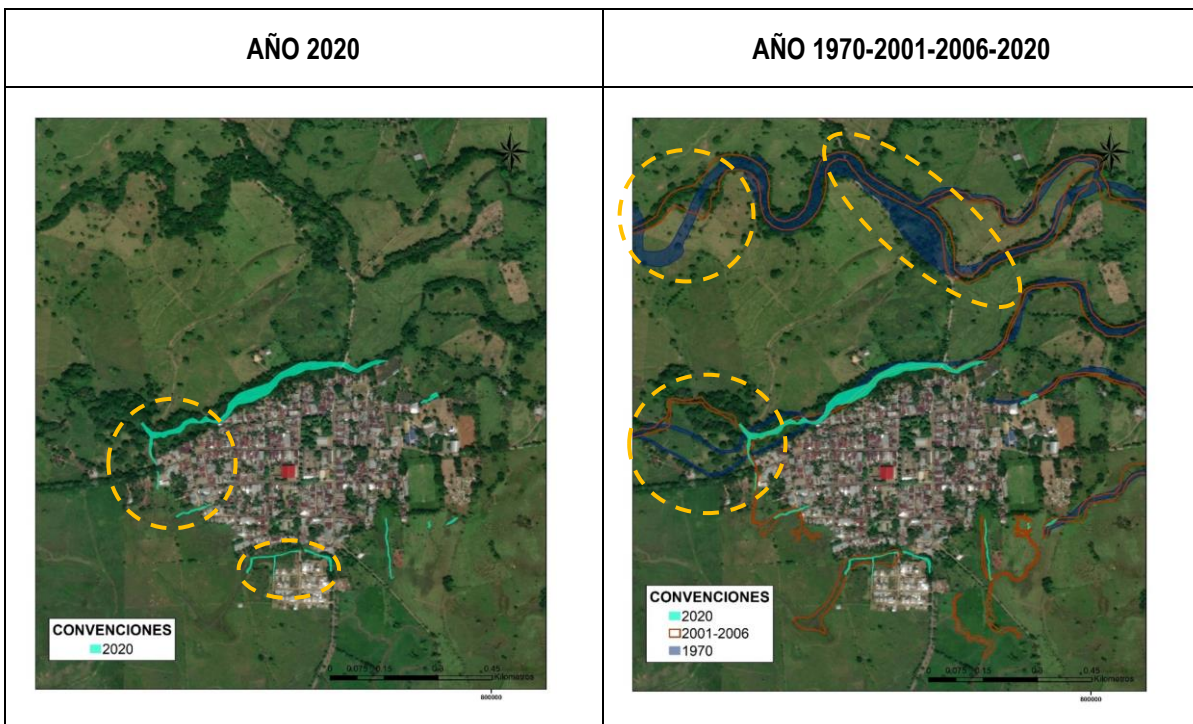
47.



Para los años 2001 y 2006 se observa en el sector occidental del Brazo Fragua Medio los meandros abandonados y el cierre del meandro observado para el año anteriormente interpretado, mientras que el Brazo Fragua presenta una migración del canal hacia el norte, observada en el sector occidental y la presencia de nuevos canales artificiales rodeando la parte occidental de la cabecera municipal.



Luego se observa que para el año 2020 ocurre una rectificación de los canales artificiales presentes en el 2001 y 2006, y una leve migración en el canal del Brazo Fragua, además el ancho de este también varía, pero esto puede ser debido a la mejora de la calidad de la imagen satelital para la fotointerpretación. Por último, en la comparación del trazado del cauce entre el año 1970-2001-2006-2020 se puede evidenciar el cierre del meandro y el aumento de la sedimentación para el Brazo Fragua Medio y la migración del canal del Brazo Fragua en el sector occidental.



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



1.9.3.2.3 Identificación de geoformas susceptibles

Con base en la caracterización geomorfológica de la cabecera municipal y centros poblados del municipio de Albania, se identificaron las geoformas de origen fluvial asociadas a procesos de inundación; dichas geoformas hacen referencia a vega de vallecito, cauce aluvial, ladera de loma, canal artificial, albardón y cubeta de decantación, zonas en las cuales se da una mayor susceptibilidad por diversos factores, entre los cuales se encuentran la pendiente plana, que permite que ocurran eventos de inundación en un lapso de tiempo más largo. Para la cabecera municipal del municipio de Albania, las geoformas susceptibles a inundación se asocian principalmente al cauce aluvial, el cual se encuentra bordeando la cabecera municipal en el norte de la misma; hacia el suroccidente se encuentra la ladera de loma susceptible a inundaciones, puesto que alrededor de esta se identificaron canales artificiales que pueden llegar a producir inundaciones (Figura 48).

En el centro poblado el Dorado, las geoformas napa de desborde, escarpe de vega, ladera de loma y cubeta de decantación, las cuales son susceptibles a procesos de inundación, se ubican principalmente hacia el norte de este, y hacia al sureste, se hayan geoformas cómo vega de vallecito (Lvv) y cubeta de decantación (Lvc), asociadas principalmente a un cauce aluvial (Vpica). (Figura 49). El centro poblado El Paraíso, presenta geoformas susceptibles principalmente hacia el noreste, las cuales se relacionan con el cauce aluvial (Vpica) y un canal artificial (Acá) que atraviesa el centro poblado desde el centro hasta el extremo norte (Figura 50). Las geoformas susceptibles del centro poblado Versailles se ubican únicamente hacia el sur, alrededor del cauce aluvial (plano de inundación de vallecito) (Figura 51).



Figura

48

Geformas susceptibles a inundaciones para la cabecera municipal de Albania



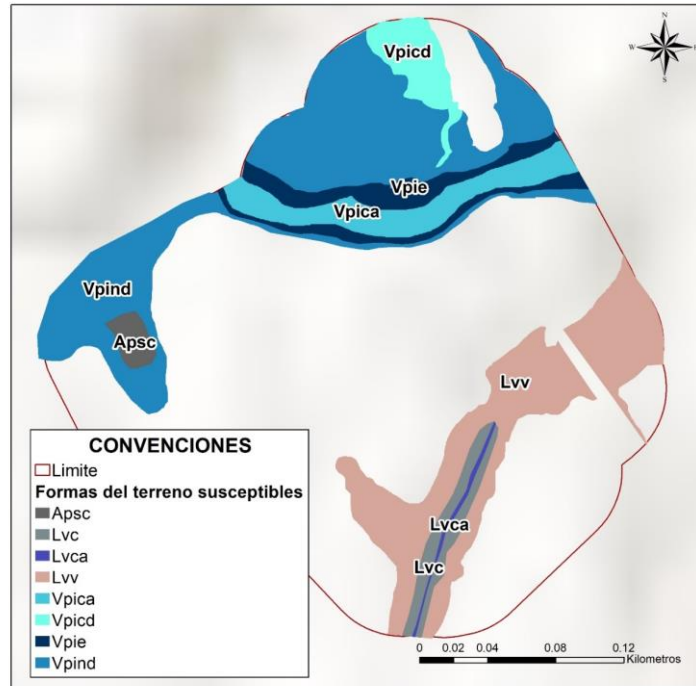
Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



Figura

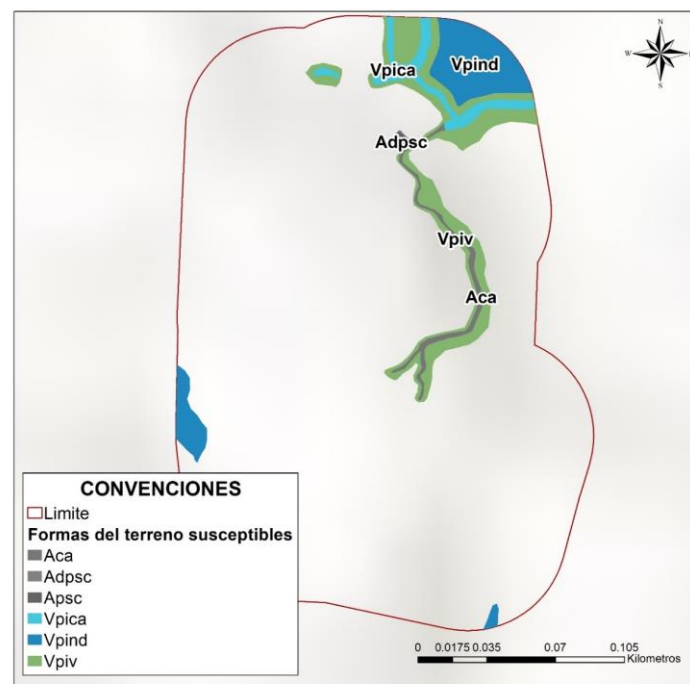
49

Geoformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado El Dorado



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Figura 50 Geoformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado El Paraíso



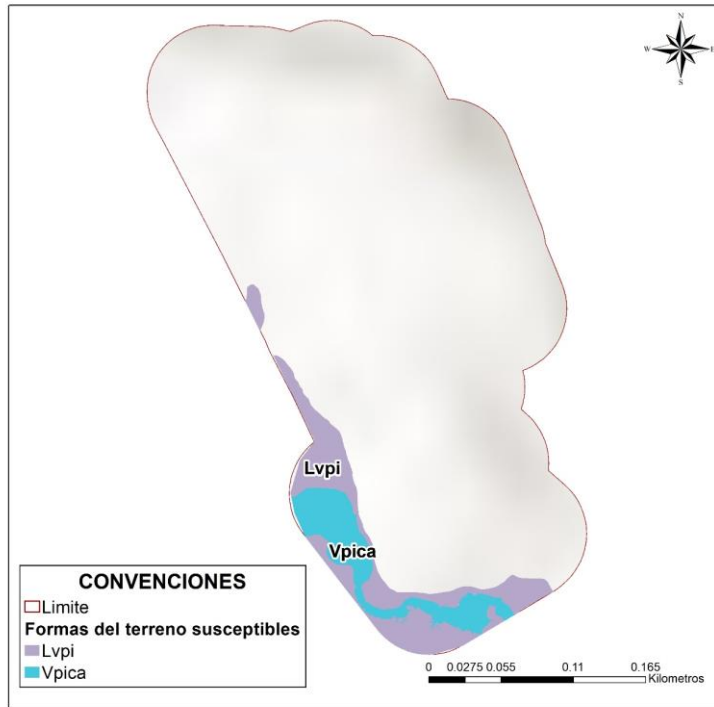
Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



Figura

51

Geformas susceptibles a inundaciones para el centro poblado Versalles



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Tabla 18. Formas del terreno susceptibles a inundaciones para la cabecera municipal de Albania y sus centros poblados

Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Descripción
Lomerío	Denudacional	Lomas	Ladera de loma	Llcl	Corresponde a una superficie inclinada que hace referencia a la parte intermedia o flanco de la loma, su topografía es rectilínea-cóncava, forma compleja, con una longitud muy corta a corta y pendiente moderadamente inclinada a escarpada.
	Deposicional	Vallecito	Plano de inundación de vallecito	Lvpí	Superficie llana y alargada de las terrazas, remanente de fluctuaciones que pudo sufrir el nivel de base de erosión local.
			Vega de vallecito	Lvv	Corresponde a la porción de tierra más baja del vallecito en el paisaje de lomerío, la cual bordea ambas márgenes de la corriente principal, es frecuentemente inundable.



Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Descripción
			Cauce aluvial	Lvca	Canal aluvial de forma irregular formado por la excavación y erosión de las corrientes, con pendientes planas a suavemente inclinadas, que se encuentran sobre el paisaje de lomerío.
			Cubeta	Lvc	Hace referencia a una zona baja, con topografía planocóncava que favorece el estancamiento de aguas de desborde y corrientes intermitentes tributarias, ubicadas en el paisaje de lomerío
Valle	Deposicional	Plano de inundación de río meándrico activo	Albardón	Vpia	Corresponde a bancos de arena muy fina, limosa, localizada particularmente en las partes cóncavas de los meandros de los ríos, se genera como resultado de procesos de deposición de materiales arenosos en zonas planas cercanas al cauce durante eventos de inundación.
			Escarpe de vega	Vpie	Escarpes de morfología abrupta en los bordes de las vegas de vallecitos, limitando el relieve de plano de inundación.
			Cauce aluvial	Vpica	Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes, con superficies de pendientes planas a suavemente inclinadas.
			Cubeta de decantación	Vpicd	Hace referencia a la zona más baja del plano de inundación, su topografía es plano cóncavo favorece el estancamiento de aguas de desborde y corrientes intermitentes tributarias, lo que facilita la decantación de partículas finas como los limos y arcillas.
			Vega de vallecito	Vpiv	Corresponde a superficies con un perfil topográfico planocóncavo, ubicados en la posición más baja del valle, caracterizados por tener una forma alargada y estrecha, con contorno sinuoso y pendiente ligeramente plana a ligeramente inclinada.



Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Descripción
			Napa de desborde	Vpind	Son zonas de transición entre el albardón y la cubeta, formada por la acumulación de sedimentos de granulometría mediana en los que prevalecen los limos.
Antrópico	Antrópico	Canal artificial	Canal artificial	Aca	Canales construidos por dragado o remoción de los primeros horizontes de suelo con el fin de rectificar los cauces y la escorrentía superficial
		Piscina	Dique de piscina artificial	Adpsc	Hace referencia a estructuras locales sobresalientes y cerradas capaces de contener volúmenes de agua, están conformadas por material heterogéneo y suelo removido de las zonas más próximas a estas.
			Piscina artificial	Apssc	Corresponde a los cuerpos de agua acondicionados artificialmente para usos piscícolas o de contención y almacenamiento de agua.

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

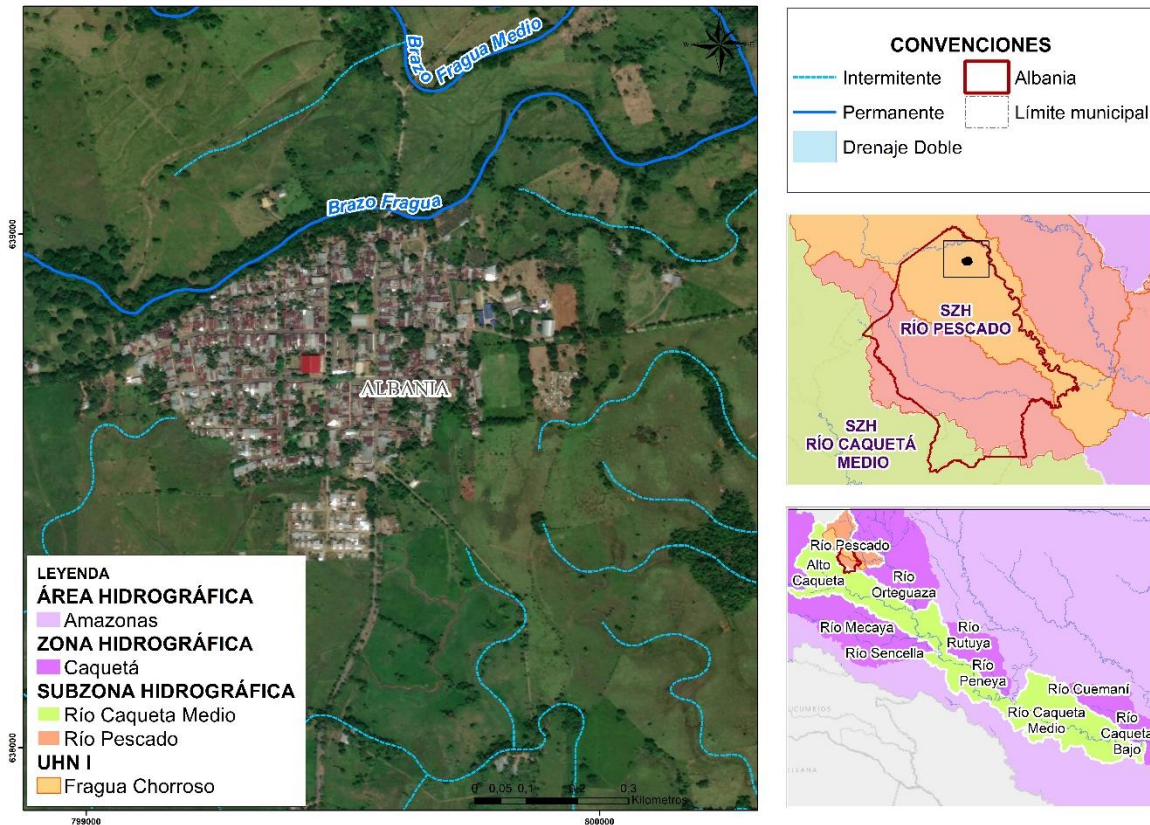
1.9.3.3 Análisis hidrológico

1.9.3.3.1 Caracterización del sistema hídrico

La cabecera municipal de Albania se ubica completamente dentro de la subzona hidrográfica del Río Pescado y limita al norte con el Brazo del Río Fragua. Adicionalmente presenta algunos drenajes intermitentes los cuales no cuenta con un nombre definido, tal y como se observa en la Figura 52.



Sistema hídrico natural de la cabecera municipal de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.9.3.3.2 Régimen de precipitación

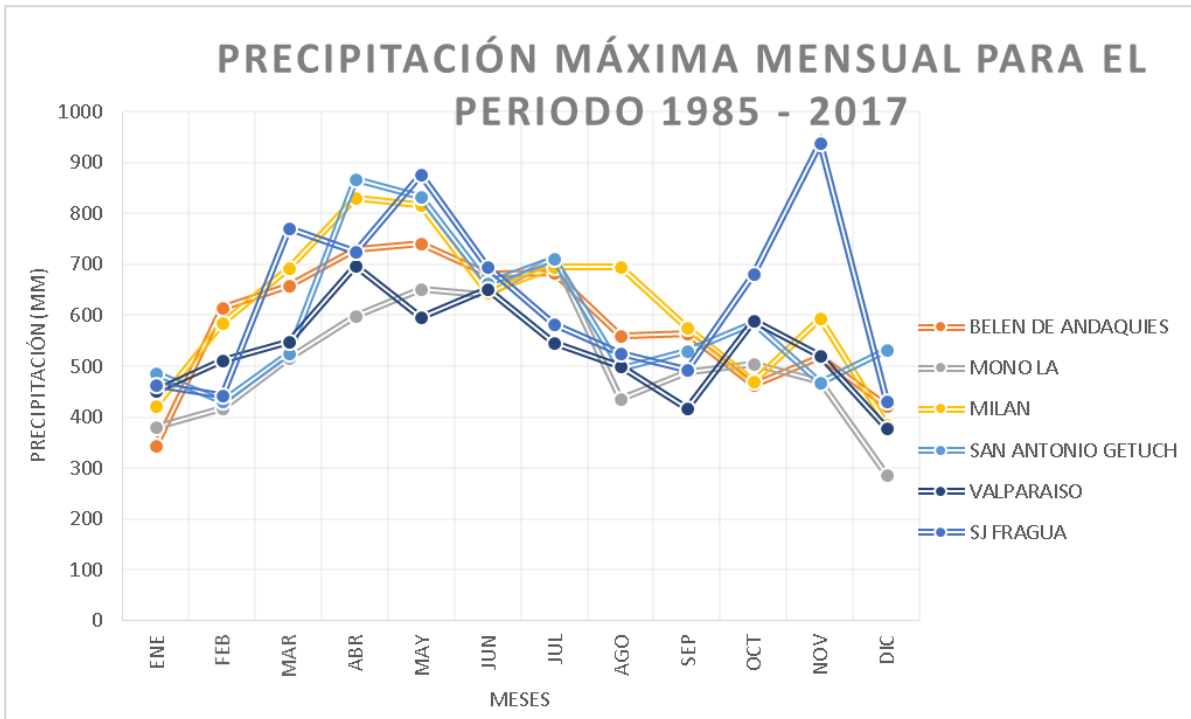
1.9.3.3.2.1 Precipitación máxima mensual

En el análisis de los valores de precipitación máxima mensuales para el municipio de Albania, se observa una respuesta coherente con el régimen bimodal identificado en el comportamiento pluviométrico del área de estudio, para el cual, en los meses de abril y mayo, se presenta un primer momento de alta pluviosidad, registrando valores entre los 595 mm y 877 mm aproximadamente, dichos registros se dan de manera uniforme en la totalidad de las estaciones analizadas.

Para el segundo momento de aumento de lluvias (noviembre) se evidencia un pico en los valores de precipitación máxima mensual, a la altura de la estación SJ Fragua con un valor de 939,2 mm, mientras que en el resto de las estaciones los valores no presentan una variación significativa en cuanto a lo registrado en meses anteriores. Es importante mencionar, que en los meses donde se presentan los valores más altos de precipitación, se dará una mayor probabilidad de ocurrencia de fenómenos asociados a inundaciones de tipo fluvial (por desborde de los principales cauces aluviales) y pluvial (por encharcamiento en zonas pobremente drenadas).



Precipitaciones máximas mensuales (mm)



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.9.3.3.2.2 Precipitación máxima en 24 horas

La precipitación máxima en 24 horas según la define el IDEAM (2015), es la precipitación ocurrida entre las 07 horas de un cierto día y las 07 del día siguiente, periodo que se denomina día pluviométrico y que representa la cantidad máxima de lluvia ocurrida en un día. A partir de las cantidades diarias se calcula las máximas mensuales y de la serie histórica de máximas mensuales se deduce las máximas absolutas. Esta variable permite medir la intensidad y duración de un aguacero y es constantemente monitoreada debido a que precipitaciones altas podrían ocasionar inundaciones u otros fenómenos naturales como movimientos en masa, que afectan la estructura y composición del suelo y generando pérdidas ambientales, económicas y sociales.

1.9.3.3.2.2.1 Análisis de Frecuencia de Precipitación máxima en 24 horas.

A partir de las series anuales de precipitación máxima en 24 horas, se realizó un análisis estadístico de las series de máximos absolutos utilizando la distribución de probabilidad Gumbel, que se calcula a través de la expresión:

$$X_T = \bar{X} + (S * K_T)$$

Donde

X_T : Magnitud del evento relacionado a un periodo de retorno T .

\bar{X} : Media de los n valores de la serie.

S : Desviación estándar de la serie.

K_T : Factor de Cambio en función del periodo del retorno.

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left[0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right]$$

Donde

T : Periodo de retorno.



Los resultados de precipitación para diferentes periodos se calcularon a través de distribución, Gumbel. La Tabla 19 expone los valores de precipitación máxima obtenida para diferentes periodos de retorno en las estaciones próximas al área de estudio

Tabla 19 valores de precipitación máxima a diferentes periodos de retorno

Estación	Precipitación Máxima (mm /día) Periodos de retorno						
	2	5	10	25	50	100	500
Milán	60.1	72.4	80.5	90.7	98.3	105.8	123.2
Mono La	32.7	72.7	99.1	132.5	157.3	182.0	238.8
San Antonio	99.5	126.8	144.9	167.8	184.7	201.6	240.5
San José de Fragua	37.9	83.8	114.3	152.7	181.2	209.5	274.9
Valparaíso	31.3	78.9	110.3	150.1	179.6	208.9	276.6
Belén de los Andaquíes	59.9	73.0	81.6	92.5	100.6	108.6	127.2

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.9.4 Zonificación de la amenaza por inundaciones

De acuerdo con la metodología propuesta, la zonificación final de inundación en suelo urbano tiene en cuenta criterios geomorfológicos, morfométricos y la integración de los registros históricos de eventos recopilados de diferentes fuentes.

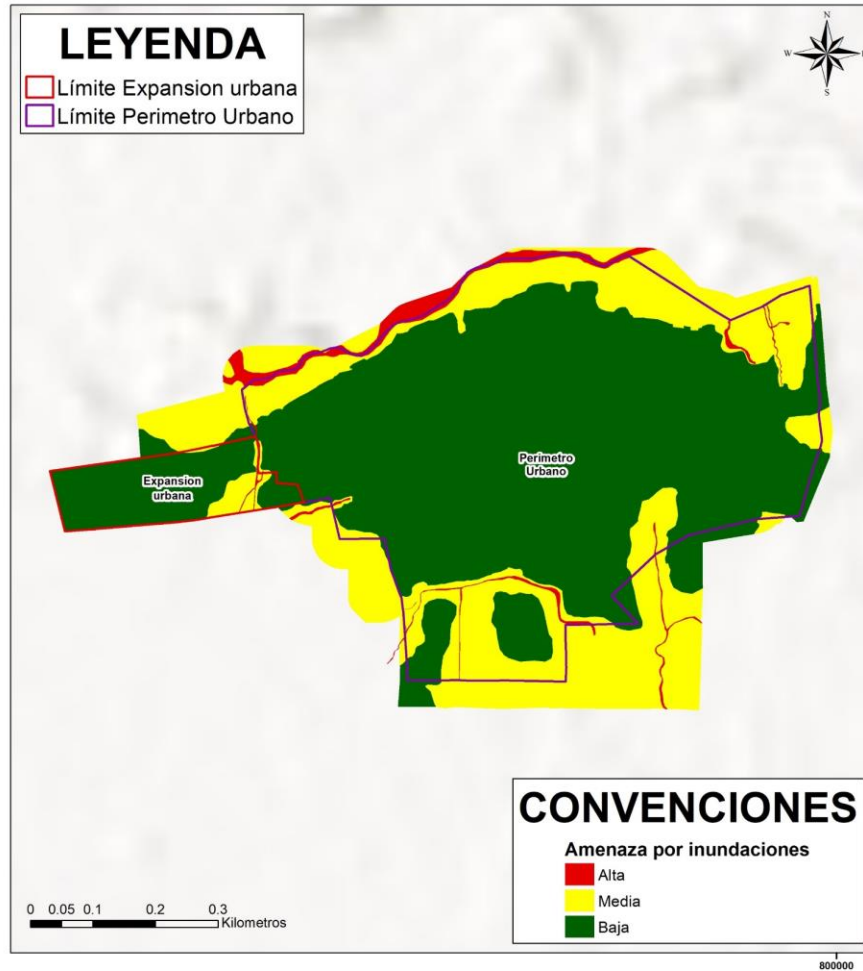
La Figura 54 muestra la zonificación final de amenaza por inundaciones para el casco urbano de Albania. Se puede observar la amenaza alta asociada al brazuelo del río Fragua Chorroso a pequeñas intrusiones de caños existentes en el extremo sur del casco urbano. Adicionalmente, las geoformas onduladas que conforman el casco urbano presentan categoría media en la parte cóncava y baja en la parte convexa.



Figura

54

Amenaza por inundaciones en el casco urbano de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Por otro lado, para el centro poblado El Paraíso, predomina la amenaza baja dada la presencia de lomeríos cuya morfometría no favorece la ocurrencia de inundaciones. Sin embargo, en el margen oriental del centro poblado existen zonas categorizadas como de amenaza media y alta dada la presencia de un cauce el cual incrementa su potencial de inundación aguas abajo en el norte del centro poblado (Figura 55).



Figura

55

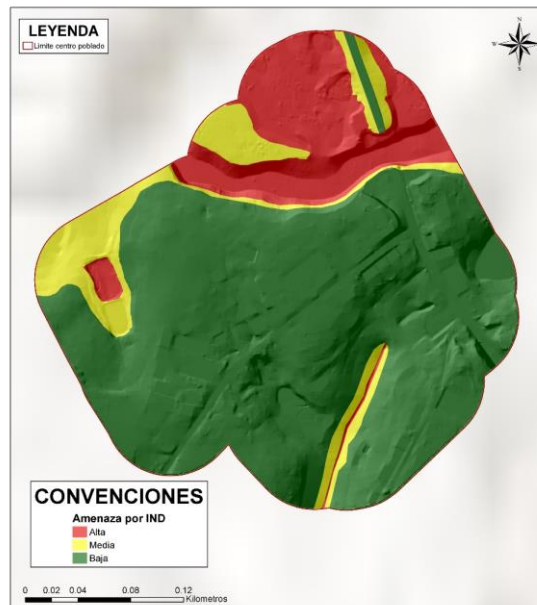
Amenaza por inundaciones en el centro Poblado El Paraíso



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Por su parte, en el centro poblado El Dorado, la amenaza por inundaciones está condicionada por la presencia del Río San Pedro. Dada la presencia de este río de gran caudal, existe una probabilidad de ocurrencia alta en el norte del centro poblado; mientras que, en el sector sur, la ausencia de drenajes significativos resulta en predominio de amenaza baja (Figura 43).

Figura 56 Amenaza por inundaciones en el centro Poblado El Dorado

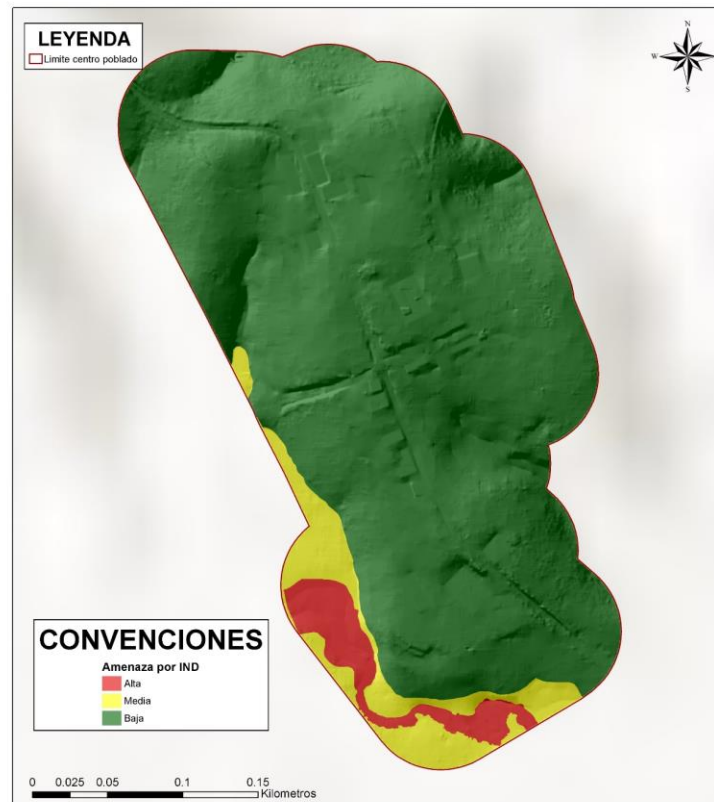


Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



La Figura 57 muestra a zonificación final de amenaza por inundaciones para el centro poblado Versalles. Allí, se evidencia la predominancia de la categoría baja en los sectores controlados por lomeríos. Sin embargo, en la parte inferior, en el extremo sur, la presencia de bajos vegetados y la sinuosidad del cauce identificado, resultan en amenazas medias y altas respectivamente para este sector.

Figura 57 Amenaza por inundaciones en el centro Poblado Versalles

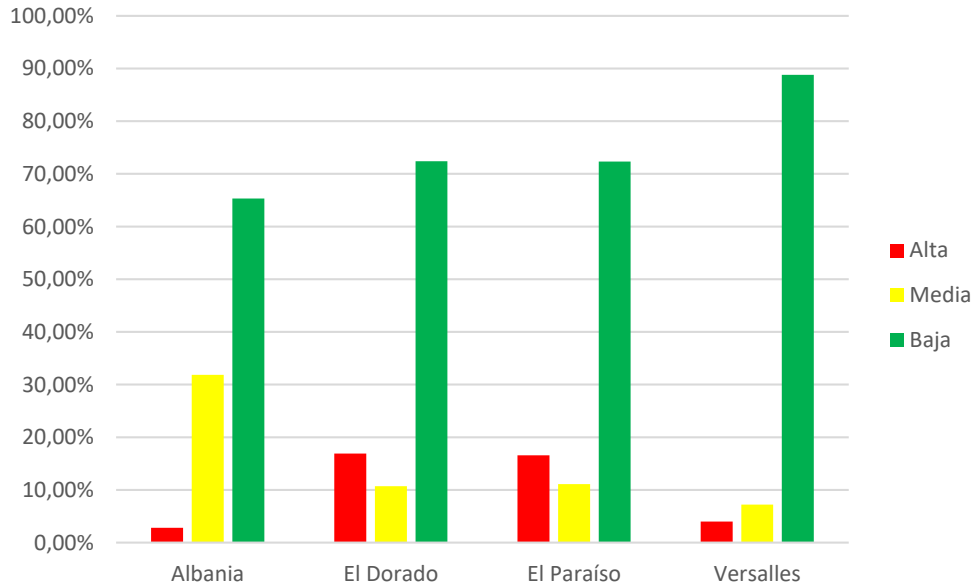


Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



En la Figura 58 se observa la distribución de los porcentajes de amenaza por inundaciones en el casco urbano del municipio de Albania y de sus centros poblados:

Figura 58 Porcentaje de amenaza total por centro poblado de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

En la Tabla 20 se presenta el resumen de las áreas y porcentajes de las áreas de acuerdo con cada una de la categorización de la amenaza por inundaciones (alta, media y baja) de los centros poblados y el casco urbano:

Tabla 20 Distribución de categorías de amenaza por centro poblado

Centro Poblado	Amenaza Alta		Amenaza Media		Amenaza baja	
	Área (Ha)	Porcentaje (%)	Área (Ha)	Porcentaje (%)	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Albania	1.56	2.82%	17.56	31.86%	36.	65.32%
El Dorado	1.52	16.91%	0.96	10.70%	6.52	72.39%
El Paraíso	1.52	16.58%	1.02	11.09%	6.62	72.32%
Versalles	0.40	3.99%	0.72	7.22%	8.80	88.79%

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.10 Estudio básico de amenaza por avenidas torrenciales

A continuación, se describe la metodología empleada para el análisis y la zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales en el Municipio de Albania. Para lograr este objetivo se tuvo en cuenta los diferentes enfoques y formas de abordar dicha zonificación, propuestos y desarrollados en el país por entidades estatales como el Servicio Geológico de Colombia (SGC), la Unidad Nacional para la gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) e instituciones académicas a lo largo del territorio.



El

razonamiento de la metodología se realiza dividiendo el comportamiento del flujo en sus tres partes, la parte alta relacionada con el origen del material sólido y líquido que se verá involucrado en el evento, el ápice o punto de inflexión de la pendiente y el área de tránsito y depósito del material dependiente de la energía alcanzada por la avenida torrencial.

Para cada una de las partes del comportamiento del flujo, son necesarios diferentes análisis según el papel que representan en el evento torrencial. Sin embargo, para el área de estudio solo se identifica la zona de depósito del flujo que corresponden a las áreas identificadas como abanico aluvial sub-reciente y antiguo.

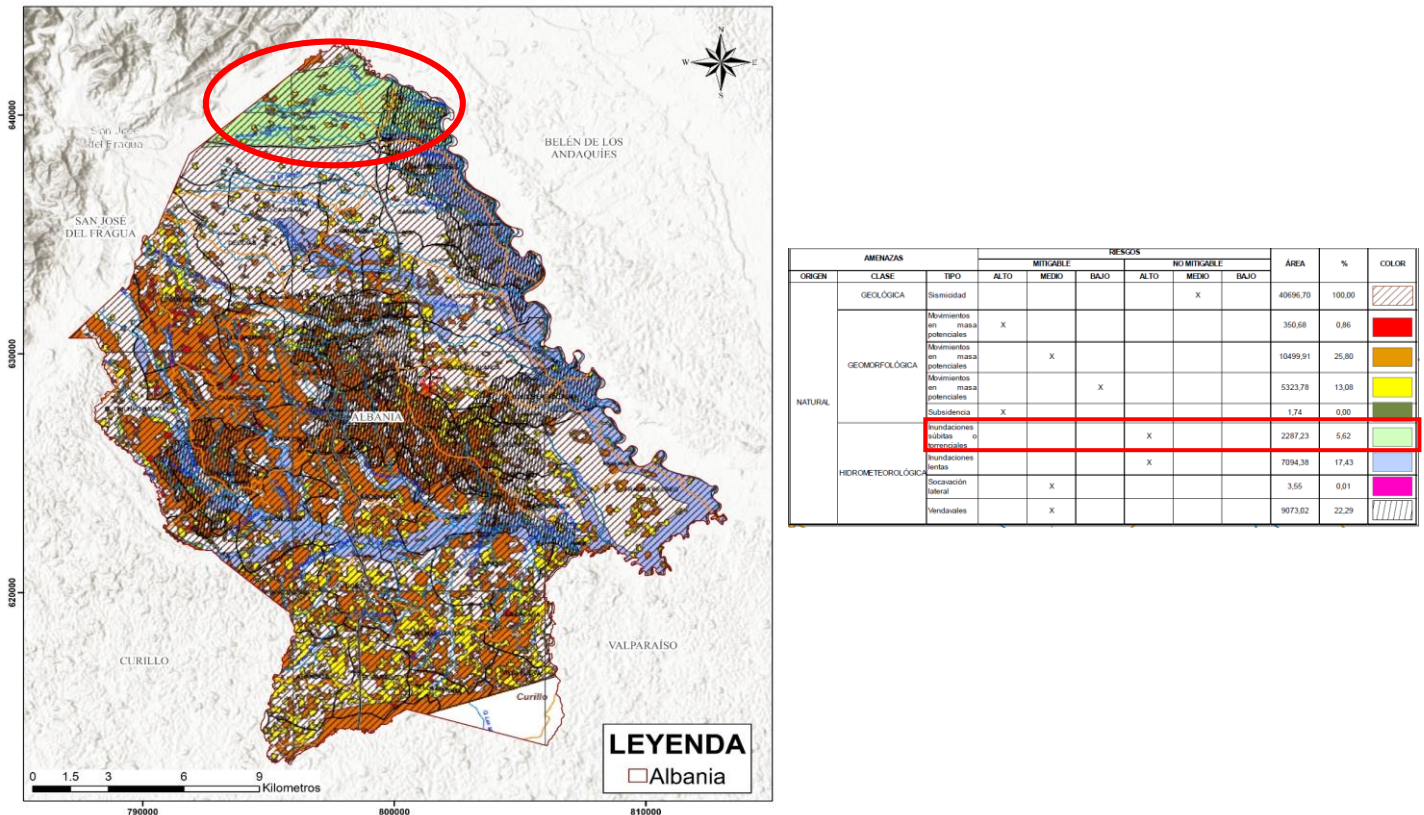
A partir del reconocimiento de las zonas de depósito producto del análisis morfogenético, se determina la susceptibilidad de cada geoforma, para luego evaluar la amenaza, en donde se tienen en cuenta diferentes criterios como el análisis de pendiente, características morfométricas de los sistemas fluviales presentes y por último la validación con la información recolectada en la jornada de campo.

1.10.1 Estudios previos

1.10.1.1 Documento de soporte técnico del esquema de ordenamiento territorial (2012)

Respecto a las avenidas torrenciales el documento técnico menciona inundaciones torrenciales o súbitas producidas por el río Fragua Chorroso, el comportamiento de este lo asocian a las altas pendientes que presenta desde el municipio de San José del Fragua, afectando la vereda Berlín ubicada al norte del municipio de Albania, este tipo de riesgo fue categorizado como alto y no mitigable, estas áreas son representadas en color verde claro en las Figura 59.

Figura 59. Mapa de riesgos de origen natural para el municipio de Albania



Fuente: (Alcaldía municipal de Albania, 2012)



REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DEL CAQUETA
MUNICIPIO DE ALBANIA





1.10.2 Descripción metodológica

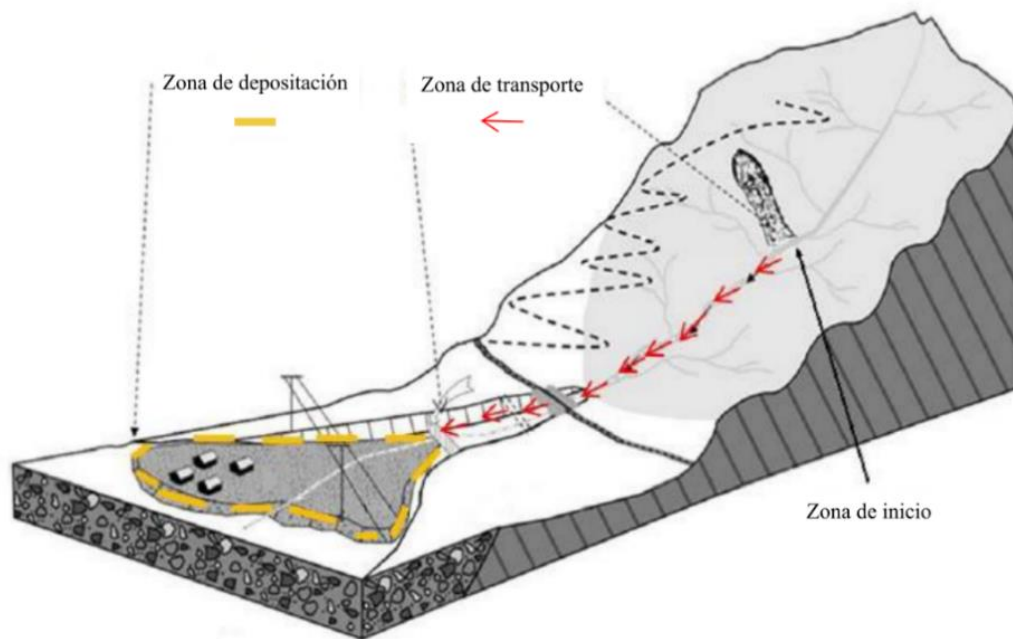
Las avenidas torrenciales pueden pensarse como un movimiento en masa que se desplaza a gran velocidad transportando por cauces de ríos y quebradas grandes cantidades de material sólido como árboles, bloques de roca y sedimentos. Estos flujos pueden ser generados por precipitaciones acumuladas y/o ruptura de represamientos, involucran una gran energía y por ello generan grandes afectaciones a la infraestructura y habitantes localizados en las áreas de transporte y depósito.

Desde el punto de vista de la geomorfología: una avenida torrencial es un tipo de movimiento en masa caracterizado por el flujo rápido de una mezcla caótica de sólidos y agua que pueden desplazarse a grandes velocidades; dependiendo de los materiales involucrados y de los tipos de flujo que se dan, es posible definir una amplia variedad de fenómenos, todos con posibilidades de presentarse en cuencas de montaña. Es difícil establecer, con criterios de campo, límites claros entre los distintos tipos de fenómenos que se pueden dar en las condiciones geomorfológicas, climáticas. Una clasificación general incluye en este grupo de movimientos en masa, las avenidas torrenciales propiamente dichas, flujos hiperconcentrados, flujos de lodo, flujos de escombros y transiciones entre éstos (Caballero Acosta, 2011).

Las avenidas torrenciales son eventos complejos, este fenómeno presenta esencialmente tres partes (ver Figura 60):

- Zona de inicio
- Zona de transporte
- Zona de depósito

Figura 60 . Zonas características de una avenida torrencial: zona de inicio, zona de transporte y zona de depósito



Fuente: Modificado de (Teixeira Silva, 2016)

La zona de inicio corresponde a él origen del fenómeno, estas áreas son las que potencialmente aportarán las fracciones sólidas y líquidas que constituirán el flujo concentrado de sedimentos. Dichas áreas se localizan en los sectores altos de las cuencas, en laderas susceptibles a movimientos en masa o en los taludes laterales de los cauces de montaña que discurren por este sector. (Hungar, 2005)

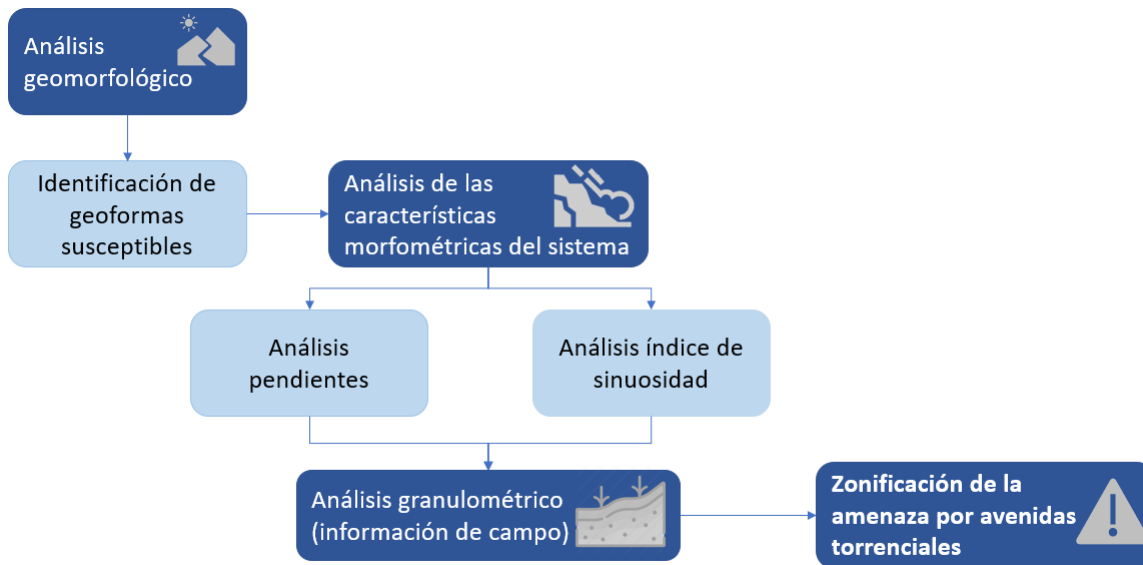


La zona de transporte corresponde a el área recorrida por el material originado en la zona de inicio y en la cual no ocurre depositación debido a las características morfométricas por donde discurre, estos fenómenos ocurren en los sectores montañosos del área de estudio, sectores en los cuales el flujo de material viaja confinado en los valles en V de los cauces allí presentes.

La zona de depositación del material coincide con sectores de contraste de pendiente, donde los materiales involucrados pierden la energía cinética que alimentaba el movimiento de la avenida torrencial y construyen estructuras estables en forma de abanico. (Teixeira Silva, 2016) para el caso del municipio de Albania según las geoformas asociadas a estos procesos se identifica que solo existe zona de depósito en el área de estudio, la cual será analizada a continuación

Como lo muestra la Figura 61 a partir de una caracterización geomorfológica, se analizan la susceptibilidad de cada forma de terreno, luego de esto se realiza un análisis de las características de estas formas de terreno de origen torrencial, este análisis es validado a partir de la información litológica y granulométrica recopilada en la jornada de campo, para así poder delimitar la zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales.

Figura 61. Variables empleadas para la obtención de la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.10.2.1 Análisis geomorfológico

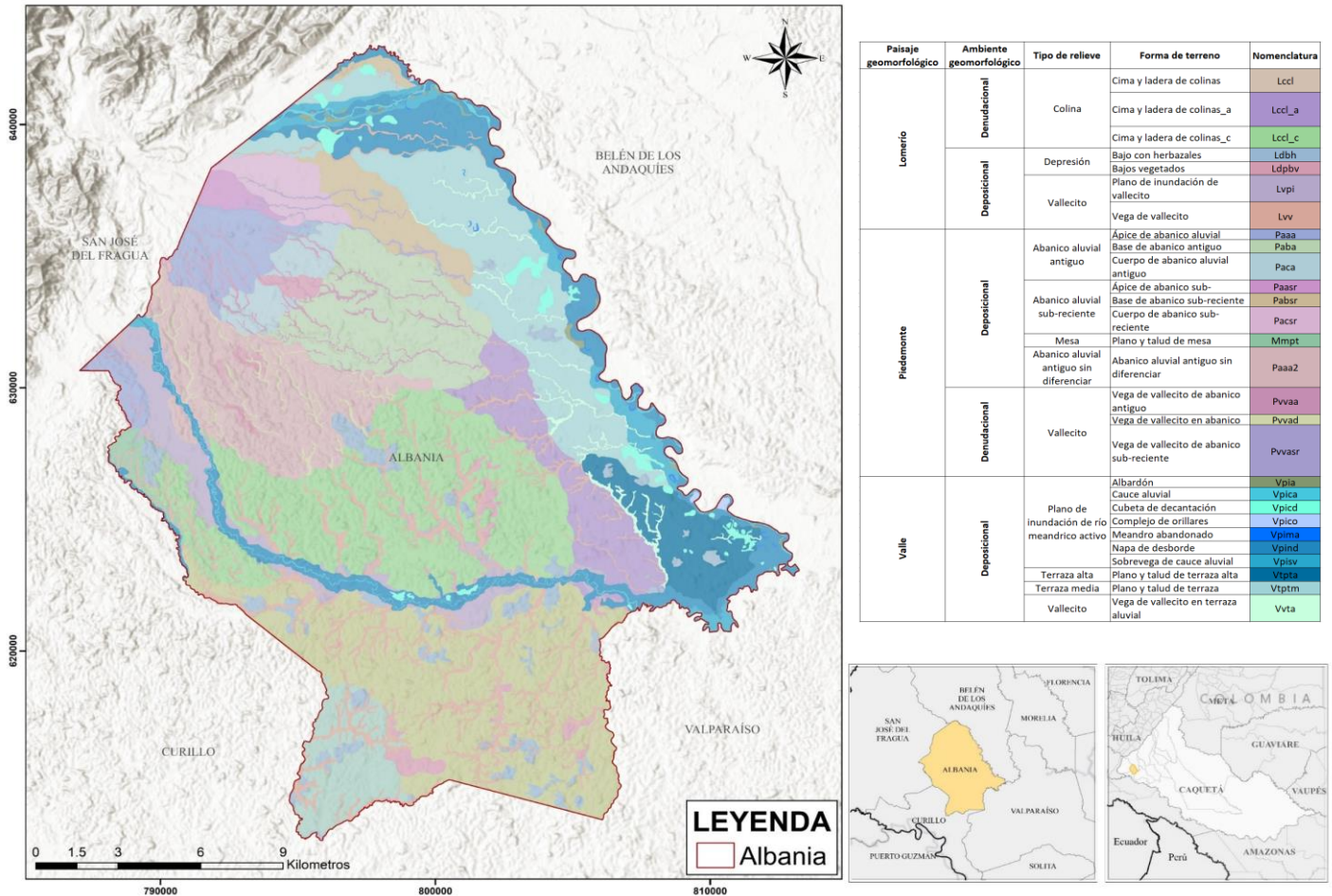
Para la identificación de las zonas de depósito se realiza un análisis geomorfológico en donde se reconocen las formas del terreno que en su evolución han alojado material producto de eventos de alta energía y que por sus condiciones actuales podría involucrarse dentro de alguna de las fases de un evento torrencial. La metodología que se siguió para la clasificación de las formas del terreno es la propuesta por el IGAC en el 2012.

La distribución geográfica de las formas del terreno identificadas en la cartografía geomorfológica Zinck del municipio se muestra en la Figura 62, en la cual se observa el predominio de la geoforma de abanico en el sector noroccidental del municipio de Albania, reconociendo el ápice, base y el cuerpo del sistema. Por otro lado, se evidencia un control de las formas del terreno por parte de lomas y colinas en la gran proporción del territorio, así como las geoformas asociadas a planos de inundación y terrazas.



Figura

Formas de terreno identificadas en el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

El análisis del componente geomorfológico se realizó en función de determinar que subunidades geomorfológicas son propensas a desarrollar procesos de torrencialidad con base a su génesis y evolución (Tabla 21.) Por lo anterior se incluyen dentro de las zonas susceptibles a eventos torrenciales, las formas de terreno asociadas a flujos rápidos, de modo que se determinaron las características morfométricas y morfodinámicas que favorecen la ocurrencia de las avenidas torrenciales teniendo en cuenta que este fenómeno natural ocurre en áreas con amplias diferencias de pendiente además de grandes caudales.



Susceptibilidad de las geoformas identificadas en el municipio de Albania

Paisaje geomorfológico	Ambiente geomorfológico	Tipo de relieve	Forma de terreno	Nomenclatura	Susceptibilidad	
Lomerío	Denudacional	Colina	Cima y ladera de colinas	Lccl	Baja	
			Cima y ladera de colinas_a	Lccl_a	Baja	
			Cima y ladera de colinas_c	Lccl_c	Baja	
	Deposicional	Depresión	Bajo con herbazales	Ldbh	Baja	
			Bajos vegetados	Ldpbv	Baja	
		Vallecito	Plano de inundación de vallecito	Lvpi	Baja	
			Vega de vallecito	Lvv	Baja	
Piedemonte	Deposicional	Abanico aluvial antiguo	Ápice de abanico aluvial antiguo	Paaa	Media	
			Base de abanico antiguo	Paba	Media	
			Cuerpo de abanico aluvial antiguo	Paca	Media	
		Abanico aluvial sub-reciente	Ápice de abanico sub-reciente	Paasr	Media	
			Base de abanico sub-reciente	Pabsr	Media	
			Cuerpo de abanico sub-reciente	Pacsr	Media	
		Mesa	Plano y talud de mesa	Mmpt	Baja	
	Abanico aluvial antiguo sin diferenciar	Abanico diluvial antiguo sin diferenciar	Paaa2	Media		
		Denudacional	Vallecito	Vega de vallecito de abanico antiguo	Pvva	Media
				Vega de vallecito en abanico aluvial antiguo sin diferenciar	Pvva2	Media
	Vega de vallecito de abanico sub-reciente			Pvvasr	Media	
	Valle	Deposicional	Plano de inundación de río meándrico activo	Albardón	Vpia	Baja
				Cauce aluvial	Vpica	Baja
Cubeta de decantación				Vpicd	Baja	
Complejo de orillares				Vpico	Baja	
Meandro abandonado				Vpima	Baja	
Napa de desborde				Vpind	Baja	
Sobrevega de cauce aluvial				Vpiv	Baja	
Terraza alta			Plano y talud de terraza alta	Vtpta	Baja	
Terraza media			Plano y talud de terraza media	Vtptm	Baja	
Vallecito			Vega de vallecito en terraza aluvial	Vvta	Baja	

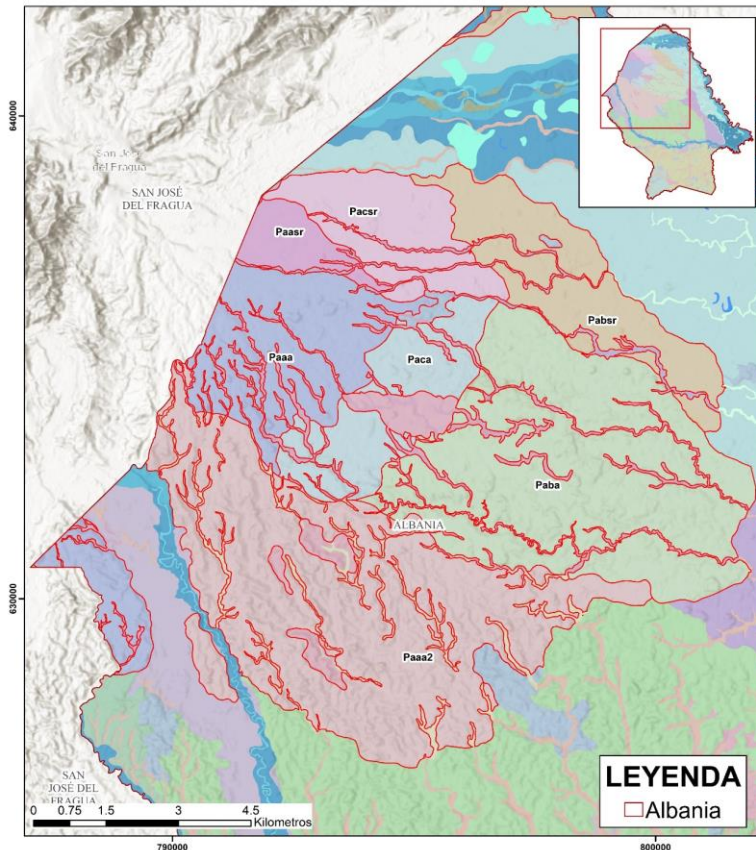
Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Como se mostró en la Tabla 21, para el municipio de Albania se identificaron diez formas de terreno (Figura 63) que por sus características morfogénicas y pedológicas poseen susceptibilidad presentar eventos torrenciales: ápice de abanico aluvial antiguo (Paa), base de abanico antiguo (Paba), cuerpo de abanico aluvial antiguo (Paca), vega de vallecito de abanico antiguo (Pvva), ápice de abanico sub-reciente (Paasr), cuerpo de abanico sub-reciente (Pacsr), base de abanico sub-reciente (Pabsr), vega de vallecito de abanico sub-reciente (Pvvasr), abanico aluvial



antiguo sin
diferenciar (Paaa2) y vega de vallecito en abanico aluvial antiguo sin diferenciar (Pvvad); teniendo estas formas de terreno un ambiente morfogenético de carácter deposicional y un paisaje asociado a piedemonte. Para estas áreas no se tienen reportes de eventos históricos relacionados a eventos torrenciales por lo cual se les asigno una categoría de susceptibilidad media.

Figura 63. Tipo de formas de terreno susceptibles



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.10.2.2 Análisis de las características morfométricas del sistema

A partir del reconocimiento previo de las formas del terreno susceptibles se identificó un conjunto de abanicos asociados a eventos de alta energía producto de la evolución y dinámica del río Fragua Chorroso, por esto se realiza un análisis morfométrico de los abanicos en conjunto con el comportamiento del cauce aluvial, además de esto, aunque algunas áreas del conjunto de abanicos se encuentran en jurisdicción del municipio de San José del Fragua se evalúa para analizar de manera integral el sistema en función de características morfométricas, que se traducirán en términos de energía del flujo torrencial con el fin de determinar los parámetros para la zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales.

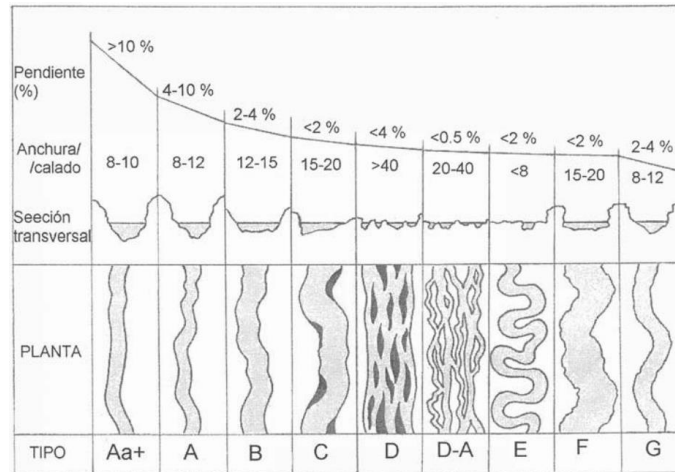
Como se mencionó anteriormente este sistema de abanicos identificados se asocian a la dinámica del río Fragua Chorroso, por esto se realiza un análisis de la morfología del cauce según Rosgen (1994); el cual establece una clasificación general de los principales cauces fluviales, a partir de criterios morfométricos tales como la pendiente longitudinal, la sinuosidad y la forma de la sección transversal (Figura 64 Tipos de morfología en cauces aluviales). En términos generales estos aspectos traducen el nivel de energía y este a su vez es un indicador de la capacidad de carga y transporte de sedimento.



Figura

64

Tipos de morfología en cauces aluviales

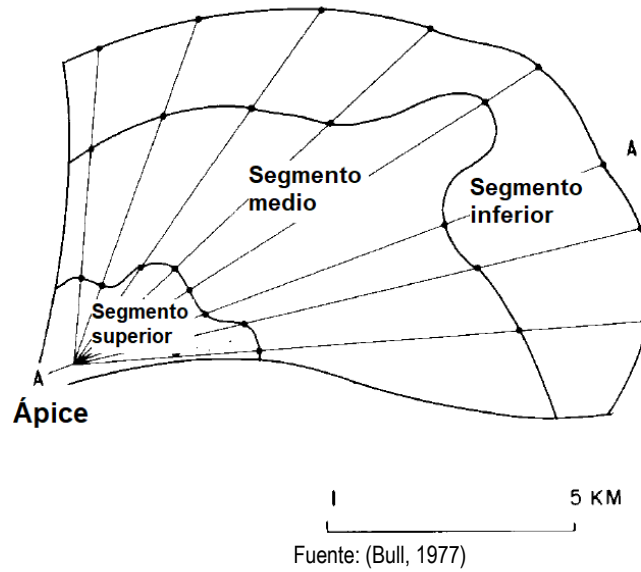


Fuente: (Rosgen, 1994).

Realizando un análisis general de las características del cauce principal que disecta y compone el abanico aluvial en el área de estudio (río Fragua Chorroso) pueden extraerse algunas nociones de la evolución del paisaje y la magnitud de los eventos que han dispuesto y acomodado el material que hoy conforma el abanico. Así mismo un cambio significativo en las características del cauce aluvial a lo largo de su trayecto reflejará la variación del medio y con esto la diferenciación del abanico, partiendo siempre de la premisa que la zona más próxima al sistema montañoso (ápice) enmarca gradientes de energía mucho mayores y esto relaciona a su vez zonas con mayor probabilidad de ocurrencia de flujos torrenciales que puedan depositar grandes volúmenes de material en el área. Además del cambio en las características del cauce, según Bull (1977) la pendiente es una característica que puede ser observada de forma radial en la mayoría de los abanicos, en la cual permite diferenciar cuatro segmentos que tienen una pendiente uniforme, (ver Figura 65) estos son ápice, segmento superior, segmento medio y segmento inferior, este análisis se desarrolla a continuación en el ítem 1.10.2.2.1



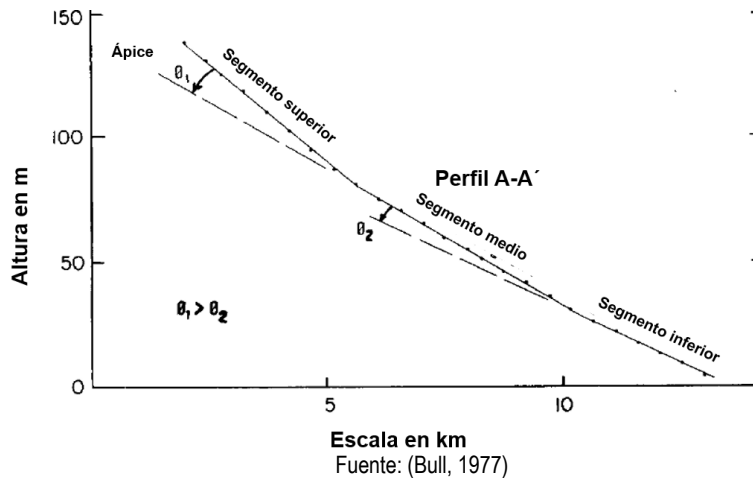
Segmentos del abanico fluvial



1.10.2.2.1 Análisis de pendiente

A partir de la caracterización geomorfológica del abanico aluvial, se pueden realizar mediciones de las formas del terreno, las cuales pueden brindar características de este, en función de la amenaza por avenidas torrenciales. La división del abanico se realiza con el fin de determinar los diferentes segmentos del abanico, para esto se utilizó la caracterización morfométrica de los depósitos. Mediante la elaboración de perfiles radiales desde el ápice del abanico se pueden identificar los segmentos sobre la superficie. De acuerdo con Bull (1977) los cambios en la pendiente en el perfil topográfico permiten segmentar el abanico como se muestra en la Figura 66.

Figura 66. Segmentación de un abanico a partir de los cambios en la pendiente del terreno

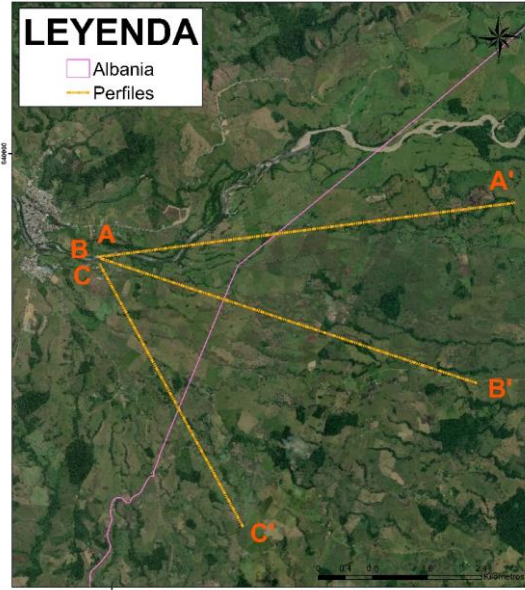


Con el fin de identificar los segmentos dentro del abanico encontrado en el municipio de Albania se realizaron tres perfiles topográficos de manera radial desde el ápice del abanico, como se muestra en la Figura 67. La distribución espacial de los abanicos de manera concéntrica no solo presenta características morfométricas sino



deposicionales de las cuales se pueden interpretar zonas con diferente potencial de energía asociando esto en proporción a la amenaza frente a un flujo futuro.

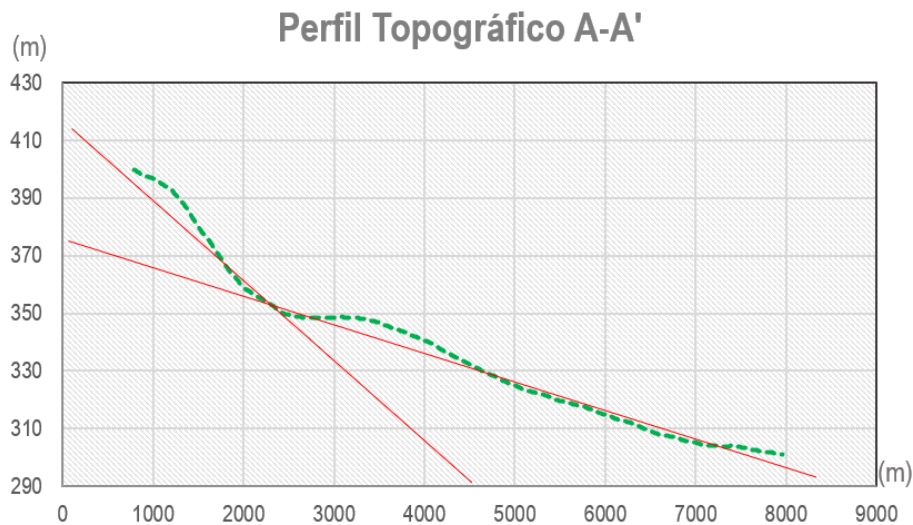
Figura 67. Distribución espacial de los perfiles topográficos realizados sobre el abanico



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Los perfiles realizados muestran cambios entre la pendiente del terreno asociados a la concavidad del perfil. En cada uno de los perfiles, se identificaron dos cambios de pendiente correspondientes al segmento medio e inferior del abanico. La Figura 68 muestra en línea punteada el corte realizado a la superficie del abanico; las líneas rojas representan la proyección de las pendientes identificadas en el segmento inferior y el segmento medio.

Figura 68. Perfil topográfico A-A'

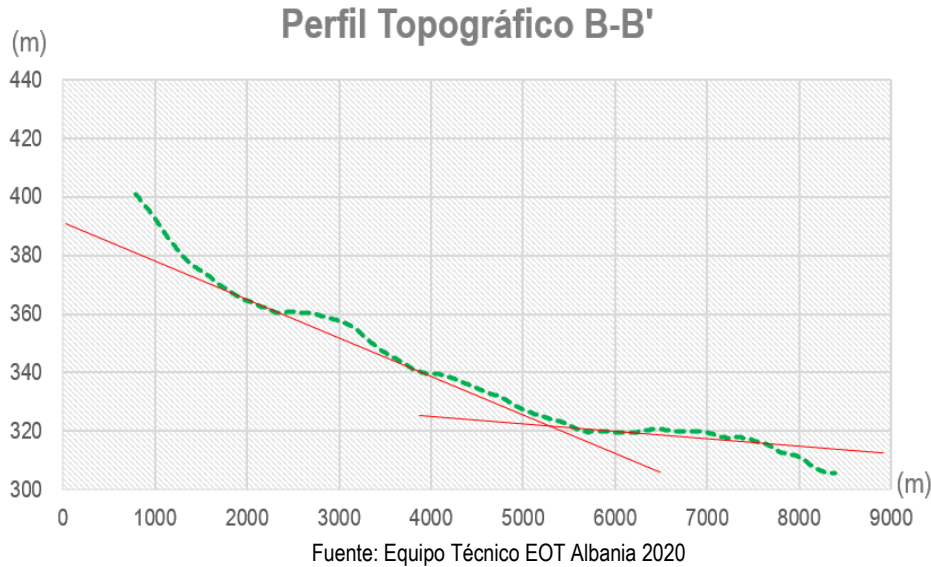


Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



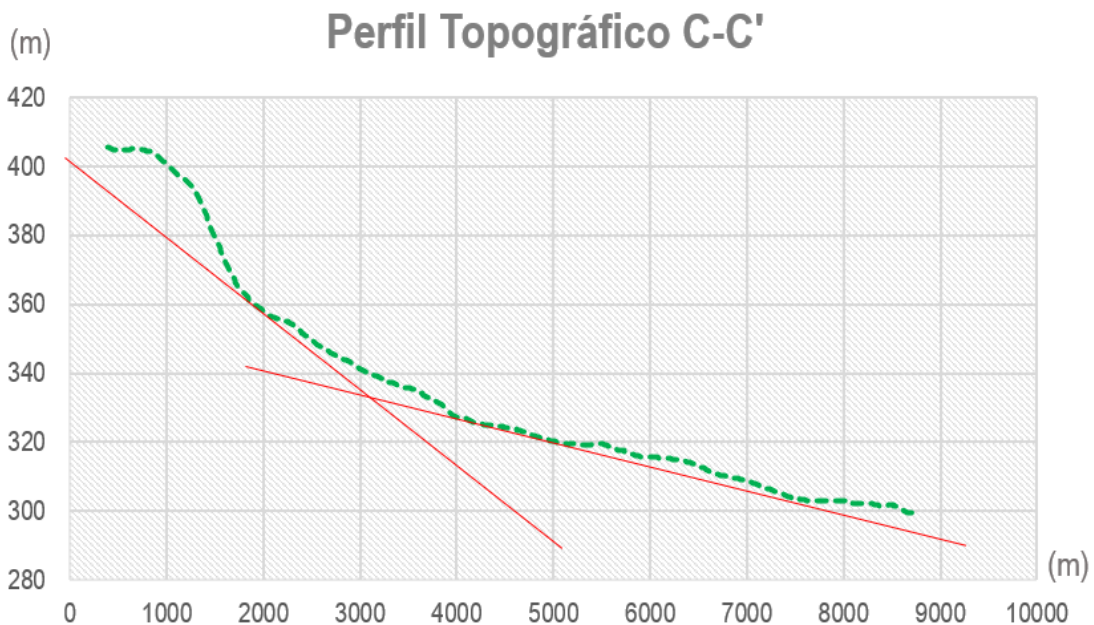
La Figura 69 muestra el perfil de elevación realizado en el tramo B-B', se puede observar que en esta zona del abanico se identifican únicamente el segmento medio e inferior del abanico. Respecto al perfil topográfico A-A' puede identificarse el desplazamiento del punto de inflexión correspondiente a la intersección de las líneas rojas que proyectan la pendiente calculada para cada segmento.

Figura 69. Perfil topográfico B-B'



La Figura 70 presenta el perfil topográfico realizado para el tramo C-C'. Este corte está ubicado en área suroeste del abanico estudiado. El punto de corte entre las líneas de pendientes calculadas se ubica cerca de los 5200m sobre la distancia horizontal del perfil.

Figura 70. Perfil topográfico C-C'





REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DEL CAQUETA
MUNICIPIO DE ALBANIA



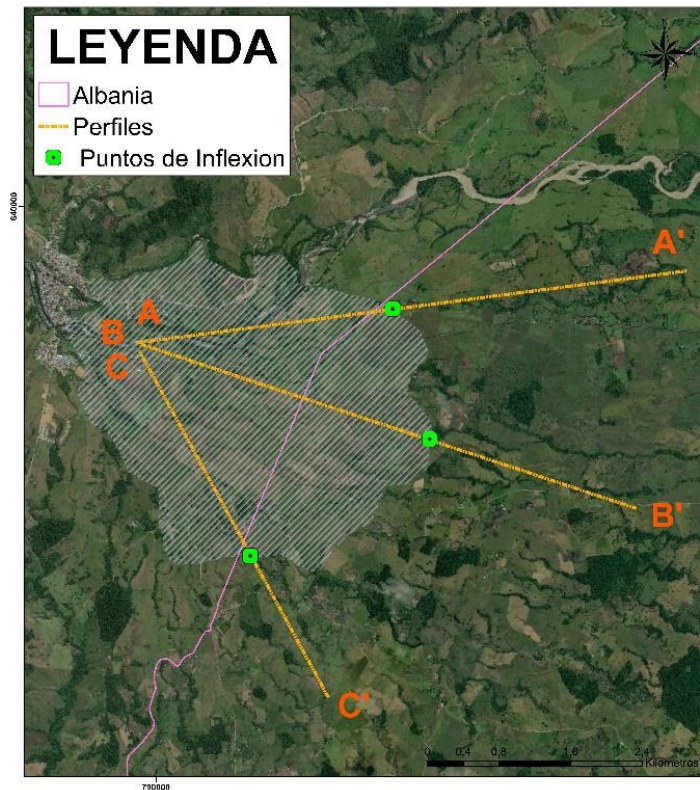
Fuente:

Equipo Técnico EOT Albania 2020



A partir de los perfiles anteriormente realizados, se pudo establecer la localización geográfica de los puntos de corte entre las pendientes de los segmentos medios e inferiores. Este punto de inflexión no solo representa un cambio en la morfometría del abanico, sino también un cambio en el régimen de energía del sistema fluvio torrencial del río Fragua y sus afluentes. En la Figura 71 se puede observar la localización de estos puntos y el límite propuesto para la separación de la parte media del abanico y la parte inferior. Por lo anterior, este límite entre los segmentos del abanico se utiliza para la definición de las zonas de amenaza media por avenidas torrenciales.

Figura 71. Distribución espacial de los puntos de inflexión que limitan el abanico medio e inferior



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.10.2.2.2 Análisis índice de sinuosidad

El índice de sinuosidad (IS) evalúa la similitud de la trayectoria de un río o el tramo de un río con una línea recta, es decir, si un río representa una trayectoria totalmente recta, relacionará un IS de 1, pero si en cambio esté en su recorrido se extiende formando meandros y curvaturas, su IS será más elevado, pues este se calcula a partir de la relación entre la longitud total del canal y la distancia del valle (ver ecuación 1)

Ecuación 1

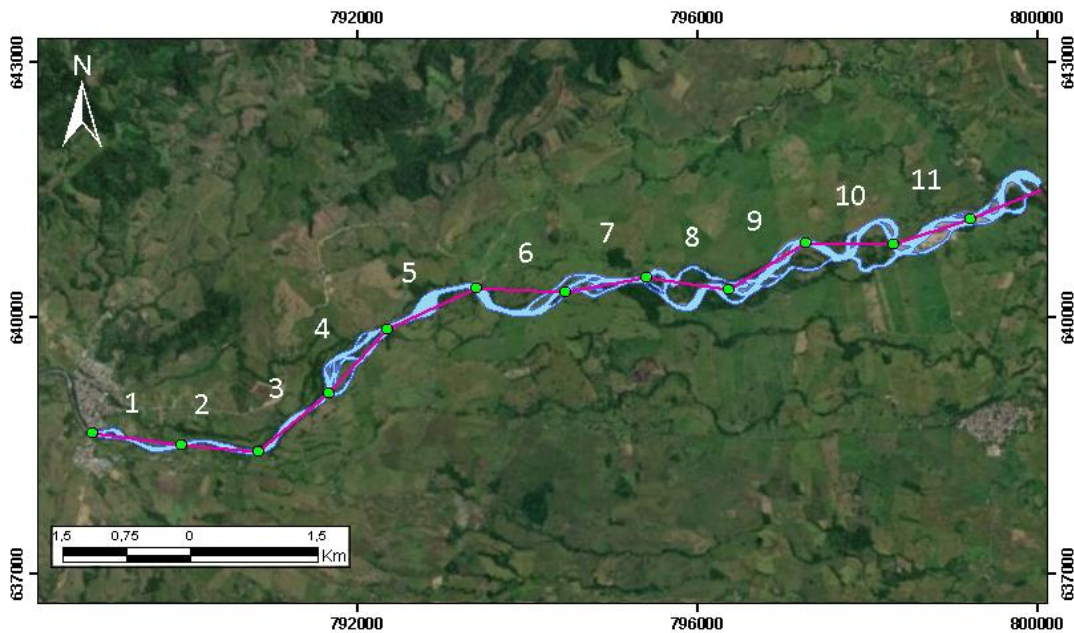
$$IS = \frac{\text{longitud del talweg}}{\text{longitud del valle}}$$

Fuente: (Wolman, 1957)



Mediante este procedimiento, se considera un cauce rectilíneo aquél que tiene una sinuosidad inferior a 1,05 y sinuoso cuando el índice IS queda comprendido entre 1,05 y 1,5. Un cauce meandriforme tiene, en cambio, una sinuosidad superior a 1,5 y consta de curvas alternantes que proporcionan un acusado trazado serpenteante. Su similitud geométrica hace difícil distinguir un río meandriforme de otro. Conscientes de esta notable regularidad de los ríos serpenteantes, (Leopold, 1966). Para el área de estudio este índice puede relacionarse en inverso con la energía del cauce. Es decir, un índice muy próximo a 1 resaltarán niveles de energía en el sistema altos, capaces de transportar y depositar material de tamaño y volumen significativos. Para evaluar los cambios generales del sistema en función del recorrido del cauce principal del río Fragua Chorroso, se seccionó el canal en varios tramos de aproximadamente 1km a partir de límite sur del casco urbano del municipio de San José de Fragua (Figura 72) y a cada uno de estos se le calculó el índice de sinuosidad IS (ver Tabla 22).

Figura 72 Tramos de análisis sobre el río Fragua Chorroso



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Tabla 22. Índice de sinuosidad para los tramos de análisis

Segmento	Longitud talweg	IS
1	1040	1,04
2	1100	1,1
3	1110	1,11
4	1200	1,2
5	1220	1,22
6	1240	1,24
7	1120	1,12
8	1400	1,4
9	1200	1,2
10	1410	1,41



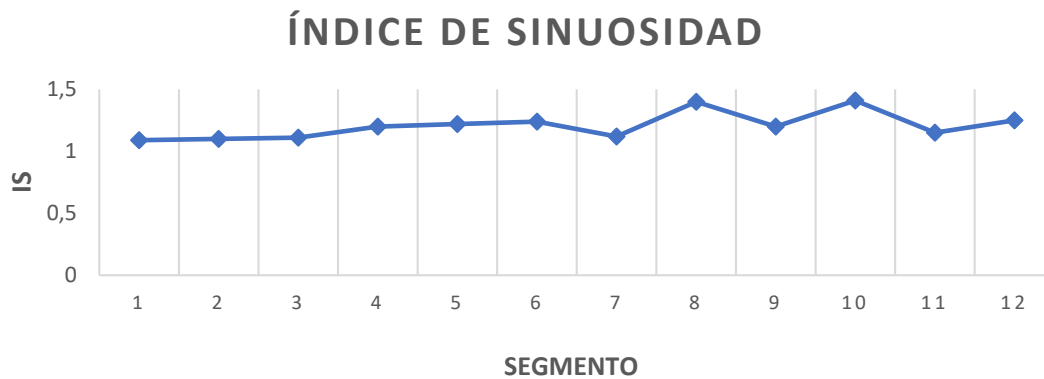
11	1150	1,15
12	1250	1,25

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

En términos generales se aprecia una tendencia de aumento del IS (Figura 73), develando una pérdida de energía del sistema, lo cual es concordante con el cambio en la tendencia de la pendiente.

En el primer tramo el IS calculado alcanza un valor de 1,04 reflejando características de un cauce rectilíneo, los tramos posteriores (2 y 3) asignan valores cercanos a 1,1 lo cual todavía es un indicador de altos niveles de energía y capacidad de tránsito y transporte de sedimento. A partir del segmento 4 quiebra de forma más notoria el aumento del IS, donde también es evidente el cambio de régimen de canal unimodal a un sistema multicanal con un área de divagación mucho más amplia, marcando una variación en el sistema, la cual deberá ser tenida en cuenta en la zonificación del abanico aluvial.

Figura 73 Índice de sinuosidad para los tramos de análisis



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.10.2.3 Análisis granulométrico

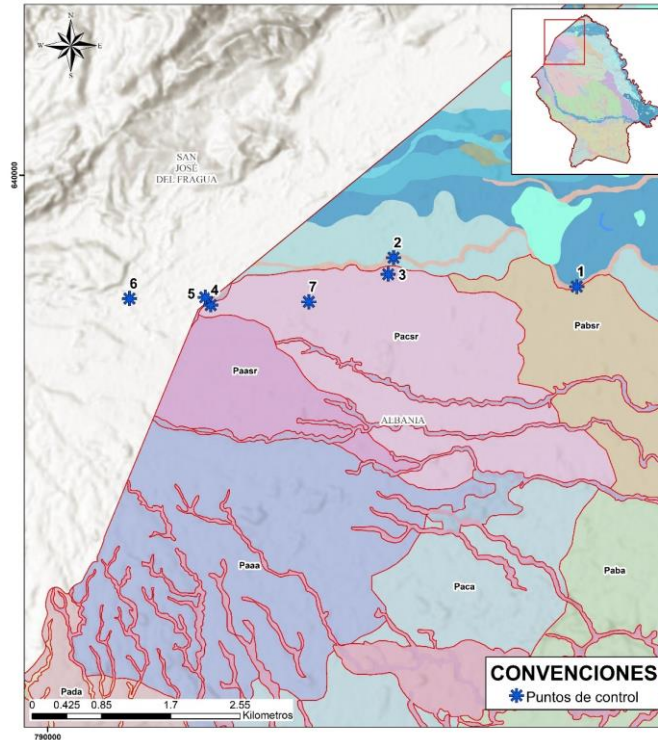
A partir de la información recopilada en la jornada de campo se realiza una validación de los segmentos identificados en el análisis morfométrico, con base en los datos de granulometría recopilado en los siete puntos de control a lo largo del abanico. (ver Figura 74).



Figura

74.

Puntos de control realizados en campo



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

La Tabla 23 muestra la relación de los puntos de control y la diferenciación de los segmentos del abanico, medio e inferior, y su caracterización granulométrica.

Tabla 23. Relación de los puntos de campo y características granulométricas encontradas

Punto de control	Características granulométricas	Segmento del abanico
1	Observación sobre el lecho de brazo del río Fragua Chorroso donde se evidencia la presencia de cantos polimicticos de tamaño ente 0,1 a 0,3 m	Segmento inferior
2	Conglomerado, matriz soportada, esta de composición lodosa, clastos redondeados	Segmento inferior
3	Conglomerados, matriz soportados, la matriz es de composición arenosa fina de color amarillo, clastos de tamaño grano y guijarros subredondeados	Segmento inferior
4	Conglomerado de guijarros, matriz soportado, la matriz está compuesta por arenas medias, tiene una mala selección y sus clastos son subangulares	Segmento medio
5	Conglomerados de bloques y guijarros de origen ígneo, matriz soportado, esta matriz está compuesta por arenas finas de color amarillo	Segmento medio
6	Barras de canal con presencia de bloque de 0,3 a 0,8 m de origen ígneo	Segmento medio
7	Areniscas finas meteorizadas de color marrón moderadamente seleccionadas, partículas subangulares, buen desarrollo de suelo	Segmento inferior

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



De

acuerdo a la información relacionada en la anterior tabla se puede concluir que se tienen dos regímenes generales en la deposición de material: uno de conglomerados con clastos tamaño canto, bloque y guijarro matriz soportados, en donde esta matriz está compuesta por arenas finas y medias, con mala selección y partículas subangulares (ver Figura 75) El otro grupo se caracteriza por tener conglomerados matriz soportado con partículas de menor tamaño como lo son los gránulos y guijarros, al igual que la matriz la cual está compuesta por arenas finas y lodos, presentando una selección regular y los granos son redondeados a subredondeados. Estos datos granulométricos validan los segmentos identificados a partir del análisis de la pendiente e índice de sinuosidad, donde el primer grupo donde se tiene un tamaño de grano más grueso, mala selección y granos angulares corresponden a áreas con mayor energía en comparación que los otros puntos de control, por lo cual se concluye que los puntos de control 4, 5 y 6 se encuentran en el segmento medio del abanico y los restantes al segmento inferior.

Figura 75. Registro fotográfico del control de campo realizado



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



1.10.3 Zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales

Tomando como referencia los análisis anteriormente mostrados, mediante la integración de la susceptibilidad geomorfológica, el análisis de pendiente, índice de sinuosidad y las evidencias de campo según los criterios expuestos en la Tabla 24 .

Tabla 24. Criterios de la zonificación por avenidas torrenciales

Zonificación de la amenaza	Criterios de clasificación
Amenaza torrencial alta	Zonas con presencia de geoformas susceptibles, sistemas fluviales poco sinuosos (<1.1), que pertenezca al segmento alto del abanico.
Amenaza torrencial media	Zonas con presencia de geoformas susceptibles, sistemas fluviales con índices de sinuosidad ≥ 1.2 , que pertenezca al segmento medio del abanico.
Amenaza torrencial baja	Zonas sin presencia de geoformas susceptibles o que pertenezcan al segmento inferior del abanico

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

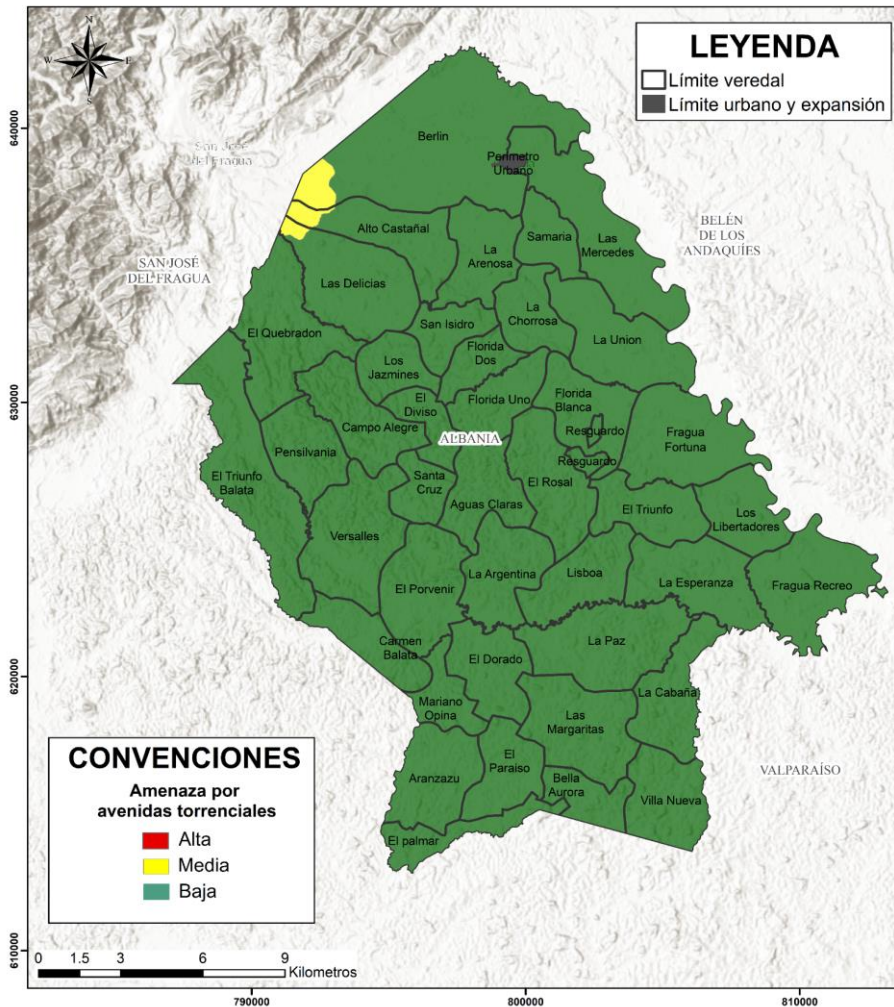
Teniendo en cuenta los criterios presentados anteriormente se tiene la zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales para el municipio de Albania (Figura 76), en donde en el sector noroccidental se tiene un área categorizada en amenaza media, el límite de esta zona corresponde a los puntos de inflexión de los perfiles realizados para evaluar los segmentos del abanico en función de la pendiente, siendo esta zona parte del segmento medio del abanico, que también corresponde a el cambio en la morfología del cauce en donde se evidencia un cambio de un sistema unicanal a multicanal, y a su vez un cambio del índice de sinuosidad, todo esto traducido en un cambio de la energía del flujo, además de esto la evidencia granulométrica recopilada en campo muestra que a partir de este punto de tienen clastos de menor tamaño y una matriz más fina, zona que corresponde a la categoría de amenaza baja.



Figura

76.

Zonificación de la amenaza por avenidas torrenciales



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

En la Tabla 25 se muestran los valores calculados en porcentaje y área para las categorías de las áreas en amenaza por avenidas torrenciales en el municipio de Albania, en donde se tienen que la categoría baja predomina abarcando un 99,15% de la extensión total del territorio.

Tabla 25. Relación porcentual y áreas de las categorías de amenaza por avenidas torrenciales en el

Amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alta	0.00	0.00%
Media	349.97	0.85%
Baja	40817.45	99.14%
Total	41167.41	100.00%

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



1.11 Otras amenazas

1.11.1 Incendios forestales

1.11.1.1 Marco conceptual

Los incendios forestales son definidos como fuegos de gran magnitud se propagan sin control por zonas boscosas, estos pueden avanzar fácilmente y con gran rapidez consumiendo todo lo que encuentra en su paso, el inicio del fuego depende de varios factores naturales, entre estos el clima, la topografía, el tipo de combustible y el nivel de humedad, cuando estos factores se encuentran con las condiciones adecuadas se producen los incendios forestales los cuales pueden llegar a extenderse y avanzar, provocando daños en la vegetación, fauna, y suelo, provocando pérdidas ecológicas, económicas y sociales.

Los eventos de incendios forestales se pueden dar por causantes naturales o antrópicos, respecto a las causas naturales, el fuego se puede presentar cuando las condiciones de temperatura, sequía y los vientos permiten propagar y avivar las llamas, por otra parte, también pueden ocurrir estos eventos por causas antropogénicas las cuales son las más comunes, se pueden presentar debido al uso inadecuado de las quemadas controladas para la agricultura, la expansión de ganadería y tala de bosques. Teniendo en cuenta el peligro que llegan a tener los incendios forestales, se vuelve indispensable realizar una zonificación de amenaza por incendios, con el fin de tomar medidas de prevención, mitigación, y concientización de la comunidad sobre las prácticas de quemadas controladas.

En el presente estudio se realiza un análisis espacio temporal de información espacial de focos de calor y cicatrices de quema, identificadas a partir de los sensores remotos Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) y MODIS, estos datos fueron obtenidos de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI).

1.11.1.1.1 Focos de calor

Se define como foco de calor el punto que reporta una temperatura atípica mayor en comparación con su alrededor, por lo que es relacionada con eventos de incendios o una zona con potencial para estos. La detección de estos puntos se realiza a partir de imágenes satelitales, donde se usan los umbrales de infrarrojo medio e infrarrojo termal para reconocer los píxeles con las anomalías en las temperaturas y sus vecinos, con el fin de validar la detección de los incendios (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2018).

Los focos de calor pueden ser asociados en espacio y tiempo, representando ser parte de un mismo evento de incendio, por lo que es posible analizar la frecuencia, tamaño y duración que pueden llegar a tener estos eventos partiendo de los grupos de focos de calor, además también se pueden reconocer los factores ambientales que intervienen en la frecuencia de incendios, como la cobertura vegetal, las condiciones de temperatura, precipitaciones, tipos de uso de suelo, y otras características (Di Bella et. al., 2008).

Para el municipio de Albania se cuenta con un inventario de 120 focos de calor, que han sido tomados desde el año 2003, esta base de datos cuenta con información sobre la fecha, localización, sensor y fuente de la que se obtuvieron los datos.

1.11.1.1.2 Cicatrices de quema

Una cicatriz de quema hace referencia a un área afectada por incendios forestales o quemadas controladas, que dejan rastros de las quemadas sobre el terreno. Las áreas afectadas por incendios se detectan a partir de imágenes satelitales que posean una baja nubosidad inferior al 30%, identificando las diferencias espectrales que posea la cobertura vegetal quemada con la no quemada, en este proceso se emplean dos composiciones, la primera corresponde al índice de vegetación (NDVI), el índice de radio de quema normalizado (NBR) y la banda de infrarrojo cercano, donde son resaltadas las áreas afectadas por incendios, diferenciándolas de la nubosidad, cuerpos de agua y sombras proyectadas por el relieve; la segunda composición corresponde a las bandas 7, 5 y 2 de infrarrojo lejano, infrarrojo cercano y banda azul, donde se reconoce la diferencia entre la vegetación sana y la que ha sido afectada por incendios, después se clasifican los polígonos de acuerdo a su reflectancia y se



hace una selección de polígonos en base a las composiciones descritas anteriormente (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, 2018).

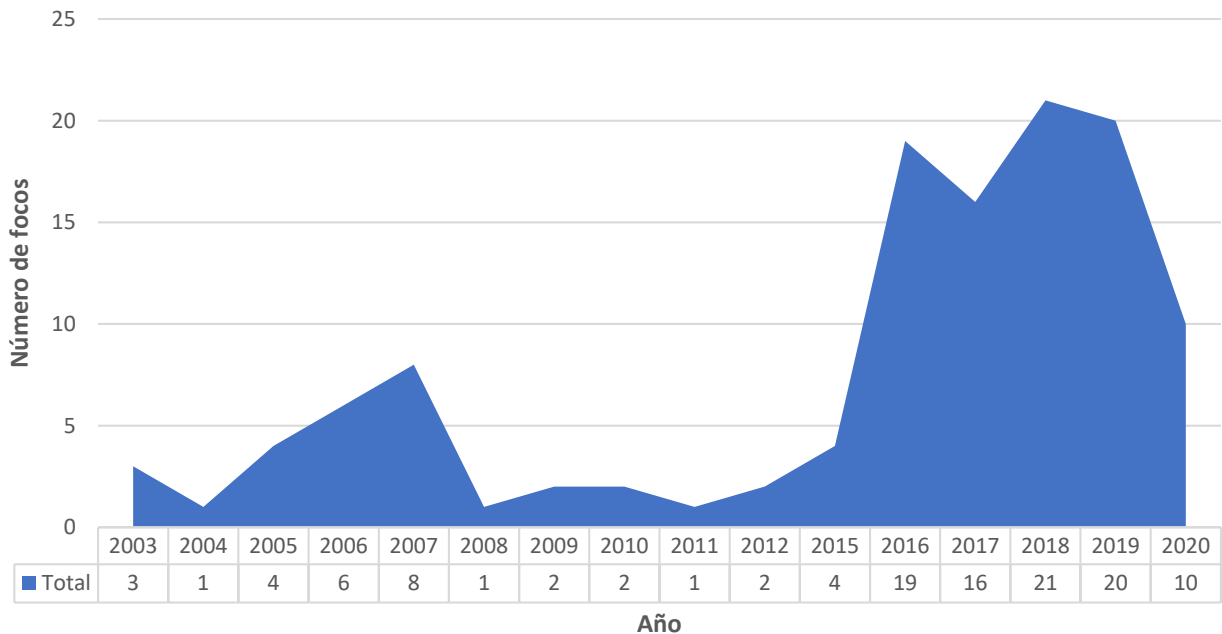
Para el municipio de Albania se emplea una base de datos de las cicatrices de quema del Instituto SINCHI, que identifico estas zonas a través de imágenes satelitales Landsat 8, para los años del 2017 al 2019, donde identificaron 14 áreas en total para todo el municipio en este periodo de tiempo.

1.11.1.2 Análisis de focos de calor

Como se mencionó anteriormente un punto de calor se define como una anomalía térmica sobre el terreno, que en realidad es una aproximación a incendios o puntos potenciales de fuego (Di Bella, y otros, 2008). Se detectan con imágenes de los sensores MODIS y VIIRS que viajan sobre los satélites Terra, Aqua y Suomi-NPP, utilizando un algoritmo contextual que capta la fuerte emisión de radiación infrarroja media de los posibles incendios. (NASA 2020). Los reportes que se analizaran en este ítem fueron consultados en la base de datos de la NASA para un periodo de tiempo de 17 años de los sensores MODIS Y VIIRS.

Para el municipio de Albania se tienen 120 registros de focos de calor desde el año 2003 hasta el año 2020, en donde se puede dos picos de eventos, el primero del año 2005 a 2007 y el segundo del año 2016 al 2020, siendo el año 2018 y 2019 los que presentan mayor número de focos con 21 y 20 registros respectivamente. (ver Figura 77)

Figura 77. Focos de calor reportados por año para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

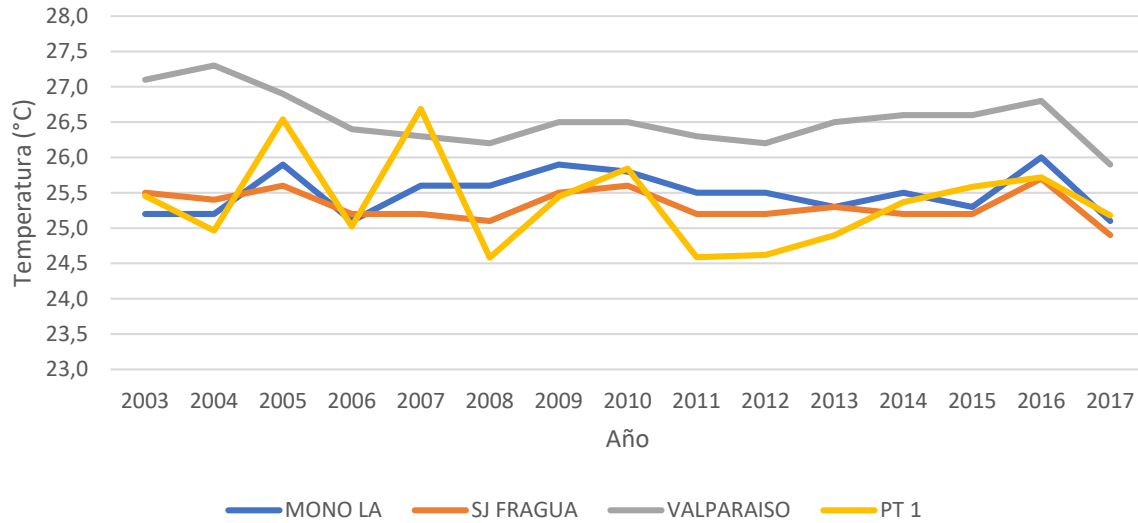
La temperatura media anual para el área de estudio es de 25,50°C. El mayor valor registrado fue de 27,3°C en el año 2004 por parte de la estación Valparaíso, mientras que el menor valor registrado fue de 24,6°C en el año 2008 y 2016 por parte de la estación PT1. (Ver Figura 78). Estos registros de temperatura media anual para las cuatro estaciones que abarcan el área del municipio de Albania muestran una relación para los años de 2006, 2007 y 2016 con respecto a la estación PT1, pues las temperaturas altas de estos años muestran una relación directamente proporcional con el número de focos de calor registrados en estos años.



Figura

78.

Temperatura media anual para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

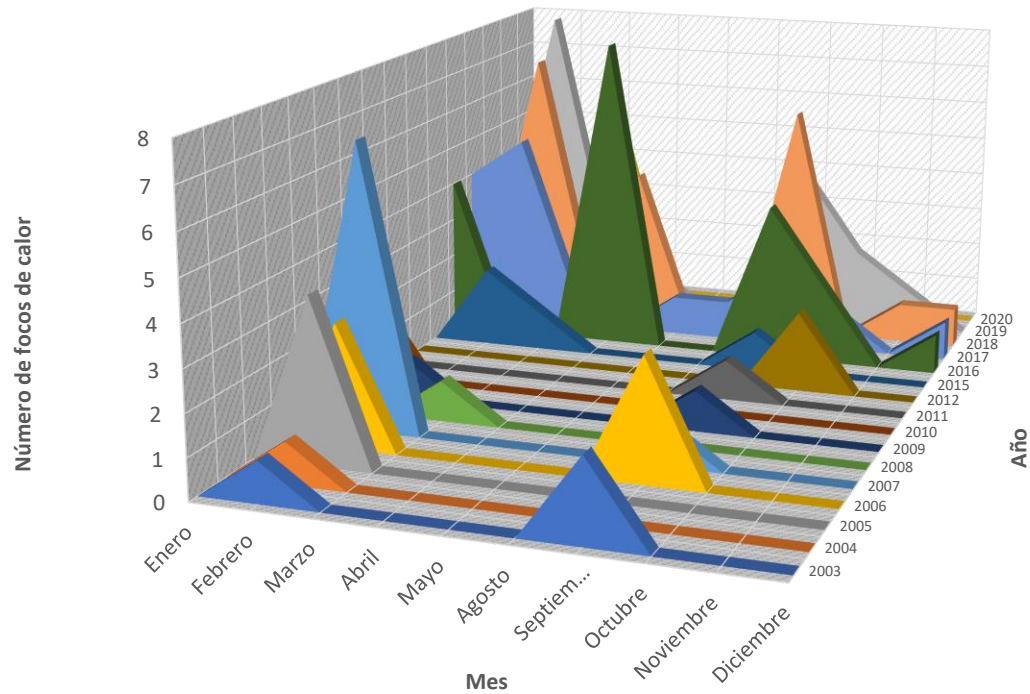
Además de los registros anuales de temperatura media y reportes, se realiza un análisis de los eventos registrados por mes (ver Figura 79) en donde puede verse dos picos de ocurrencia los cuales son más evidentes en los años 2004, 2005, 2006 y de los años 2016 a 2020 como se mencionó anteriormente. El primer pico se presenta en los meses de enero, febrero, marzo y abril, siendo febrero el mes con más eventos registrados (42) y el segundo pico en los meses de septiembre, octubre y noviembre, siendo septiembre el cual tiene 25 reportes.



Figura

79.

Cantidad de focos calor registrados por mes en el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

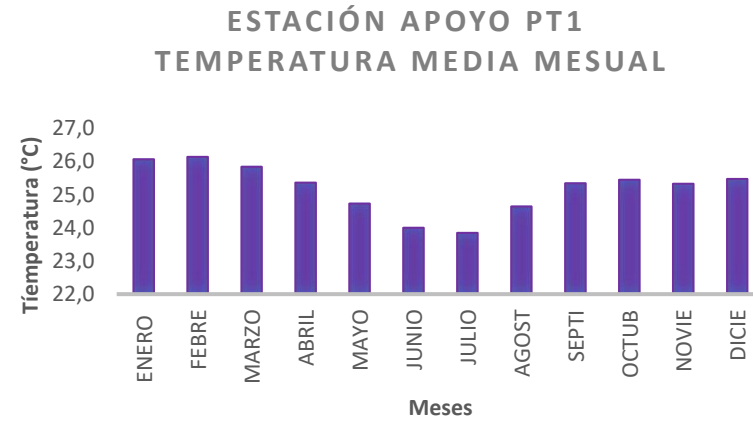
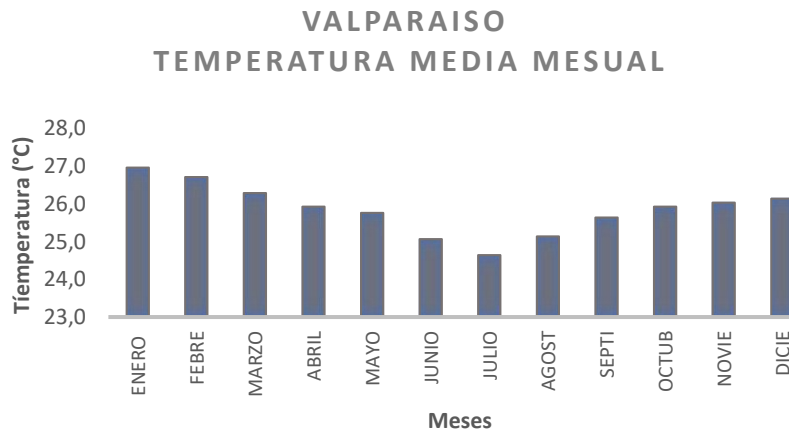
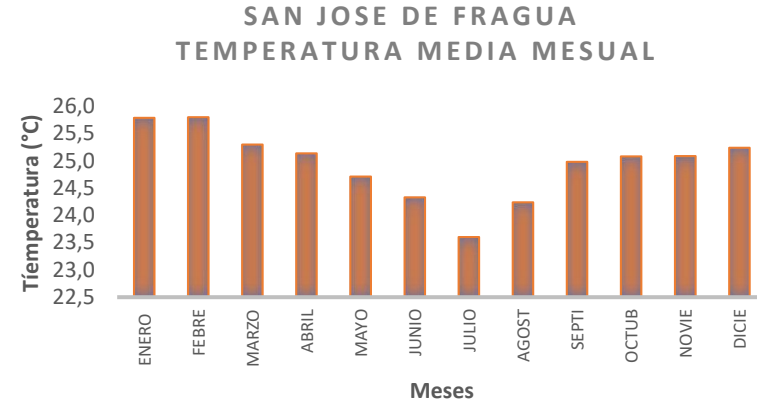
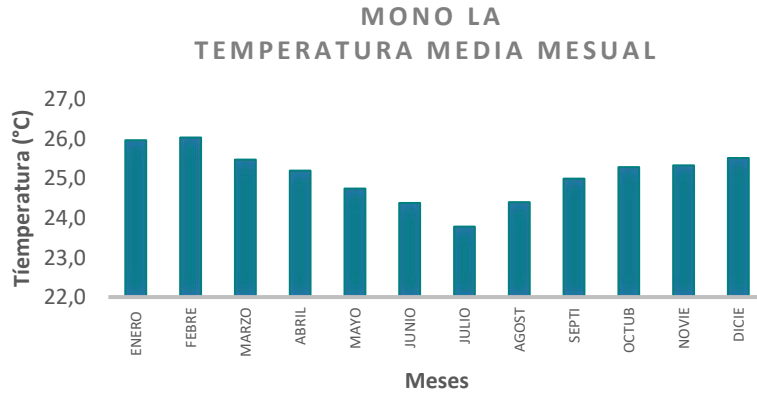
En cuanto a la temperatura media mensual de acuerdo con el registro de las estaciones cercanas al municipio de Albania, a nivel mensual los valores más altos de temperatura se presentan en enero, febrero y marzo, lo cual coincide con la primera época seca del año, mientras que los valores de temperatura más bajos se presentan en los meses de junio, julio y agosto durante una de las temporadas lluviosas del año (Ver Figura 80).

Estos valores de temperatura coinciden con los registros de focos de calor presentados anteriormente en donde para la primera temporada seca del año (temporada con mayores temperaturas), la cual corresponde a los meses de enero, febrero, marzo y abril, presentan un mayor número de registros de focos de calor. Además, también puede verse que después de la temporada de lluvias de los meses de junio, julio y agosto sigue la segunda temporada de altas temperatura del año correspondiente a los meses de septiembre, octubre y noviembre, en donde su relación con los registros de eventos, el mes de septiembre posee el mayor número de reportes.



Figura 80.

Temperaturas medias mensuales reportadas en las estaciones cercanas al municipio de Albania.

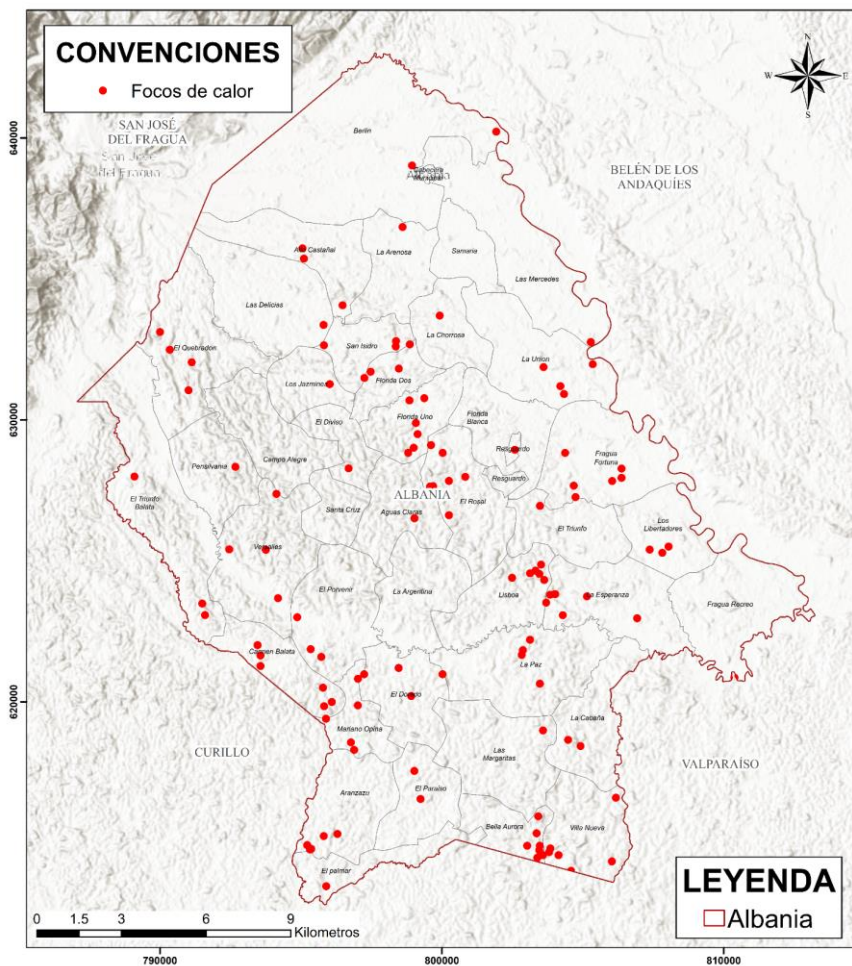


Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



Teniendo en cuenta el análisis de las temperaturas medias y reportes tanto de manera anual como mensual, se evidencia que la relación entre la temperatura media es directamente proporcional al reporte de eventos. Teniendo como conclusión que las dos temporadas secas del año, la primera en los meses de enero, febrero y marzo y la segunda en el mes de septiembre, las cuales tienen los registros de las mayores temperaturas medias mensuales coinciden con el mayor número de eventos. Y que los periodos de 2004 a 2006 y de 2016 a 2017 tienen los registros de temperatura media más alta y por consecuencia corresponden a picos en la ocurrencia de eventos. En cuanto a la distribución espacial de estos focos de calor se puede ver una distribución homogénea a lo largo del municipio sin tener concentraciones en algún sector, sin embargo, no se presentan eventos en la totalidad de las veredas del municipio, siendo las veredas Lisboa, La Esperanza, El Rosal, Florida Uno, Florida Dos, Fragua Fortuna, Bella Aurora, Carmen Balata, Aranzu La Paz El Quebradón y Mariano Ospina las que más registros tienen. (ver Figura 81)

Figura 81. Distribución espacial de los focos de calor



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



1.11.1.3 Áreas afectadas por quemas en los últimos años

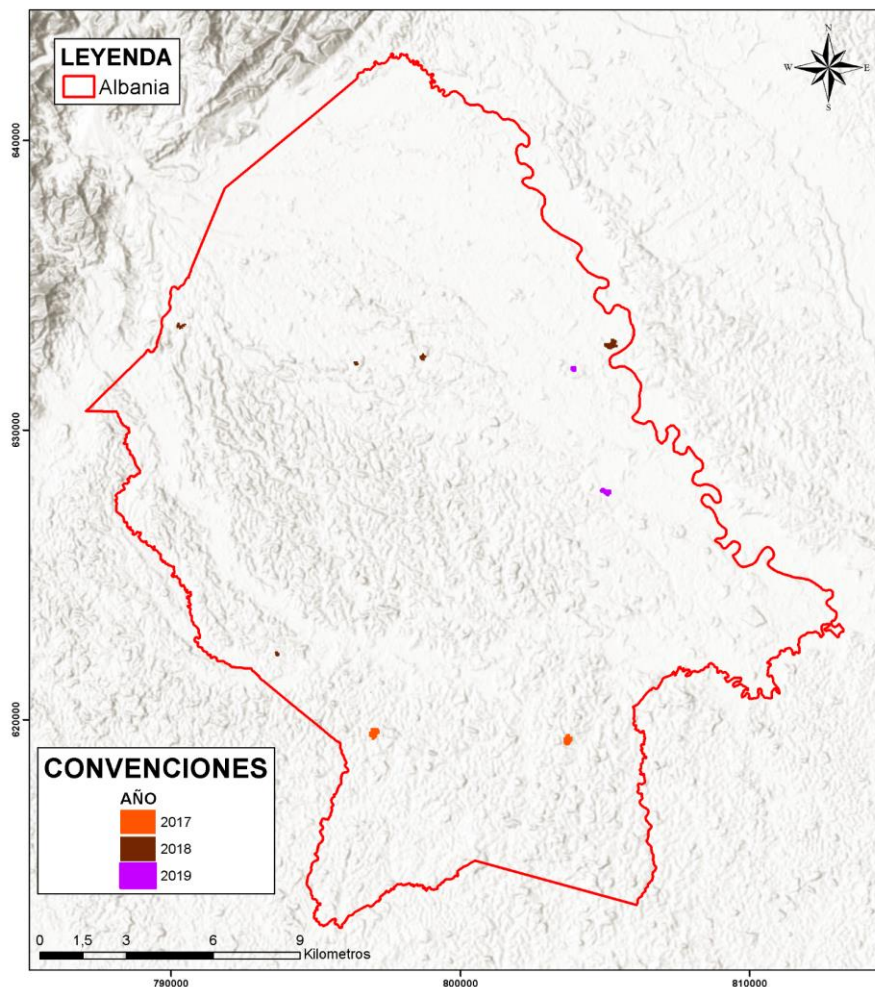
A partir del reconocimiento de las zonas de cicatrices de quema para el área de estudio, se registra en los últimos 3 años un acumulado que supera un poco más de 45 hectáreas afectadas distribuidas en diferentes sectores del área rural del municipio de Albania, (Figura 84). En términos generales estos han involucrado coberturas a asociadas a vegetación secundaria y en transición.

Para el 2017 se registra un total de 19,65 hectáreas distribuidas en el sector sur del área rural del municipio a la altura de las veredas La Margaritas y Mariano Ospina.

En el 2018 aumenta el registro de zonas afectadas cubriendo un total de 19,65 hectáreas identificadas en 5 grandes polígonos a la altura de las veredas Las Mercedes, San Isidro, Florida dos, El Quebradón y Carmen Balata.

Finalmente, para el año 2019 disminuye considerablemente el registro de área afectada por quemas acotando una cifra inferior a las 5 hectáreas distribuidas en las veredas la unión y Fragua Fortuna.

Figura 82. Distribución de las zonas afectadas por quema para los años 2017, 2018 y 2019



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

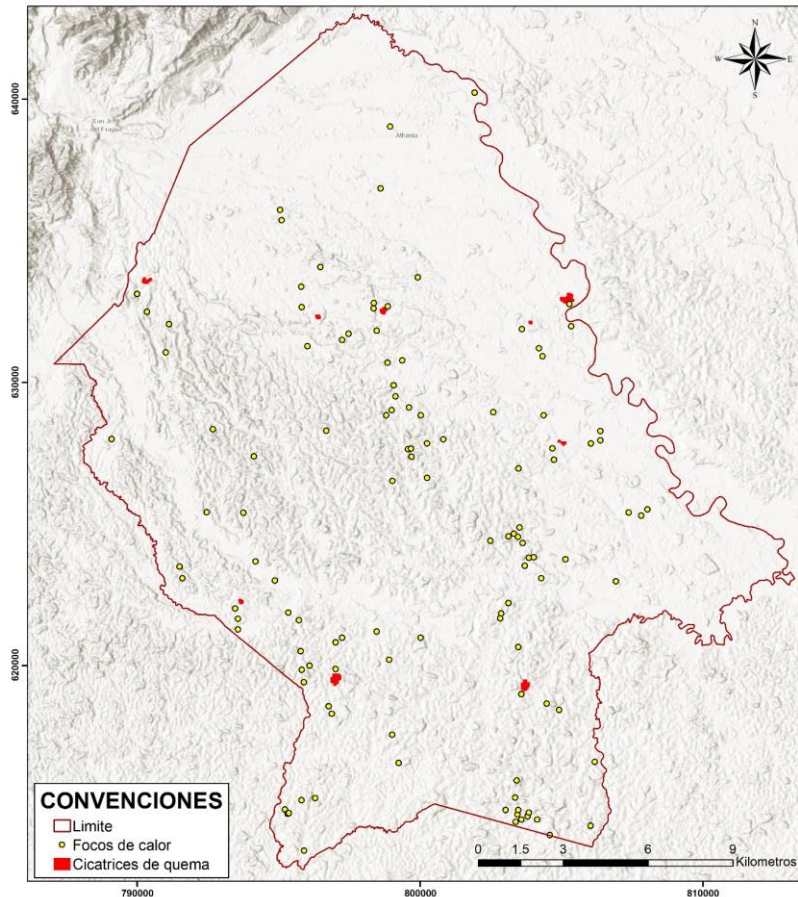
1.11.1.4 Relación entre los focos de calor y las cicatrices de quema

Para establecer una relación entre los focos de calor y las cicatrices de quema se llevó a cabo un análisis espacial y temporal, donde se establecieron coincidencias presentadas entre estos, mediante la superposición de las capas en



un SIG (Figura 83). A partir de este análisis se puede establecer que existe una mayor densidad espacial de los focos de calor en los sectores de las veredas El Rosal, Carmen Bala, Bella Aurora, Villa Nueva, Lisboa, La Esperanza, Fragua Fortua y Florida Uno, respecto a las áreas de cicatrices de quemas, no se encuentran focalizadas en algún sector, en cambio se muestran más espacializadas por todo el municipio.

Figura 83. Superposición de los focos de calor y cicatrices de incendios forestales.

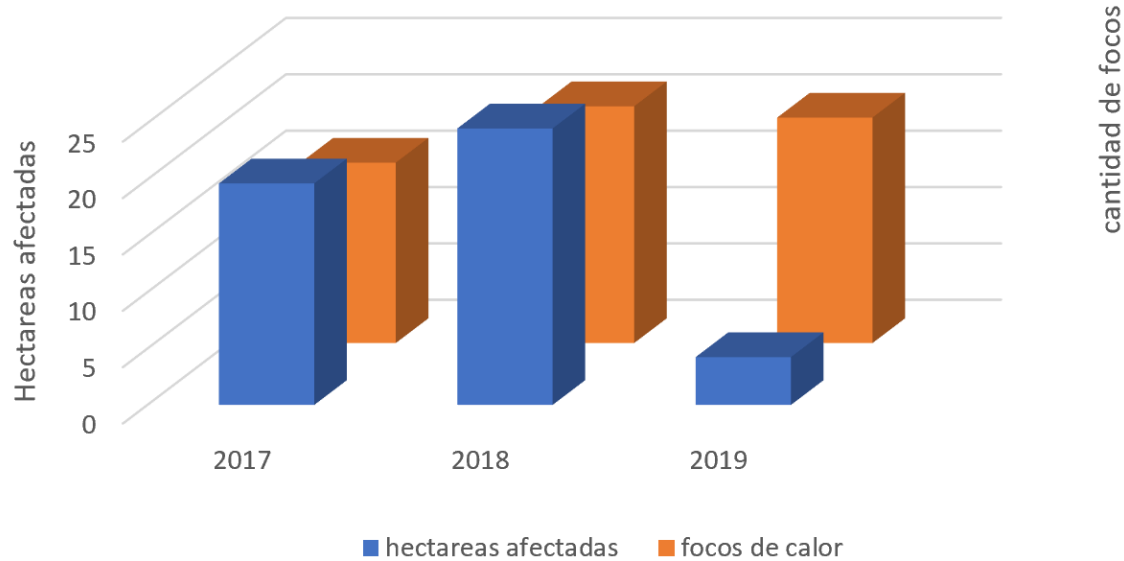


Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

En la comparación de las áreas de quemas y los focos de calor del mismo año, se puede observar una pequeña similitud respecto a la variación de la información, ya que los focos se presentan principalmente para los meses de enero, febrero y marzo, y la fecha de registro de las áreas quemadas se encuentran para los meses de agosto a octubre del mismo año registrado, en este caso se observa para el 2018 en el sector que la vereda La Unión, para los demás años no se puede establecer una relación directa entre las áreas de cicatrices de quema con los focos de calor. La Figura 84 relaciona el número de hectáreas afectadas con la cantidad de focos de calor identificados para los últimos 3 años (2017-2019), observando una proporción evidente entre ambas variables para los años 2017 y 2018, sin embargo para el 2019 se registra un importante descenso en las hectáreas afectadas, manteniendo alta la cifra de focos de calor identificados, lo cual evidencia una posible menor propagación del fuego para este año.



Figura 84 Relación entre los focos de calor y las hectáreas afectadas por año.



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.11.1.5 Conclusiones

De acuerdo con el registro de focos de calor a nivel anual para el municipio de Albania y los valores de temperatura media anual reportados en las estaciones cercanas, se puede evidenciar que en los años 2007 y 2016 se presentan picos de temperatura que coinciden temporalmente con los mayores registros de focos de calor que corresponden a 8 y 19 registros respectivamente.

El análisis mensual del registro de focos de calor permitió evidenciar la relación de estos con los valores de temperatura media mensual, puesto que en los meses que se registran los valores más altos de temperatura, correspondientes a la primera época seca del año, se presenta la mayor cantidad de focos de calor.

La distribución espacial de los focos de calor en el municipio de Albania es homogénea, sin embargo, las veredas que tienen la mayor concentración de estos focos son las veredas Lisboa, La Esperanza, El Rosal, Florida Uno, Florida Dos, Fragua Fortuna Bella Aurora, Carmen Balata, Aranzu La Paz El Quebradón y Mariano Ospina

La comparación de las áreas de quemas con los focos de calor del año 2018 mostró que en la vereda La Unión existe una estrecha relación entre estos, puesto que las áreas de quema se presentan en los meses posteriores al registro de focos de calor, es decir que se muestran como evidencia o producto de dichos focos.



1.11.2 Socavación lateral

La socavación es el resultado de la acción erosiva del flujo de agua que arranca y acarrea material de lecho y de las bancas de un cauce, convirtiéndose en una de las más comunes de falla en las estructuras construidas en los bancos laterales de los ríos (Suarez, 2001). Este fenómeno se presenta con mayor frecuencia al momento de una creciente o por la construcción de distintas obras en los márgenes del cauce y se determina principalmente por las características hidráulicas del sistema hídrico. Las propiedades de los sedimentos de los márgenes laterales y la forma y la localización de los elementos que la inducen.

La socavación lateral de los principales cauces aluviales es un fenómeno que se da producto de la creación de sinuosidades y meandros en un sistema fluvial, en el cual a su vez obedece a una relación directa entre la generación de zonas de erosión y de depósito de material, las cuales son cambiantes y dinámicas con el tiempo.

La erosión en este caso está asociada a la remoción de material superficial (capa vegetal, suelo o roca), que gracias a la fuerza que ejerce el agua de escorrentía logra vencer la resistencia de las partículas generando el desprendimiento. Este proceso se da tanto en el fondo de los canales como en las márgenes de este, sin embargo, el fenómeno asociado a los bordes del canal se conoce como socavación lateral y puede detonar importantes pérdidas de la bancada y afectaciones a infraestructura próxima a los cauces aluviales.

Este tipo de fenómenos se da en las bancas del cauce o socavación, la cual por lo general tiende a afectar drenajes de bajo gradiente cuando se cuenta con una socavación evolucionada, y el cauce no tiene pendientes mayores al 2%, es decir en lugares de muy baja pendiente con ángulos menores a 10°, en los que se puede decir que la energía del cauce se aprovecha en la expansión del canal.

1.11.2.1 Análisis de dinámica fluvial

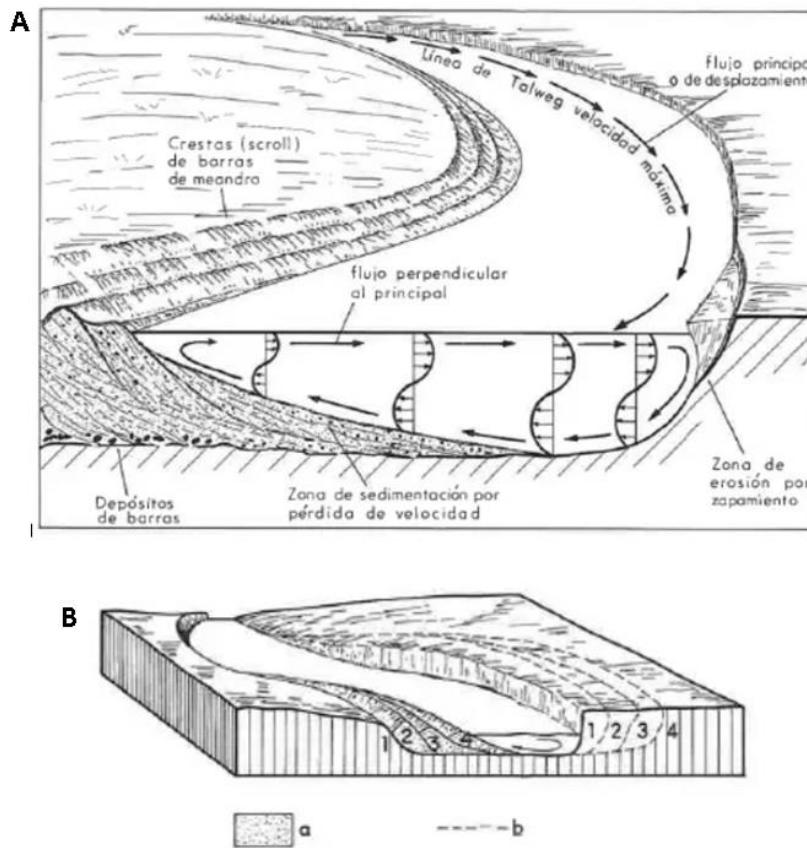
El sistema hídrico del río Fragua Chorroso tiene cauces de una alta dinámica fluvial evidenciada por su sistema sinuoso o meándrico en el cual se presentan procesos asociados a la sedimentación y erosión; desplazamiento lateral; cierre de meandros y formación de meandros opuestos (CVS, 2004). Puntualmente, en el municipio de Albania, la socavación lateral del cauce del río Fragua Chorroso y otros tributarios, se ha convertido en una amenaza dada la localización geográfica.

En sistemas meándricos es mucho más acrecentada la dinámica lateral de los cauces aluviales, generando zonas de erosión o socavación y de depósito continuamente.

La socavación lateral en los meandros no se da de forma homogénea en ambos costados del cauce, sino que obedecen a un principio hidráulico en el cual se asocia a las zonas de mayor energía o velocidad del flujo (Talweg), el cual se concentra hacia la margen externa del meandro (ver Figura 85 A) y contraria a esta en las zonas internas o de menor energía de flujo se generarán las zonas de acumulación de material y bajo este principio se dará la migración lateral del cauce (Figura 85 B) en donde a la margen izquierda se reconoce la zona de depósito en diferentes momentos temporales; 4 para el más reciente y 1 para el más antiguo y en la margen derecha se reseñan las zonas próximas a ser socavadas; 1 para la banca más próxima y 4 para el tajo más distal o futuro a ser removido.



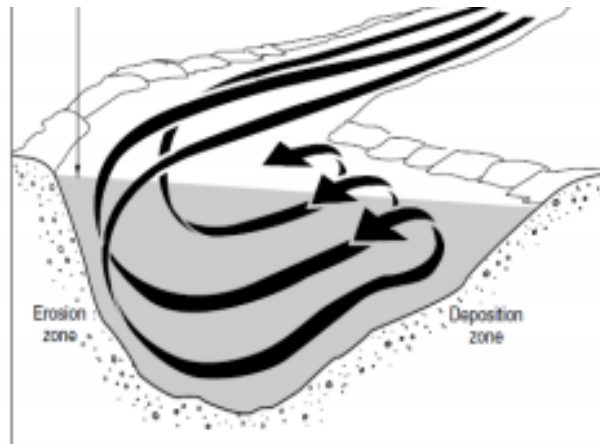
Figura 85. Características de flujo, erosión y depósito en un sistema de meandros



Fuente: (Gilsanz, 1996)

En la Figura 86 se muestra la incidencia del flujo hidráulico sobre la morfología del lecho del río. Allí se puede observar como la orientación del río, genera erosión hacia la parte exterior del cauce, mientras en la parte interior, el déficit de energía del río produce una zona de depósito. Por lo anterior, es de esperarse que las zonas críticas de socavación lateral se den en el margen izquierdo del Río Fragua Chorroso.

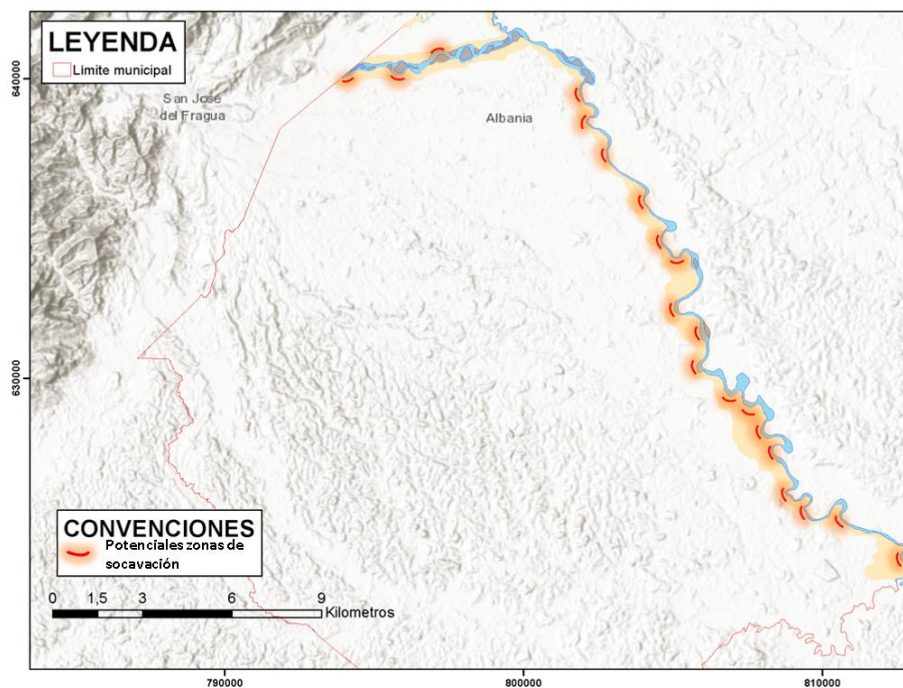
Figura 86. Sistema hidráulico de flujo produce erosión de los bancos exteriores en las curvas de meandros



Fuente: (Kungzig, 1989)

La Figura 87, señala de manera preliminar las zonas asociadas a los márgenes externos más pronunciados y cerrados de los meandros más importantes del río Fragua Chorroso en jurisdicción del municipio de Albania y que llegan a representar una potencial zona de socavación lateral del cauce aluvial en su proceso próximo de migración lateral.

Figura 87. Reconocimiento general de zonas potenciales a sufrir fenómenos de socavación



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.11.2.2 Identificación de puntos críticos

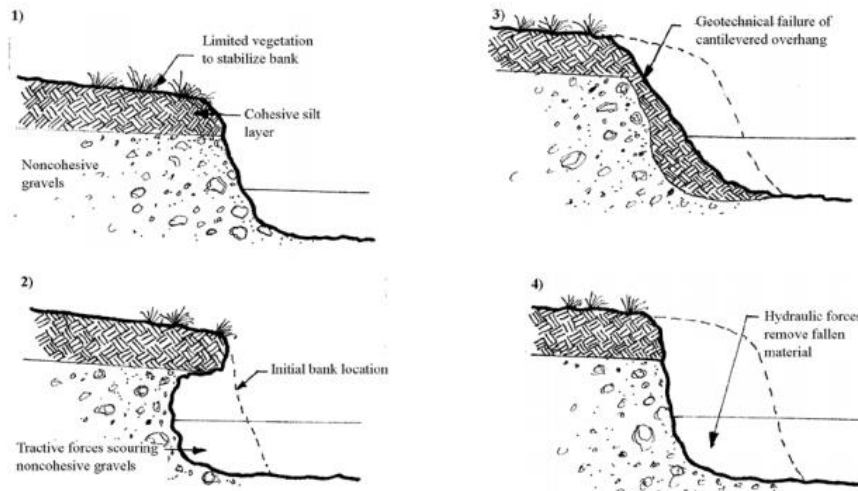
Para la caracterización de los puntos críticos se analizó el estado de la erosión fluvial, la continuidad de la de los bancos laterales del río y la peligrosidad que representa para los asentamientos del municipio de Albania. En la Figura 88 se ejemplifica el tipo de erosión producida en los bancos laterales del río Caquetá principalmente. Inicialmente existen diferentes condiciones del suelo, la cobertura vegetal y la litología, las cuales terminan en fenómenos de



socavación lateral. En un primer escenario, un depósito conglomerático aluvial infra yace una secuencia de lodolitas con poca vegetación, brindando las condiciones ideales para la socavación lateral. De esta forma, se produce la remoción del depósito inferior debido a la ausencia de cohesión entre las gravas que lo conforman. Una vez removido el material del sustrato inferior, se produce el colapso geotécnico de la capa de sedimentos finos en la parte superior cayendo dentro del lecho del río ampliando la longitud del cauce del río.



Figura 88. Configuración de la remoción lateral para la socavación de bancos laterales



Fuente: (Stypula & Jhonson, 1993)

Una vez comprendidas las zonas donde se produce este fenómeno, fueron identificadas diferentes zonas donde la socavación lateral es recurrente a lo largo del cauce principal del río Fragua Chorroso, río San Pedro y sus brazuelos. Dada la sinuosidad de este río, el margen derecho se encuentra constantemente sometido a proceso de socavación lateral. En la Figura 89 se exhibe la actividad de socavación lateral que produce en el río San Pedro sobre la base estructural del puente que comunica al centro poblado El Dorado con el casco urbano de Albania.

Figura 89. Socavación lateral del río San Pedro en el municipio de Albania

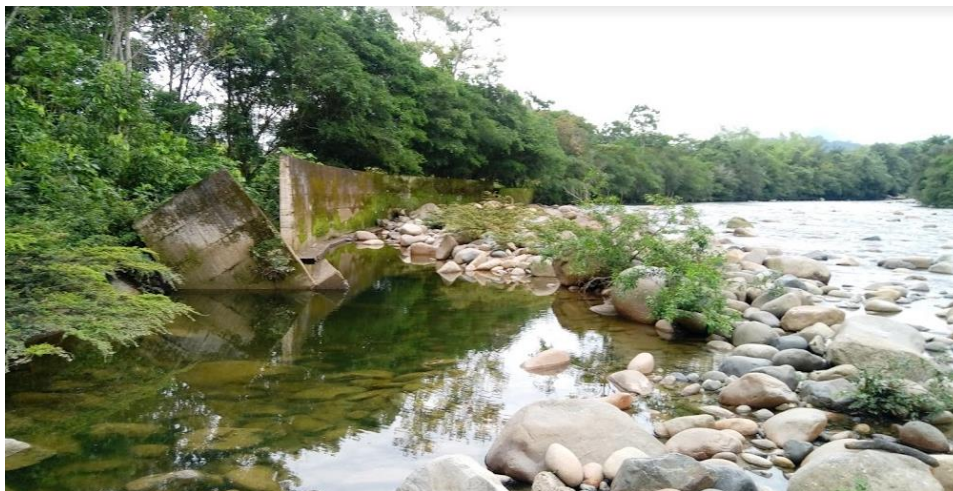


Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

En la Figura 90 se puede observar como la energía hidráulica del río Fragua Chorroso rompe un gavión ubicado en el margen derecho del cauce con el fin de evitar la socavación lateral en la Vereda Berlín. En este sector, no solo se produce socavación por el caudal del río, sino que también existe erosión dada por los grandes bloques encontrados a lo largo del cauce.



Figura 90. Socavación lateral del Fragua Chorroso en la vereda Berlín del municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.11.3 Sequías

La definición de Sequía consensuada para Colombia junto con los diferentes actores afectados por la ocurrencia del fenómeno, durante el encuentro nacional sobre sequías organizado por la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres UNGRD (2017) “La Sequía es una disminución anómala de la precipitación respecto a los promedios históricos, la cual afecta los ciclos hidrológicos naturales, los sistemas de producción y 11 demás actividades ambientales y socio-económicas del país o de una región en particular, teniendo en cuenta el ordenamiento productivo”.

Existen varios índices para evaluar la sequía, el IDEAM con base en Hurtado, G & Cadena, M (2002) concluye que el índice SPI (Índice de precipitación estandarizado) es el índice basado en la lluvia más sencilla y práctica, por lo cual recomiendan su utilización en aplicaciones operativas, por esto este índice es usado en el informe de actualización de las estadísticas de la sequía en Colombia (IDEAM, 2017), además de ser el índice de sequía más utilizado en la actualidad y recomendado por la Organización Mundial Meteorológica (OMM)

Este se basa en el hecho de que las series históricas de precipitación se ajustan a una distribución gamma, que puede ser transformada a una distribución normal, sobre la cual puede calcularse el número de desviaciones estándar de la lluvia actual, respecto al promedio climatológico (IDEAM, 2017).

El SPI puede ser calculado para varias escalas temporales. Se pueden tomar acumulados de 1, 3, 6, 9, 12, y 24 meses y cada período de acumulación permite estudiar diferentes tipos de sequía. Por ejemplo, el SPI de 1 a 3 meses, sirve para estudiar la sequía meteorológica; entre 3 y 6 meses, para la sequía agrícola y entre 12 y 24 meses, la sequía hidrológica y de acuerdo con el valor del índice se categoriza el área. (ver Figura 91)



Figura 91. Categorías del índice de precipitación estandarizada

INDICE DE PRECIPITACION ESTANDARIZADA (SPI)
Convenciones



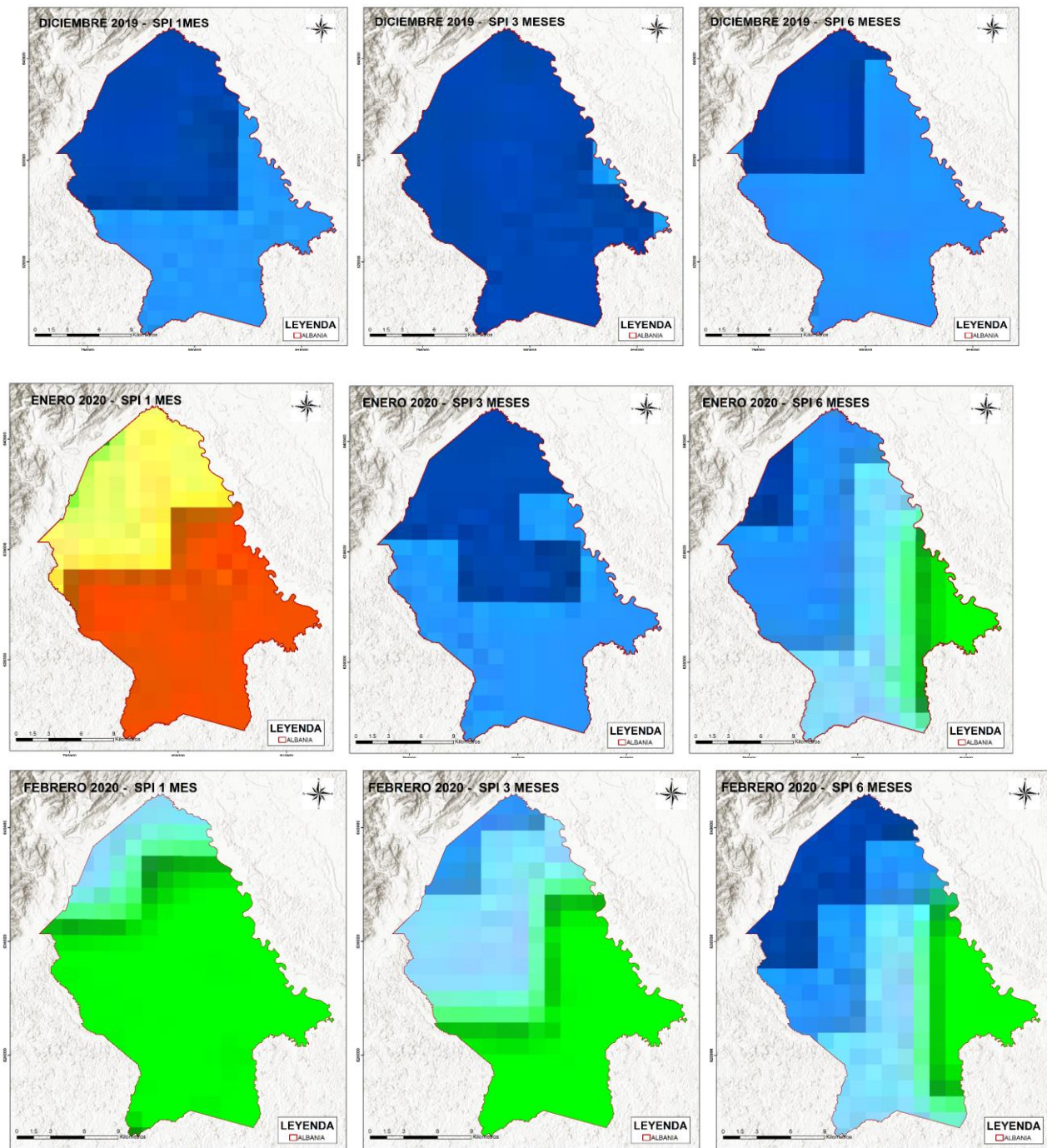
Fuente: (IDEAM, 2017)

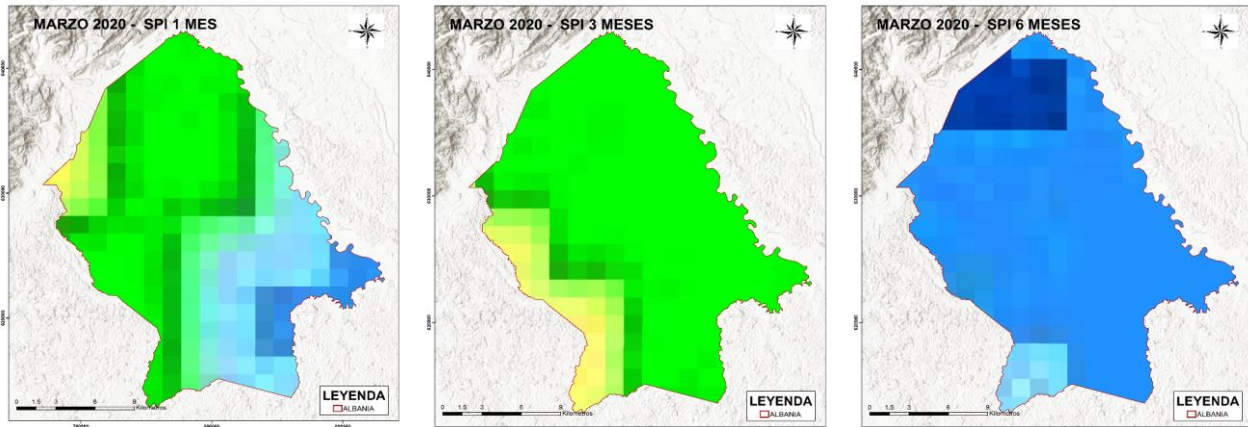
El SPI de un mes, es similar al que se obtiene calculando el porcentaje de precipitación del mes, con relación al promedio. El SPI de 1 mes simplemente compara el total de precipitación de ese mes en particular, con el total de la precipitación del promedio de ese mes para toda la serie. El SPI de 3 meses compara acumulados de 3 meses. Por ejemplo, el SPI de noviembre, refleja el acumulado de septiembre, octubre y noviembre. Proporciona una estimación intra-estacional y es ideal para ser utilizado en aplicaciones agrícolas, igual que el SPI 1, ya que, en cultivos herbáceos o plantas de poco corte, la humedad en el suelo es vital y depende de eventos submensuales. El SPI de 6 meses indica tendencias de precipitación cercanas al mediano plazo y puede ser eficaz para evidenciar la precipitación estacional. (IDEAM, 2017)

Para el municipio de Albania en la Figura 92 muestra el índice de precipitación estandarizada de los meses de diciembre de 2019 y enero, febrero y marzo del año 2020, con los acumulados de 1 mes, 3 meses y 6 meses respectivamente.



Figura 92. Índice de precipitación estandarizado para el municipio de Albania





Fuente: (IDEAM, 2017)

Para el mes de diciembre se tienen valores de SPI extremadamente húmedo y moderadamente húmedo, manteniéndose en enero para el acumulado de 3 y seis meses, para el acumulado de un mes se tienen valores correspondientes a un índice ligeramente a moderadamente seco.

Para el mes de febrero los tres acumulados corresponden a índices normales y moderadamente húmedos y por último para el mes de marzo se tienen valores normales, ligera y moderadamente húmedos para los todos los acumulados. Y finalmente para marzo se tienen categorías entre ligeramente secos normales y moderadamente húmedo. De esto se puede deducir que las sequías de tipo agrícola que pueden afectar los cultivos de la comunidad presente en los territorios se presentan en los meses de enero y marzo, que a su vez estas corresponden a meses de verano, sin embargo, no se tienen reportes de este tipo de fenómeno para el municipio.

1.11.4 Sismos

En los registros recientes de sismicidad se reportan 2 eventos de magnitud 2.5 y 1.2 encontrados en la Tabla 26. De acuerdo con los estudios diagnósticos realizados por el Servicio Geológico Colombiano para evaluar la amenaza sísmica a nivel nacional, el municipio de Albania se encuentra en zonificación por intensidad esperada baja hacia el sur y moderada hacia el norte (Figura 93 Mapa por amenaza sísmica en el municipio de Albania).

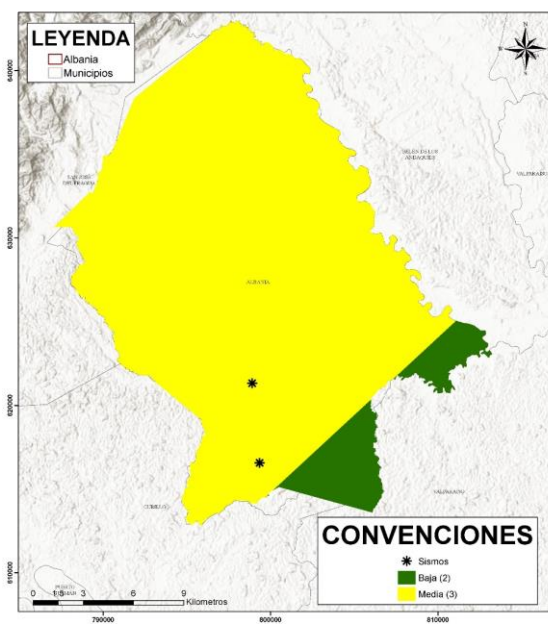


Tabla 26 Eventos de sismos en el municipio de Albania

Fecha	Tipo de evento	Municipio	Fuente	Coordenada (X)	Coordenada (Y)	Observaciones
30/03/2002	Sismo	Albania	SGC	799352.83	616557.63	Magnitud 2.5, profundidad 73.9km
2/04/2019	Sismo	Albania	SGC	798910.42	621314.99	Magnitud 1.2, profundidad 27.24km

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Figura 93 Mapa por amenaza sísmica en el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

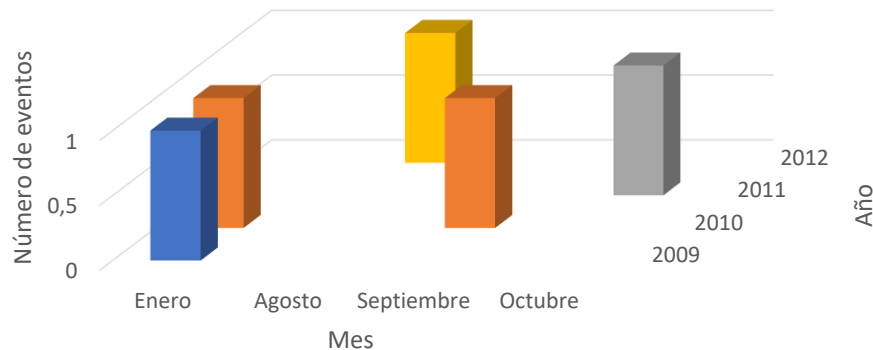
1.11.5 Vendavales

Los vendavales son definidos como ráfagas de viento de alta velocidad, que se encuentran entre los 46 y 80 km por hora los cuales pueden llegar a causar daño a edificaciones, caídas de árboles y otros objetos. Para el municipio de Albania se cuenta con una base de datos registrados de vendavales de Desinventar y de la comunidad, estos últimos generados en los talleres de participación. Debido a la ocurrencia de estos eventos es necesario considerarlos como una amenaza con el fin de establecer medidas de intervención para la gestión de riesgo de desastres.

Para la caracterización de la amenaza se tomó la base de datos del Desinventar, donde reportan los fenómenos de vendavales indicando el año y mes en el que estos ocurrieron, además se tuvo en cuenta los eventos reportados por la comunidad en los talleres de participación, donde se indicaron los lugares en los que estos ocurrieron, dichos reportes se muestran en la Figura 94 y Figura 95.



Figura 94. Vendavales registrados para el municipio de Albania



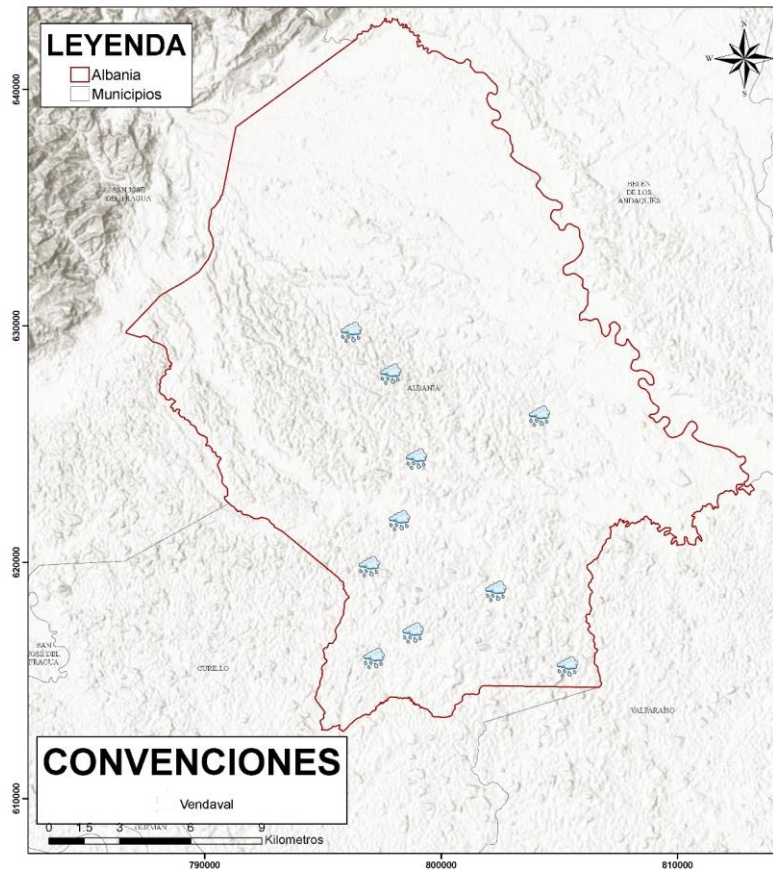
Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Los vendavales se presentan generalmente en las épocas del año en las que cambian los periodos de lluvias a tiempo seco y viceversa, estos ocurren cuando las temperaturas aumentan, lo que ocasiona que el agua de los ríos, quebradas y de las superficies húmedas se evapore, este vapor de agua sube rápidamente y disminuye su temperatura, que luego se transforma en lluvia que cae de forma intensa, acompañada de grandes corrientes de aire que pueden llegar a ser bruscas. Teniendo en cuenta esto, se toman los valores de temperatura media mensual registrados para el municipio (Figura 80) y se comparan con la temporalidad (Figura 94) de los eventos para establecer en que meses del año tienen una mayor amenaza de presentar estos eventos.

De acuerdo a los datos mencionados anteriormente se tiene que para los meses de Enero – Febrero y Agosto – Diciembre se tienen las mayores temperaturas registradas en el municipio, mientras que los vendavales registrados para los años 2009 al 2012 ocurren en los meses de Enero, Agosto, Septiembre y Octubre, por lo que se puede considerar que los vendavales tienen relación con las altas temperaturas, es decir que en los meses de Enero a Febrero y Agosto a Diciembre se presentará una mayor probabilidad de ocurrencia de vendavales comparado con los otros meses del año. Respecto a la ubicación de estos eventos, son encontrados principalmente hacia la parte sur del municipio, por lo que esta zona se puede considerar con una mayor amenaza por vendavales con respecto al resto del municipio. (ver Figura 95)



Figura 95. Vendavales identificados por la comunidad para el municipio de Albania



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

ÁREAS EN CONDICIÓN DE AMENAZA

Siguiendo el decreto 1807 de 2014, se realiza la zonificación y delimitación de las áreas con condición de amenaza y riesgo, en las que se hace necesaria su priorización para realizar estudios detallados. La Tabla 27 contiene la ración entre la condición de amenaza y el tipo de suelo.

Dentro del parágrafo 1 del artículo 3 del decreto en cuestión se define la condición de amenaza como:

...“Zonas o áreas del territorio municipal zonificadas como de amenaza alta y media en las que se establezca en la revisión o expedición de un nuevo POT la necesidad de clasificarlas como suelo urbano, de expansión urbana, rural suburbano o centros poblados rurales para permitir su desarrollo”..



Tabla 27 condición de amenaza por tipo de suelo

Tipo de suelo	Clasificación	Condición de amenaza		Criterio de selección
		SI	NO	
Suelo Rural	Rural		x	No aplica
	Suburbano	x		Áreas (predios) en amenaza alta y media que no estén construidas y sean propuestas como zonas para desarrollo.
	Centros poblados	x		
Suelo urbano		x		
Suelo de expansión urbana		x		

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.12 Áreas con condición de amenaza por avenidas torrenciales

De acuerdo con lo estipulado en el capítulo de estudio básico de amenaza por avenidas torrenciales, al no existir zonas categorizadas como de amenaza media o alta, no se registran áreas en condición de amenaza y/o riesgo.

1.13 Áreas con condición de amenaza por movimientos en masa

1.13.1 Suelo rural

Dentro de la zonificación de amenaza por movimientos en masa dentro del suelo rural (suburbano) del municipio de Albania, no se encuentra ningún área en condición de amenaza por dicha amenaza, siguiendo los lineamientos del decreto 1807 del 2014.

1.13.2 Suelo urbano, de expansión urbana y centros poblados

De acuerdo con la estipulado en el capítulo de estudio básico de amenaza por movimientos en masa, al no existir zonas categorizadas como de amenaza media o alta, no se registran áreas en condición de amenaza y/o riesgo.

1.14 Áreas con condición de amenaza por inundaciones

1.14.1 Suelo rural

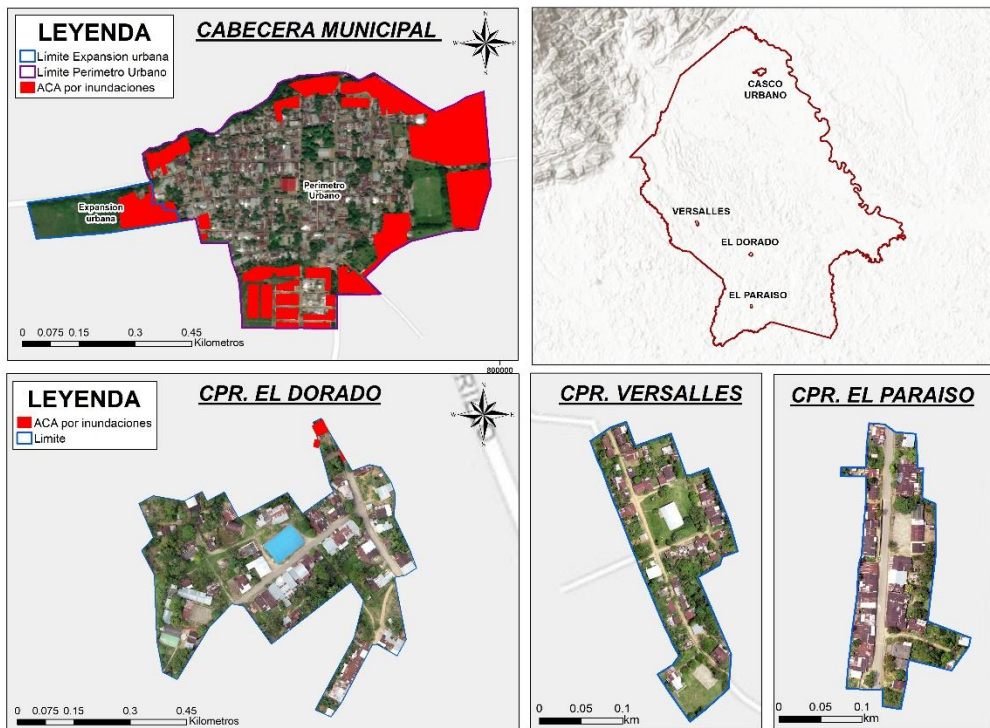
Dentro de la zonificación de amenaza por inundaciones dentro del suelo rural (suburbano) del municipio de Albania, no se encuentra ningún área en condición de amenaza por este fenómeno, siguiendo los lineamientos del decreto 1807 del 2014.

1.14.2 Suelo urbano y de expansión y centros poblados

En la Figura 96 se muestran las zonas definidas como áreas con condición de amenaza por inundaciones, teniendo en cuenta los resultados de la zonificación de amenaza por este evento para el suelo urbano y de expansión.



Figura 96. Áreas con condición de amenaza por inundaciones en el suelo urbano y de expansión urbana y centros poblados



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Como se muestra en la Tabla 28 las áreas con condición de amenaza en el suelo urbano y de expansión urbana ocupan 68,36 Ha del territorio en mención. Adicionalmente, para los centros poblados El paraíso y Versalles, no se presentan áreas en condición de amenaza por este fenómeno.

Tabla 28 Condición de amenaza por inundaciones para casco urbano y centros poblados

Centro Poblado	Área en condición de amenaza (Ha)
Casco U Albania	12,257
El Dorado	0,4
El Paraíso	No presenta
Versalles	No presenta

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



ÁREAS CON CONDICIÓN DE RIESGO

De acuerdo a lo establecido en el decreto 1807 de 2014 las áreas con condición de riesgo corresponden a:

...” zonas del territorio municipal clasificadas como de amenaza alta que estén urbanizadas, ocupadas o edificadas, así como en las que se encuentren elementos del sistema vial, equipamientos e infraestructura de servicios públicos...”

Teniendo en cuenta lo anteriormente definido, se establecieron los elementos expuestos en zonas de amenaza alta, con el fin de delimitar y zonificar el riesgo existente dentro del municipio de Albania (Tabla 29).

Tabla 29 Condición de riesgo por tipo de suelo

Tipo de suelo	Clasificación	Condición de riesgo		Criterio de selección
		SI	NO	
Suelo Rural	Rural	x		Áreas (predios) en amenaza alta que urbanizadas edificadas u ocupadas, que presenten elementos del sistema vial, infraestructura o servicios público tales como malla vial rural, malla vial urbana, plantas de tratamiento de aguas residuales, sistema de alcantarillado, edificaciones entre otros.
	Suburbano	x		
	Centros poblados	x		
Suelo urbano		x		
Suelo de expansión urbana		x		

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.15 Áreas con condición de riesgo por avenidas torrenciales

De acuerdo con la estipulado en el capítulo de estudio básico de amenaza por avenidas torrenciales, al no existir zonas categorizadas como de amenaza media o alta, no se registran áreas en condición de amenaza y/o riesgo.

1.16 Áreas con condición de riesgo por movimientos en masa

1.16.1 Suelo rural

Dentro de la zonificación de amenaza por movimientos en masa dentro del suelo rural del municipio de Albania, no se encuentra ningún área con condición de riesgo por dicha amenaza, siguiendo los lineamientos del decreto 1807 del 2014.

1.16.2 Suelo urbano, de expansión urbana y centros poblados

De acuerdo con la estipulado en el capítulo de estudio básico de amenaza por movimientos en masa, al no existir zonas categorizadas como de amenaza media o alta, no se registran áreas en condición de amenaza y/o riesgo.

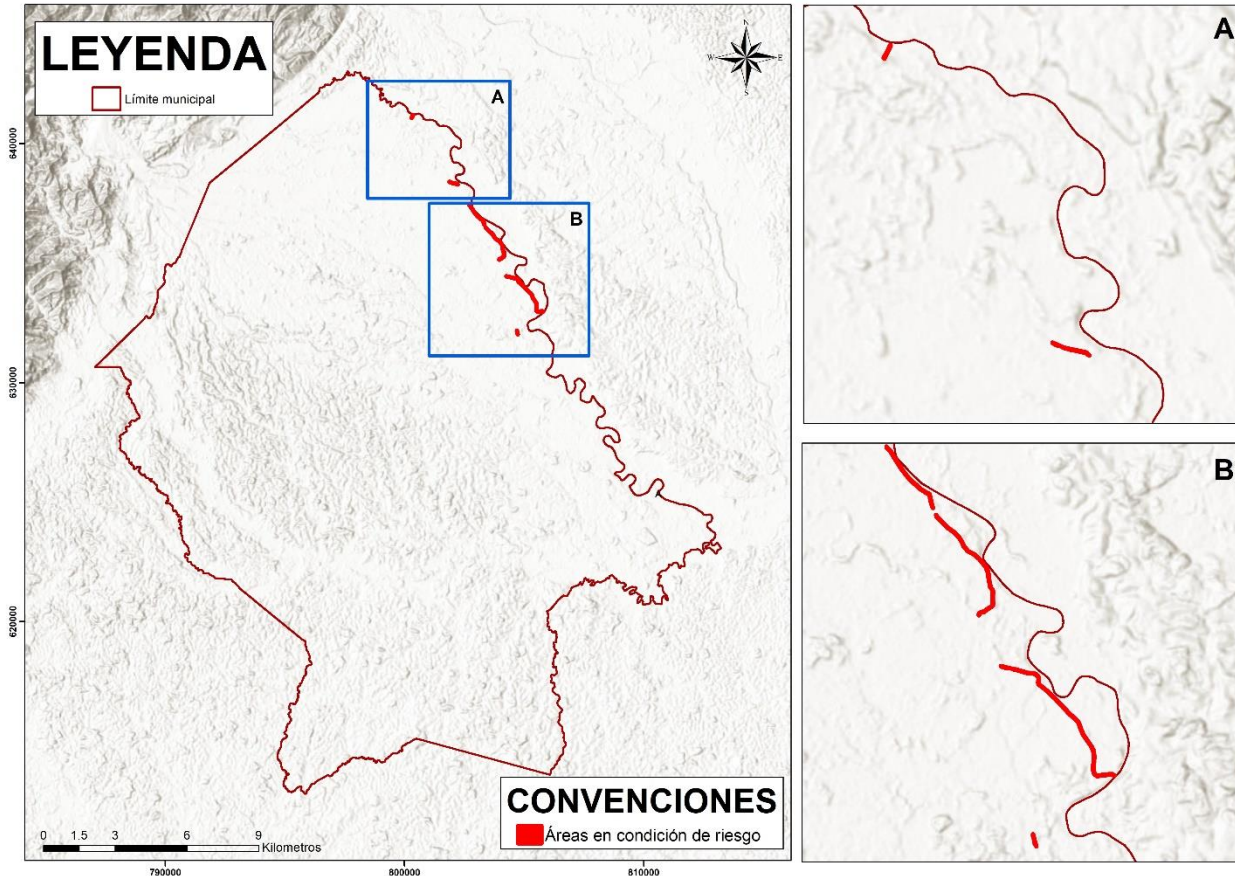


1.17 Áreas con condición de riesgo por inundaciones

1.17.1 Suelo rural

Para el suelo rural del municipio de Albania se tienen 4.59 ha en condición de riesgo por inundaciones, estas corresponden a vías tipo 4 y 5 afectando la ruta hacia Valparaíso en el oriente, distribuidas en las veredas Berlín, Las Mercedes y La Unión. (ver Figura 97)

Figura 97. Áreas con condición de riesgo en el municipio de Albania



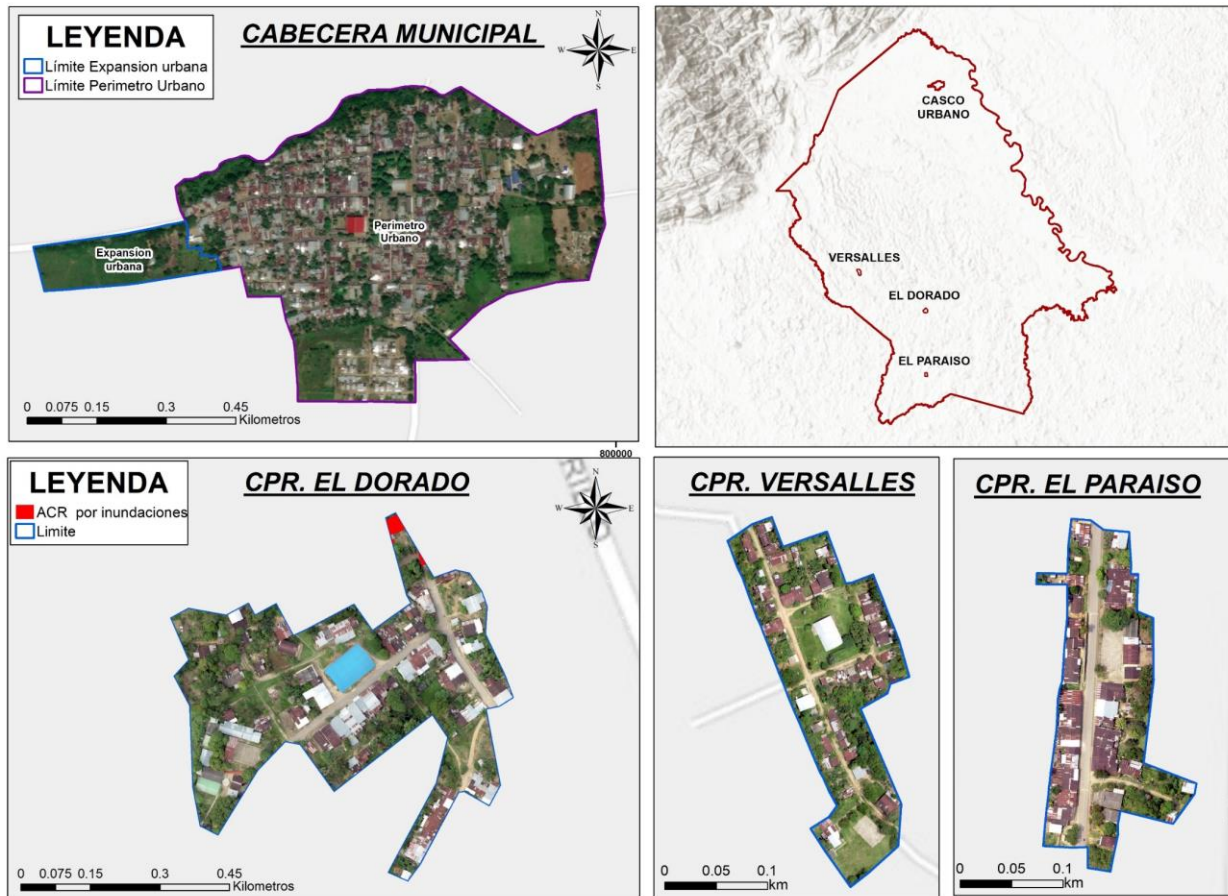
Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

1.17.2 Suelo urbano, de expansión y centros poblados

En la se muestran las zonas definidas como áreas con condición de riesgo por inundaciones, teniendo en cuenta los resultados de la zonificación de amenaza por este evento para el suelo urbano y de expansión.



Figura 98. Áreas con condición de riesgo por inundaciones en el suelo urbano y de expansión urbana y centros poblados



Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020

Como se muestra en la Tabla 30 únicamente se identificaron áreas con condición de riesgo en el centro poblado El dorado.

Tabla 30 Condición de riesgo por inundaciones para casco urbano y centros poblados

Centro Poblado	Área en condición de Riesgo (Ha)
Casco U Albania	No presenta
El Dorado	0,023
El Paraíso	No presenta
Versalles	No presenta

Fuente: Equipo Técnico EOT Albania 2020



MEDIDAS DE INTERVENCIÓN Y PRIORIZACIÓN DE ESTUDIOS DE DETALLE

1.18 Movimientos en masa

1.18.1 Medidas de intervención no estructurales enfocadas en la prevención y atención

Las medidas no estructurales comprenden las políticas, advertencias, medidas para el desarrollo del conocimiento, procesos legislativos y de participación pública que permiten la reducción del riesgo (Graham, 1999). A continuación, se describen las posibles medidas que pueden ser implementadas en el municipio con base en la zonificación anteriormente presentada con el fin de reducir las condiciones de riesgo y amenaza.

- Elaboración y articulación de los instrumentos de planificación y los procesos de la Gestión del riesgo: dentro de los instrumentos creados por la Ley 1523 de 2012 se encuentran el Plan Municipal de Gestión del Riesgo (Art 32 y 37), la Estrategia Municipal para la Respuesta (Art 37), y el Plan de Acción Específico para la recuperación (Art 61), instrumentos enfocados a cumplir los objetivos específicos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, los cuales son conocimiento, reducción y manejo del riesgo, de ahí la importancia de la elaboración y articulación de estos instrumentos

- **Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo Municipal:** el PMGRD incorpora las acciones correspondientes a los procesos de conocimiento del riesgo, de reducción del riesgo y parcialmente de manejo de desastres: en lo que tiene que ver con la preparación
- **Elaboración de la Estrategia de Respuesta Municipal:** la Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias - EMRE, es el marco de actuación para ejecutar los servicios de respuesta a emergencias de manera oportuna y efectiva. El objetivo de la EMRE es la efectividad en la prestación de los servicios de respuesta. La efectividad de la respuesta depende de la calidad de preparación, la cual consiste en acciones previas de coordinación, implementación de sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, instalación de centros de reserva y albergues, y entrenamiento. Estas actividades previas implican financiamiento y deben ser objeto de planeamiento en virtud de los escenarios de riesgo y prioridades municipales. Dicho planeamiento se da por medio del Plan de Gestión del Riesgo Municipal
- **Plan de acción específico para la Recuperación:** el PAER contiene las acciones para rehabilitar y reconstruir según sea el daño y sus opciones de recuperación en perspectiva de desarrollo sostenible

- Sistemas de alerta temprana: Los sistemas de alarma tienen como objetivo el aviso a la población de un posible deslizamiento. Un sistema adecuado, junto con actividades de educación ambiental a población, puede reducir significativamente el número de víctimas, ya que son una herramienta fundamental para iniciar y desarrollar los procedimientos de evacuación.

Las fuerzas de seguridad e instituciones gubernamentales encargadas de la gestión de emergencias deben contribuir a la definición del inicio y términos del proceso de evacuación, a partir de las indicaciones recogidas en la Estrategia de Respuesta Municipal. Para ello, se establecen diferentes niveles de emergencia en función de la probabilidad de ocurrencia y de la potencial magnitud del deslizamiento. El aviso a la población en riesgo puede efectuarse de forma directa, a través de la percepción de la amenaza o bien indirectamente a partir de otras fuentes (Jonkman, 2007), como:

- Medios de comunicación: radio, Internet, televisión, etc.
- Sistemas de alerta: altavoces, bando, sirenas, etc.
- Difusión individual: personal de emergencias, fuerzas de seguridad, redes sociales, etc.
- Otros sistemas: llamadas de teléfono, mensajes de texto, etc.

- Capacitar a la población que vive en zonas aledañas a las áreas categorizadas con amenaza media mediante conferencias, cursos, seminarios para la difusión de información, caracterización de los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en el fenómeno, con el objetivo de que estén preparadas ante cualquier emergencia.

- Fortalecer las entidades de control de desastres y primeros respondientes del municipio, con el fin de estar preparados en caso de presentarse alguna emergencia.



- Identificar las comunidades más propensas a ser afectadas por cualquier tipo de movimiento en masa e implementar campañas de divulgación de conocimientos en cuanto a la prevención y atención en caso de emergencias.
- Monitoreo constante de las áreas de socavación en el cauce del río Fragua Chorroso, para evitar represamientos en este.

1.18.2 Medidas de intervención estructurales enfocadas en la prevención y atención

Las medidas estructurales para reducir el riesgo por movimientos en masa consisten en la construcción de procesos de estabilización, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad y el riesgo, garantizando la seguridad de las personas y sus bienes económicos ante una amenaza, atender eficientemente una contingencia y mitigar los efectos de un desastre, entre otros (Sarli, 2005). Las obras de mitigación pueden ser de varios tipos según el objetivo (ver Tabla 31)

Tabla 31. Procesos y técnicas constructivas de estabilización

Proceso constructivo	Tipo	Objetivo
Rectificación geométrica	Abatimiento del talud Remoción de cresta Conformación de terrazas Contrapeso	Disminuir las fuerzas actuantes sobre la ladera y/o aumentar las fuerzas resistentes que se oponen al deslizamiento
Elementos de drenaje	Zanjas de drenaje Drenes horizontales Pozos de alivio Pantallas drenantes Galerías filtrantes	Captar, conducir y eliminar el agua de escurrimiento superficial y/o disminuir la presión neutral o agua intersticial de los poros que afecta la resistencia de los materiales de la ladera
Elementos estructurales refuerzo	Barrera de pilotes Anclas Gravedad Cantiliver	Incrementar la resistencia cortante del terreno
Muros de contención	Contrafuertes o estribos Tierra armada Celular Gaviones	Soportar la presión que ejercen las masas de tierra o roca inestables
Protección superficial	Mallas metálicas Concreto lanzado Geosintéticos Vegetación	Evitar la caída de los materiales superficiales, reducir la erosión y meteorización, y minimizar la infiltración de agua de escurrimiento

Fuente: (Sarli, 2005)

Sin embargo, las posibles medidas estructurales a realizar en las zonas priorizadas o de mayor afectación, serán determinadas por medio de los estudios de detalle, si se concluye que el riesgo es mitigable.

1.18.3 Zonas priorizadas a la ejecución de estudios de detalle

De acuerdo con la zonificación de amenaza por movimientos en masa para el municipio de Albania solo para el suelo rural se tiene una categorización de amenaza media, siendo el área restante categorizada como amenaza baja, además no se identifican áreas con condición de riesgo y/o amenaza por esto las medidas de intervención más adecuadas son las no estructurales mencionadas anteriormente.

1.19 Inundaciones



1.19.1 Medidas de intervención no estructurales enfocadas en la prevención y atención

Las medidas no estructurales comprenden las políticas, advertencias, medidas para el desarrollo del conocimiento, procesos legislativos y de participación pública que permiten la reducción del riesgo (Graham, 1999). A continuación, se describen las posibles medidas que pueden ser implementadas en el municipio con base en la zonificación anteriormente presentada con el fin de reducir las condiciones de riesgo y amenaza.

- Elaboración y articulación de los instrumentos de planificación y los procesos de la Gestión del riesgo:

dentro de los instrumentos creados por la Ley 1523 de 2012 se encuentran el Plan Municipal de Gestión del Riesgo (Art 32 y 37) , la Estrategia Municipal para la Respuesta (Art 37), y el Plan de Acción Específico para la recuperación (Art 61) , instrumentos enfocados a cumplir los objetivos específicos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, los cuales son conocimiento, reducción y manejo del riesgo, de ahí la importancia de la elaboración y articulación de los siguientes instrumentos:

- **Elaboración y/o actualización del Plan de Gestión del Riesgo Municipal:** el PMGRD incorpora las acciones correspondientes a los procesos de conocimiento del riesgo, de reducción del riesgo y parcialmente de manejo de desastres: en lo que tiene que ver con la preparación
- **Elaboración y/o actualización de la Estrategia de Respuesta Municipal:** la Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias - EMRE, es el marco de actuación para ejecutar los servicios de respuesta a emergencias de manera oportuna y efectiva. El objetivo de la EMRE es la efectividad en la prestación de los servicios de respuesta. La efectividad de la respuesta depende de la calidad de preparación, la cual consiste en acciones previas de coordinación, implementación de sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, instalación de centros de reserva y albergues, y entrenamiento. Estas actividades previas implican financiamiento y deben ser objeto de planeamiento en virtud de los escenarios de riesgo y prioridades municipales. Dicho planeamiento se da por medio del Plan de Gestión del Riesgo Municipal
- **Elaboración y/o actualización Plan de acción específico para la Recuperación:** el PAER contiene las acciones para rehabilitar y reconstruir según sea el daño y sus opciones de recuperación en perspectiva de desarrollo sostenible

- Sistemas de alerta temprana: Los sistemas de alarma tienen como objetivo el aviso a la población de un inminente evento de inundación. Un sistema adecuado, junto con actividades de educación ambiental a población, puede reducir significativamente el número de víctimas, ya que son una herramienta fundamental para iniciar y desarrollar los procedimientos de evacuación.

Las fuerzas de seguridad e instituciones gubernamentales encargadas de la gestión de emergencias deben contribuir a la definición del inicio y términos del proceso de evacuación, a partir de las indicaciones recogidas en la Estrategia de Respuesta Municipal. Para ello, se establecen diferentes niveles de emergencia en función de la probabilidad de ocurrencia y de la potencial magnitud de la inundación. El aviso a la población en riesgo puede efectuarse de forma directa, a través de la percepción de la amenaza (por ejemplo, por un aumento del nivel del agua en el cauce), o bien indirectamente a partir de otras fuentes (Jonkman, 2007), como:

- Medios de comunicación: radio, Internet, televisión, etc.
- Sistemas de alerta: altavoces, bando, sirenas, etc.
- Difusión individual: personal de emergencias, fuerzas de seguridad, redes sociales, etc.
- Otros sistemas: llamadas de teléfono, mensajes de texto, etc.

- Realizar monitoreo constante al sistema hídrico y al estado de los cauces intervenidos con el fin de controlar los niveles de cotas máximas de agua y la cantidad de sedimentos existentes en estos con el fin de evitar posibles taponamientos que generen represamientos y desbordamientos.

- Instalación y operación de un sistema de alerta hidrológico dando seguimiento a los cambios en registros pluviométricos para poder identificar precipitaciones anómalas que se puedan asociar a inundaciones, tanto fluviales como pluviales.



- Capacitar a la población que vive en zonas aledañas a los cuerpos de agua, mediante conferencias, cursos, seminarios para la difusión de información, caracterización de los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en el fenómeno, con el objetivo de que estén preparadas ante cualquier emergencia.
- Fortalecer las entidades de control de desastres y primeros respondientes del municipio, con el fin de estar preparados en caso de presentarse alguna emergencia.
- Identificar las comunidades más propensas a ser afectadas por este tipo de fenómenos e implementar campañas de divulgación de conocimientos en cuanto a la prevención y atención en caso de emergencias.

1.19.2 Medidas de intervención estructurales enfocadas en la prevención y atención

Las medidas estructurales para la reducción del riesgo de inundación comprenden todas aquellas medidas consistentes en la construcción de obras civiles con el fin de proteger áreas frente a inundaciones. Existen diferentes estrategias en función de cada caso (Escuder Bueno, Morales Torres, Castillo Rodríguez, & Perales Momparler, 2010). En general, estas medidas pueden dividirse en tres grupos:

- Estructuras de retención: Su misión consiste en retener el agua para evitar inundaciones asociadas a grandes descargas, que pueden producir importantes daños e incluso el fallo de la propia estructura de retención o de otras estructuras existentes aguas abajo. Las estructuras más comunes son presas y embalses situados aguas arriba de zonas urbanas. (Escuder Bueno, Morales Torres, Castillo Rodríguez, & Perales Momparler, 2010)

- Estructuras de protección: Estas estructuras protegen la zona urbana de forma directa, evitando la entrada del agua en la ciudad, como son los diques, o bien forzando al flujo a discurrir por un determinado lugar, como es el caso de los encauzamientos. Estas estructuras aportan protección frente a inundaciones fluviales y marítimas. (Escuder Bueno, Morales Torres, Castillo Rodríguez, & Perales Momparler, 2010)

- Sistemas de drenaje: Los sistemas de captación y drenaje se diseñan para la gestión del agua de escorrentía generada por un evento de precipitación en la zona urbana y sus alrededores. Por tanto, son estructuras de protección frente a inundaciones de origen pluvial. (Escuder Bueno, Morales Torres, Castillo Rodríguez, & Perales Momparler, 2010)

Cabe considerar que las estructuras deben diseñarse teniendo en cuenta la dinámica natural del río, comprendiendo su naturaleza cambiante. En teoría, las estructuras deben diseñarse permitiendo, en la medida de lo posible, el régimen natural del río, respetando los cursos naturales del agua. (Urueña Francés & Teixeira Gurbindo, 2004)

Sin embargo, las posibles medidas estructurales a realizar en las zonas priorizadas (mencionadas en el numeral 1.19.3) o de mayor afectación, serán determinadas por medio de los estudios de detalle, si se concluye que el riesgo es mitigable.

1.19.3 Zonas priorizadas a la ejecución de estudios de detalle

De acuerdo con lo establecido en el artículo 4 del decreto 1807 de 2014, se debe establecer la priorización de los estudios detallados de acuerdo con los resultados obtenidos de los estudios básicos realizados. En el municipio de Albania, fueron identificadas 13,04 hectáreas en condición de riesgo por inundaciones y 8,76 hectáreas en condición de amenaza.

Las áreas en condición de riesgo mencionadas anteriormente fueron determinadas donde se encuentran elementos expuestos y las áreas con condición de amenaza no poseen elementos construidos, pero están susceptibles a ser desarrolladas. Por lo anterior, las áreas en condición de riesgo se priorizan sobre las áreas en condición de amenaza para la elaboración de estudios detallados, para evaluar posibles medidas estructurales de mitigación, la cual se realiza en función de los elementos expuestos y las necesidades de cuantificación del riesgo existente.

Según lo anterior se definen las áreas a ser priorizadas para la realización de estudios de detalle en el siguiente orden:

1. Para el suelo urbano en el Barrio Villa Demo se hace necesario desarrollar estudios de detalle con el fin de evaluar el riesgo existente en este sector. Lo anterior toma relevancia y debe articularse con las determinantes ambientales de faja paralela definidas por la Corporación Autónoma Regional.
2. En el centro poblado El Dorado se encuentra en condición de riesgo un predio cercano a un drenaje en el norte de este.



3. En el suelo rural la vía que comunica al municipio de Albania con el municipio de Valparaíso se encuentra en condición de riesgo en algunos segmentos como consecuencia del aumento del nivel del río Fragua Chorroso en el margen oriental del municipio
4. Para el casco urbano del municipio de Albania en los predios aledaños al río Brazo Fragua, debe evaluarse a detalle la amenaza, el riesgo y vulnerabilidad de estos. si se desea desarrollar algún tipo de infraestructura.

1.20 Avenidas torrenciales

1.20.1 Medidas de intervención no estructurales enfocadas en la prevención y atención

Las medidas no estructurales comprenden las políticas, advertencias, medidas para el desarrollo del conocimiento, procesos legislativos y de participación pública que permiten la reducción del riesgo (Graham, 1999). A continuación, se describen las posibles medidas que pueden ser implementadas en el municipio con base en la zonificación anteriormente presentada con el fin de reducir las condiciones de riesgo y amenaza.

- Elaboración y articulación de los instrumentos de planificación y los procesos de la Gestión del riesgo:

dentro de los instrumentos creados por la Ley 1523 de 2012 se encuentran el Plan Municipal de Gestión del Riesgo (Art 32 y 37), la Estrategia Municipal para la Respuesta (Art 37), y el Plan de Acción Específico para la recuperación (Art 61), instrumentos enfocados a cumplir los objetivos específicos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo, los cuales son conocimiento, reducción y manejo del riesgo, de ahí la importancia de la elaboración y articulación de estos instrumentos

- **Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo Municipal:** el PMGRD incorpora las acciones correspondientes a los procesos de conocimiento del riesgo, de reducción del riesgo y parcialmente de manejo de desastres: en lo que tiene que ver con la preparación
- **Elaboración de la Estrategia de Respuesta Municipal:** la Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias - EMRE, es el marco de actuación para ejecutar los servicios de respuesta a emergencias de manera oportuna y efectiva. El objetivo de la EMRE es la efectividad en la prestación de los servicios de respuesta. La efectividad de la respuesta depende de la calidad de preparación, la cual consiste en acciones previas de coordinación, implementación de sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, instalación de centros de reserva y albergues, y entrenamiento. Estas actividades previas implican financiamiento y deben ser objeto de planeamiento en virtud de los escenarios de riesgo y prioridades municipales. Dicho planeamiento se da por medio del Plan de Gestión del Riesgo Municipal
- **Plan de acción específico para la Recuperación:** el PAER contiene las acciones para rehabilitar y reconstruir según sea el daño y sus opciones de recuperación en perspectiva de desarrollo sostenible

- Sistemas de alerta temprana: Los sistemas de alarma tienen como objetivo el aviso a la población de un inminente evento torrencial. Un sistema adecuado, junto con actividades de educación ambiental a población, puede reducir significativamente el número de víctimas, ya que son una herramienta fundamental para iniciar y desarrollar los procedimientos de evacuación.

Las fuerzas de seguridad e instituciones gubernamentales encargadas de la gestión de emergencias deben contribuir a la definición del inicio y términos del proceso de evacuación, a partir de las indicaciones recogidas en la Estrategia de Respuesta Municipal. Para ello, se establecen diferentes niveles de emergencia en función de la probabilidad de ocurrencia y de la potencial magnitud de la avalancha. El aviso a la población en riesgo puede efectuarse de forma directa, a través de la percepción de la amenaza (por ejemplo, por un aumento del nivel del agua en el cauce), o bien indirectamente a partir de otras fuentes (Jonkman, 2007), como:

- Medios de comunicación: radio, Internet, televisión, etc.
- Sistemas de alerta: altavoces, bando, sirenas, etc.
- Difusión individual: personal de emergencias, fuerzas de seguridad, redes sociales, etc.
- Otros sistemas: llamadas de teléfono, mensajes de texto, etc.



Estos sistemas de alertas tempranas deberán estar coordinados con las autoridades competente del municipio de San José del Fragua, ya que, ante una posible avenida torrencial, el ápice del flujo se daría en el sector de las piedras de San Jose, sobre el cauce del río Fragua Chorroso

- Capacitar a la población que vive en zonas aledañas a las áreas categorizadas con amenaza media (vereda Berlin) mediante conferencias, cursos, seminarios para la difusión de información, caracterización de los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en el fenómeno, con el objetivo de que estén preparadas ante cualquier emergencia.
- Fortalecer las entidades de control de desastres y primeros respondientes del municipio, con el fin de estar preparados en caso de presentarse alguna emergencia.
- Identificar las comunidades más propensas a ser afectadas ante un posible evento torrencial e implementar campañas de divulgación de conocimientos en cuanto a la prevención y atención en caso de emergencias.
- Es importante realizar un seguimiento a los cambios en registros pluviométricos para poder identificar precipitaciones anómalas que puedan asociar a eventos torrenciales.

1.20.2 *Medidas de intervención estructurales enfocadas en la prevención y atención*

Para el municipio de Albania como se muestra en el numeral 1.10.31.10.3 solo una parte de la vereda Berlin al norte del área de estudio es categorizada con amenaza media, esta categorización asociada a el río Fragua Chorroso, en donde en el ítem anterior se recomiendan medidas de manejo no estructurales para esta área, sin embargo en las áreas que se considere pertinente realizar estudios de detalle para determinar la mitigabilidad o no del riesgo, en caso de ser mitigable se podrían considerar las siguientes acciones:

- 1- Mejora el sistema de escorrentía actual y realizar el mantenimiento al cauce del río Fragua Chorroso y sus diferentes afluentes, evitando una posible sobresaturación de los flujos de agua que podrían presentar bajo condiciones extremas el fenómeno amenazante.
- 2- Complementar los estudios hidrológicos, lo que permitirá conocer un valor más preciso de caudales que podrían soportar las zonas de escorrentía.

1.20.3 *Zonas priorizadas a la ejecución de estudios de detalle*

De acuerdo con la zonificación de amenaza para el municipio de Albania solo para el suelo rural se tiene una categorización de amenaza media, siendo el área restante categorizada como amenaza baja, además no se identifican áreas con condición de riesgo y/o amenaza por esto la intervención más adecuada son las medidas no estructurales mencionadas anteriormente.

1.21 **Otras amenazas**

1.21.1 *Incendios forestales*

La prevención de incendios forestales contempla las actuaciones encaminadas a reducir el número de incendios, además de todas las acciones y medidas que se realizan para dificultar la propagación del fuego. Las acciones preventivas pueden implementarse en las veredas Berlin, La Unión, El Quebradon, San Isidro, Florida Uno, Florida Dos, El Rosal, Lisboa, La Esperanza, El Dorado, Carmen Balata, Mariano Ospina, Aranzazu, Bella Aurora, Villa Nueva, Los Libertadores, El Porvenir y La Cabaña se muestran a continuación:

- Obras de ingeniería para reducir la acumulación de material combustible o modificar su continuidad, tanto en forma horizontal como vertical: infraestructuras que permitan controlar el incendio de un modo un rápido y eficaz
- Actividades de sensibilización y capacitación para que las personas reconozcan la importancia de los bosques y adquieran hábitos de cuidado a las zonas forestales: Campañas de difusión e información, capacitación y asistencia técnica para el uso del fuego en poblaciones rurales y urbanas, etcétera. Supervisión legal para verificar que se cumplan las leyes, reglamentos y normas relativas al uso del fuego en el territorio nacional.



1.21.2 *Socavación lateral*

Este fenómeno afecta los sectores aledaños al río Fragua Chorroso en las veredas Berlin, Las Mercedes, La Unión Fragua Fortuna, Los Libertadores y Fragua Recreo.

En estos sectores críticos se deben realizar estudios de detalle con el fin de determinar las obras de intervención adecuadas, dentro de este tipo de obras según el resultado de los estudios pueden contemplarse estructuras longitudinales, estructuras transversales como espolones, traviesas de fondo, entre otros.

1.21.3 *Sequias*

El municipio de Albania reporta afectaciones por temporadas de sequia en algunos meses de año, en el marco del plan de acción nacional de luchas contra la desertificación y la sequía (PAN) (UNGRD, IDEAM, MINAMBIENTE, & CANCELLERIA, 2018)

- Promover la participación comunitaria en la implementación de acciones en la lucha contra la degradación de tierras, desertificación y mitigación de la sequía, así como el manejo sostenible de ecosistemas
- Propender por el aprovechamiento y uso eficiente del recurso hídrico y mitigación de la sequía.
- Fomentar el establecimiento de sistemas de alerta temprana y la generación de información agroclimática, como sistemas de apoyo a la toma de decisiones para evaluar los riesgos agroclimáticos.
- Diagnosticar, actualizar y/o levantar planos de localización, estado y tipo de redes de acueducto, así como la necesidad, prioridades y condiciones de instalación en las zonas de alto riesgo, para incorporar medidas de reducción de riesgo de desastres en la planificación del desarrollo territorial y ambiental.



BIBLIOGRAFÍA

- Euscátegui, C., & Hurtado, G. (2012). *ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL FENÓMENO “LA NIÑA” 2010-2011 EN LA HIDROCLIMATOLOGÍA DEL PAÍS*. Bogotá: IDEAM.
- Unión Temporal Gestión Del Riesgo Caqueta. (2017). *estudio Implementación de la política de gestión del riesgo en el departamento del Caquetá*.
- Aguilar, A. (2005). *Los peces como indicadores de la calidad ecologica del agua*. Mexico: Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM.
- Alcaldía municipal de Albania. (2012). *Documento de soporte técnico del esquema de ordenamiento territorial 2012-2023*. Corporación técnica colombiana.
- Ávila, G. E., Cubillos, C. E., Granados, A. E., Medina, E., Rodriguez, E. A., Rodriguez, C. E., & Ruiz, G. L. (2015). *Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa*. Bogotá, Colombia: Servicio Geológico Colombiano.
- Bull, W. B. (1977). The alluvial-fan environment. *Progress in Physical Geography*, 222-262.
- Caballero Acosta, J. H. (2011). Las avenidas torrenciales: una amenaza potencial en el valle de Aburrá. *Gestión y ambiente*.
- Chen, W., Chai, H., Sun, X., Wang, Q., Ding, X., & Hong, H. (2016). A GIS-based comparative study of frequency ratio, statistical index and weights-of-evidence models in landslide susceptibility mapping. *Geocarto*, 367-385.
- CVS. (2004). *Informe Sobre Las Amenazas De Erosion Fluvial Del Rio Sinú*. Monteria.
- DANE. (20 de Mayo de 2017). *Metodología Déficit de Vivienda*. Obtenido de Metodología Déficit de Vivienda : http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/Deficit_vivienda.pdf
- DANE, M. Y. (Noviembre de 2016). *3er Censo Nacional Agropecuario, hay campo para todos*. Obtenido de 3er Censo Nacional Agropecuario, hay campo para todos: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo1-Memorias.pdf>
- de Araujo Boggione, G., Alexandre da Silva, M., de Carvalho Junior, N., Lima Teles, T., & Xavier de Nazareno, N. (2009). Definição da escala em imagens de sensoriamento remoto: uma abordagem alternativa. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, (págs. 1739-1746). Natal, Brasil.
- Di Bella et. al. (2008). La teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones. *Ecosistemas*, 17, 39-52.
- Di Bella, C., Posse, G., Beget, M., Fischer, M., Mari, N., & Veron, S. (2008). La teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones. *Ecosistemas Número 17*, 39-52.
- Escuder Bueno, I., Morales Torres, A., Castillo Rodríguez, J. T., & Perales Momparler, S. (2010). *Strategies of Urban Flood Risk Management*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Fellenius, W. (1927). *Erdstatische Bereshnungen mit*. Berlin: Ernst.
- Gilsanz, J. d. (1996). *Geomorfología, principios, métodos y aplicaciones*. Madrid: Rueda, S.L.
- Glade, T., & Crozier, M. (2005). *A review of scale dependency in landslide*. Chichester: Wiley.
- Graham, W. J. (1999). *A procedure for estimating loss of life caused by dam failure*. . U.S. Department of Interior. Bureau of Reclamation DSO-99-06.
- Hungr, O. (2005). Classification and Terminology. En J. Matthias, & O. Hungr, *Debris-flow hazards and related phenomena* (págs. 135-158). Berlín: Springer.
- Hurtado, G., & Cadena, M. (2002). *Aplicación de Índices de sequía en Colombia*. . Grupo de Investigación en Meteorología Universidad Nacional de Colombia. .
- IDEAM. (2016 йил 03-08). *IDEAM*. From Amenazas de Inundación: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/amenazas-inundacion>
- IDEAM. (2017). *ACTUALIZACIÓN DE LAS ESTADÍSTICAS DE LA SEQUÍA EN COLOMBIA*. Nota técnica del IDEAM.
- INGEOMINAS. (1996). *Inventario Nacional de Desastres Naturales*.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. (2018). *LA AMAZONIA SE QUEMA: DETECCIÓN DE ÁREAS CON MAYOR OCURRENCIA DE INCENDIOS DE VEGETACIÓN COMO ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL*. *Revista Colombia Amazonica*.



- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2011). *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000*. IDEAM, Bogotá, D. C.
- Jonkman, S. N. (2007). Loss of life estimation in flood risk assessment. Theory and. *PhD thesis, Civil Engineering Faculty*. Delft, U.S: Technical University of Delft.
- Kungzig, R. (1989). Wandering river. *Discover*, 69-71.
- Leopold, L. a. (1966). *River Meanders*. Scientific American.
- Madeleine, B. (2014). *Metodología para ejecución y control de calidad para ortofotos, mediante combinación de sensor digital con LiDAR en zonas rurales*. . Madrid.
- MADS. (2010). *Resolución Número 383, 23 de Febrero de 2010 "Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman determinaciones"*. Bogotá.
- MADS. (2014). *Protocolo para la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014 11 Noviembre). *Protocolo para La Incorporación de la Gestión del Riesgo en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*.
- Narvaez Mora, N. O., & Viteri Palacios, M. A. (2009). *PLAN DEPARTAMENTAL DE GESTION DEL RIESGO NARIÑO 2008 2018*. San Juan de Pasto: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES.
- Portilla, M. (2012). Notas de clase de amenaza. En S. N. Minería, *Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades andinas, 2007: Movimientos en masa de la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenaza*. Bogotá D.C, Colombia: Maestría en Ciencias - geología. UN - Sede Bogotá.
- Rosgen, D. (1994). *A classification of natural rivers*. Catena.
- Sarli, A. C. (2005). Capacidad de resistencia, vulnerabilidad y cultura de riesgos. *Espacio Abierto*, 14(2), 265-278.
- Servicio Geológico de Colombia. (2015). *Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa*. Bogotá.
- SGC. (2010). *Mapa Nacional de Amenaza Sísmica Periodo de Retorno 475 años. Escala 1:1.500.000*. Bogotá, Colombia: SGC.
- SGC. (2017). *Guía Metodológica para lo zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:25.000*. Bogotá.
- Stypula, & Jhonson, A. (1993). *Guidelines for Bank Stabilization Projects in the Riverine*.
- Suarez, J. (2001). *Control de Erosion en Tierras Tropicales*. Bucaramanga.
- Takahashi, T. (2014). *Debris Flow. Mechanics, Prediction and Countermeasures*. CRC.
- Teixeira Silva, D. (2016). *Contribuições sobre previsão de fluxo de detritos*. Rio de Janeiro: COPRE UFRJ.
- UNGRD. (2017). *Proyecto Piloto "Alertas Tempranas por Sequía en Colombia", Socialización de resultados*.
- UNGRD, IDEAM, MINAMBIENTE, & CANCELLERIA. (2018). *Estrategia nacional para la gestión integral de la sequía en Colombia*.
- Urueña Francés, J. M., & Teixeira Gurbindo, L. C. (2004). Ordenación fluvial, usos del suelo y construcción de infraestructuras. *fluvial, usos del suelo y construcción de infraestructuras N. 68*, 32-41.
- Wolman, L. y. (1957). *River channel patterns: braided, meandering and straight*. US geol.