

Municipio de Cajicá

Cundinamarca

Estudios Básicos de Amenazas

Capítulo 1. Aspectos Generales



2021

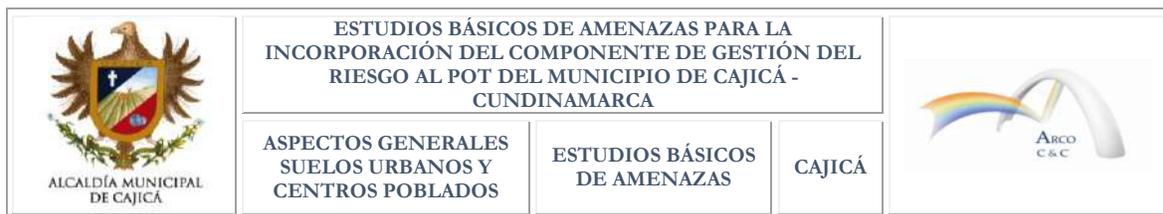
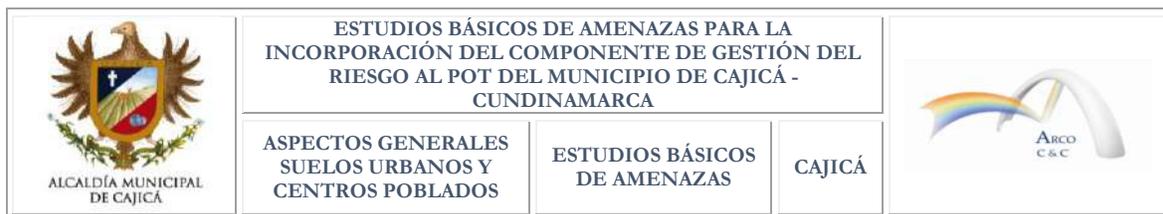


TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. ASPECTOS NORMATIVOS.....	10
1.2. OBJETIVOS.....	14
1.2.1. Objetivo General	14
1.2.1.1. Objetivos Específicos	14
1.3. ALCANCE DEL ESTUDIO	15
1.3.1. Escala de Trabajo.....	16
1.4. CARACTERIZACIÓN GENERAL.....	16
1.4.1. Área de estudio.....	16
1.4.2. Metodología para la captura de imágenes de alta resolución.....	18
1.4.2.1. Cámara.....	19
1.4.2.2. Gimbal.....	20
1.4.2.3. Escala cartográfica y fotográfica	21
1.4.2.3.1. Ortofotomosaico	24
1.4.3. Relieve.....	27
1.4.3.1. Modelo digital de elevación	27
1.4.3.2. Pendientes del suelo.....	29
1.4.4. Hidrología.....	31
1.4.4.1. Fotointerpretación preliminar	31
1.4.4.2. Fase de campo.....	34
1.4.4.3. Componente hidrológico	61
1.4.4.4. Clasificación de los cuerpos de agua	62
1.4.5. Cobertura del Suelo	63
1.4.5.1. Captura de información para coberturas urbanas.....	64
1.4.5.2. Clasificación de coberturas	72
1.4.6. Geología	86
1.4.7. Geomorfología	100



1.4.8.	Caracterización hidroclimática.....	124
1.4.8.1.	Precipitación.....	124
1.4.8.1.1.	Lluvias promedio multianuales	127
1.4.8.1.2.	Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF).....	130
1.4.8.1.3.	Análisis de frecuencias de eventos extremos.....	132
1.4.8.2.	Temperatura	136
1.4.8.3.	Clima.....	138
1.5.	CONTROL DE CALIDAD.....	140
1.5.1.	Control De Calidad Temático.....	140
1.5.2.	Control Cartográfico	142
1.6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	143



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Suelo urbano principal, Suelo urbano Capellanía, Suelo de expansión urbana y Centros poblados.	18
Ilustración 2. Cámara Drone Phantom 4 professional.....	20
Ilustración 3. Ángulos de captura Gimbal, Phantom 4 Professional.....	21
Ilustración 4. Ubicación de la cámara para las imágenes capturadas y traslape para generar el Ortofotomosaico.....	24
Ilustración 5. Ubicación de la cámara para las imágenes capturadas y altura promedio.....	25
Ilustración 6. Ortofoto Suelo urbano principal, Suelo urbano capellanía, Suelos de expansión urbana y centros poblados.....	26
Ilustración 7. Modelo digital de elevación, Suelo urbano principal, Suelo urbano capellanía, Suelos de expansión urbana y Centros poblados.	29
Ilustración 8. Pendientes Suelo urbano principal, Suelo urbano capellanía, Suelos de expansión urbana y Centros poblados.....	30
Ilustración 9. Características para la identificación de cuerpos de agua. Fuente. ARCO C&C, 2021.	33
Ilustración 10. Referencia de Antenas GNSS Rover empleados.	35
Ilustración 11. Referencia de GPS empleados.	36
Ilustración 12. Referencia de Trípode para bastón y bastones.....	36
Ilustración 13. Referencia de herramientas básicas empleados.....	37
Ilustración 14. Formato estructuras hidráulicas.....	38
Ilustración 15. Puntos de rectificación de drenaje.....	45
Ilustración 16. Puntos de captura de drenaje.	53
Ilustración 17. Registro fotográfico, puntos de captura.	54
Ilustración 18. Antena GNSS Rover Base y proceso de nivelación.....	55
Ilustración 19. Instalación antena GNSS Rover.....	56
Ilustración 20. Levantamiento topobatimétrico y registro de dimensiones y perfiles de cuerpos hídricos Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).....	57
Ilustración 21. Levantamiento topobatimétrico y registro de dimensiones y perfiles de estructuras hidráulicas.....	58
Ilustración 22. Levantamientos topobamétricos y registro de dimensiones y perfiles.....	60
Ilustración 23. Cuerpos de agua zonas urbanas Cajicá Cundinamarca sin clasificar	61
Ilustración 24. Cuerpos de agua suelo urbano principal, suelo urbano capellanía, suelos de expansión y centros poblados.....	62
Ilustración 25. Materiales de campo Fuente. ARCO C&C, 2021.....	66
Ilustración 26. Puntos de control Fuente. ARCO C&C, 2021.....	69

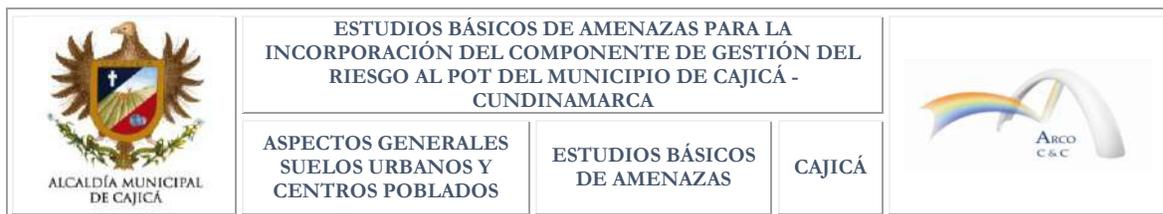


Ilustración 27. Coberturas de la tierra, metodología CLC – Zonas urbanas Municipio de Cajicá Fuente. ARCO C&C, 2021.....	70
Ilustración 28. Territorios artificializados zonas urbanas Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021. ..	73
Ilustración 29. Tejido urbano continuo zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	74
Ilustración 30. Tejido urbano discontinuo zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	75
Ilustración 31. Zonas industriales o comerciales zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.....	76
Ilustración 32. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.....	76
Ilustración 33. Red vial y territorios asociados zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.....	77
Ilustración 34. Zonas verdes urbanas - zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	78
Ilustración 35. Instalaciones recreativas, zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	78
Ilustración 36. Territorios agrícolas zonas urbanas Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	79
Ilustración 37. Otros cultivos transitorios, zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.....	80
Ilustración 38. Cultivos confinados, zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	80
Ilustración 39. Pastos limpios, zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021. ..	81
Ilustración 40. Pastos enmalezados, zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	81
Ilustración 41. Bosques y áreas seminaturales zonas urbanas Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	82
Ilustración 42. Plantación forestal, zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	83
Ilustración 43. Superficies de agua zonas urbanas Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	84
Ilustración 44. Ríos, zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	85
Ilustración 45. Canales, zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.	85
Ilustración 46. Cuerpos de agua artificiales, zonas urbanas municipio Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021.....	86
Ilustración 47. Mapa de pendientes del área del Suelo urbano principal, suelo urbano capellanía, suelos de expansión urbana y centros poblados.....	88
Ilustración 48. Mapa de sombras del área del Suelo urbano principal, suelo urbano capellanía, suelos de expansión urbana y centros poblados.....	89



Ilustración 49. Estaciones de campo en el Suelo Urbano Principal, suelo urbano capellanía, suelos de expansión urbana y centros poblados.	91
Ilustración 50. Mapa geológico del Suelo urbano principal, suelo urbano capellanía, suelos de expansión urbana y centros poblados.	94
Ilustración 51. Rocas de la Formación Plaeners, Cerro Montepicio sobre la vía Manas-Molino, vereda Chuntame.	95
Ilustración 52. Rocas de la Formación Guaduas, vereda Chuntame al costado norte del Cerro Montepincio.	96
Ilustración 53. Depósitos de la Formación Sabana, cerca al conjunto residencial campestre San Paulino, zona central del municipio.	97
Ilustración 54. Depósitos aluviales con desarrollo de vegetación cerca a la comunidad religiosa de los Oblatos, vereda Chuntame.	97
Ilustración 55. Depósitos de cauce activo en el Río Frío, en la vereda Canelón.	98
Ilustración 56. Depósitos flujo torrenciales, por la vía Manas-Molino – Cajicá-Tabio, vereda Chuntame, al noroccidente del área urbana.	99
Ilustración 57. Geomorfología del Suelo urbano principal, municipio de Cajicá.	110
Ilustración 58. Ladera erosiva, Cerro Montepicio sobre la vía Manas-Molino, vereda Chuntame.	111
Ilustración 59. Lomeríos muy disectados, vía Manas-Molino – Cajicá-Tabio, frente a lácteos el Pomar, al noroccidente del área urbana.	112
Ilustración 60. Abanicos aluviales coalescentes no diferenciados, vía Manas-Molino – Cajicá-Tabio, frente al condominio residencial Quintas del Molino, al noroccidente del área urbana.	113
Ilustración 61. Barra Puntual y Cuenca de Decantación, en meandro del río Bogotá, costado oriental del área urbana. Imagen tomada de Google Earth.	114
Ilustración 62. Cauce aluvial del río Bogotá. Costado oriental del área urbana.	114
Ilustración 63. Lagunas, (a) vereda Canelón, conjunto de Fincas la Fagua, (b) al norte de área urbana en la Universidad San Martín. (imágenes tomadas por medio de vuelo de dron por Arco Consultorías y Construcciones)	115
Ilustración 64. Plano anegadizo, en meandro del río Bogotá. (imagen tomada por medio de vuelo de dron por Arco Consultorías y Construcciones).	116
Ilustración 65. Plano o llanura de inundación, vereda Calahorra, junto al conjunto residencial Oikos Savanna.	117
Ilustración 66. Planicie y delta lacustre, constituye la mayor parte del área urbana de Cajicá.	117
Ilustración 67. Canal Artificial en el área urbana de Cajicá.	118
Ilustración 68. Embalse, en la vía Cajicá-Tabio, junto al río frío, en la vereda Canelón, (imagen tomada por medio de vuelo de dron por Arco Consultorías y Construcciones).	119

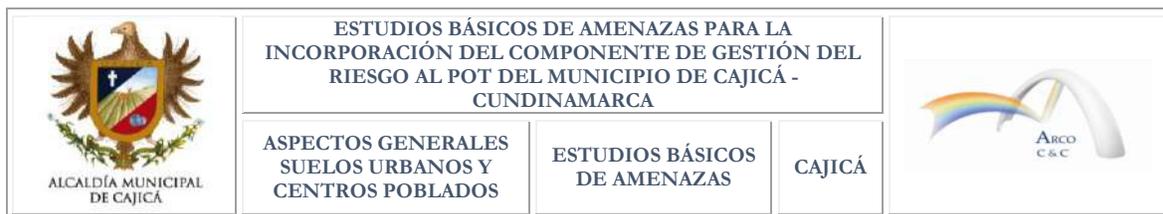
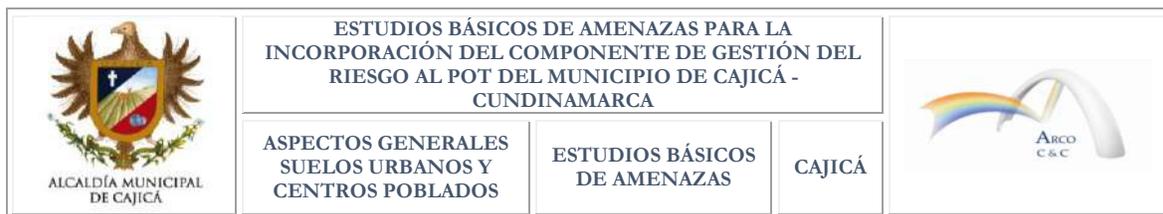


Ilustración 69. Planta de tratamiento de aguas residuales. Vereda Calahorra. (imagen tomada por medio de vuelo de dron por Arco Consultorías y Construcciones).....	119
Ilustración 70. Planos y campos de llenos antrópicos.	120
Ilustración 71. Mapa de sismicidad para períodos de retorno de 75 años (izq.) y 2475 años...120	
Ilustración 72. Zonificación sísmica para un período de retorno de 475 años.	121
Ilustración 73. Sismicidad registrada y amenaza sísmica con período de retorno 475 años en el departamento de Cundinamarca.....	122
Ilustración 74. Sismicidad registrada y amenaza sísmica con período de retorno 475 años en el municipio de Cajicá, Cundinamarca.....	123
Ilustración 75. Localización de las estaciones meteorológicas de análisis.....	126
Ilustración 76. Histograma de precipitación mensual histórica de las estaciones evaluadas.....	127
Ilustración 77. Precipitación anual promedio.....	129
Ilustración 78. Mosaico de Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF) para las estaciones de análisis.....	132
Ilustración 79. Lluvias máximas para periodos de retorno de 2.33 a 100 años.....	134
Ilustración 80. Mosaico de precipitaciones máximas esperadas para periodos de retorno de 2.33, 25 y 100 años.....	135
Ilustración 81. Temperatura anual multianual promedio.....	137
Ilustración 82. Clasificación climática por el método de Thornthwaite.....	139

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Metodología para la obtención del modelo digital de elevación zonas urbanas.....	28
Diagrama 2. Proceso para la generación de la capa de cuerpos de agua en las zonas urbana del municipio de Cajicá – Cundinamarca. Fuente. ARCO C&C, 2021.....	31
Diagrama 3. Insumos utilizados en el proceso de digitalización de cuerpos de agua por medio de fotointerpretación.	32
Diagrama 4. Metodología Desarrollada.....	34
Diagrama 5. Metodología para la generación de las coberturas urbanas Fuente. ARCO C&C, 2021.	64
Diagrama 6. Recorrido de campo. Fuente. ARCO C&C, 2021.	67
Diagrama 7. Proceso Metodológico para la obtención del mapa geológico a escala 1:2.000.	86
Diagrama 8. Esquema de jerarquización geomorfológica propuesto por Carvajal (2011).	101
Diagrama 9. Proceso metodológico para la obtención del mapa geomorfológico a escala 1:2.000.	104



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Normatividad asociada a la gestión del riesgo en Colombia.....	10
Tabla 2. Escalas de trabajo Estudios de Amenazas.....	16
Tabla 3. Características técnicas Cámara Drone Phantom 4 professional.....	19
Tabla 4. Comparación según escalas fotográficas	22
Tabla 5. Puntos de rectificación de Drenajes.....	38
Tabla 6. Puntos de captura de Drenajes.....	46
Tabla 7. Levantamientos topobamétricos y registro de dimensiones y perfiles.....	58
Tabla 8. Cantidad de elementos por categoría	63
Tabla 9. Puntos de control con sus respectivas coordenadas	67
Tabla 10. Coberturas rurales, áreas y porcentajes.....	71
Tabla 11. Estaciones de campo en el área del Suelo urbano principal, municipio de Cajicá.	92
Tabla 12. Clasificación forma de la ladera.	105
Tabla 13. Forma de cresta y valle.	106
Tabla 14. Rangos de intervalos de altura o relieve relativo.....	107
Tabla 15. Rango de longitud de ladera.	107
Tabla 16. Rangos de pendientes para estudios geomorfológicos.	108
Tabla 17. Coeficientes de regionalización de las Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia	131
Tabla 18. Parámetros M,N y PT de las estaciones de análisis	131
Tabla 19. Prueba de Chi cuadrado para diferentes funciones de probabilidad	133
Tabla 20. Temperatura promedio mensual multianual.....	136
Tabla 21: Escalas de trabajo para los mapas de zonificación.	142

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1. Porcentajes correspondientes a las coberturas presentes en las zonas urbanas del municipio de Cajicá. Fuente. ARCO C&C, 2021	72
---	----

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

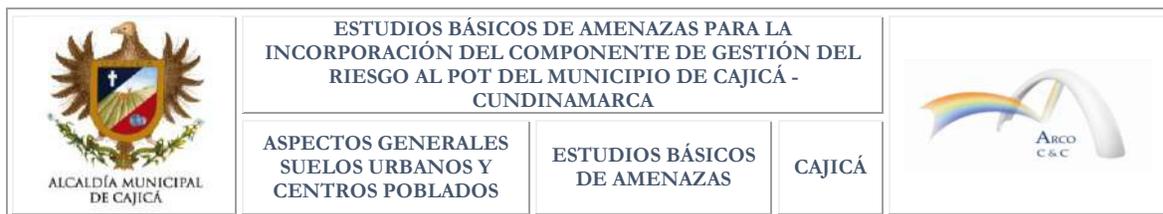
INTRODUCCIÓN

En los últimos años, Colombia se ha preocupado por incorporar la Gestión del Riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial, observándose su aparición hacia finales de la década de los 80's luego de que en 1985 un fenómeno natural afectara seriamente al municipio de Armero en Tolima generando fuertes daños materiales y la pérdida de más de 25.000 vidas humanas, cuyo impacto se hubiera podido mitigar si dentro del Plan de Ordenamiento se hubiera considerado la necesidad de reasentar la población dado su inminente riesgo a un evento natural. A partir de ese momento se han venido generando un conjunto de normas y estudios técnicos encaminados a prevenir, enfrentar y mitigar las posibles afectaciones que los eventos naturales pueden generar a las poblaciones humanas y a las infraestructuras construidas por ella, de acuerdo a los consignado en la Ley 1523 de 2012 y en los Decretos 1807 de 2014 y 1077 de 2015.

El presente documento es la recopilación de insumos, procesos y especificaciones mínimas que determinaron las condiciones de amenaza para los fenómenos de movimientos en masa, inundación y avenidas torrenciales en el Suelo urbano. Este documento es un insumo importante en el Ordenamiento del municipio, contribuye en salvaguardar la integridad física de sus habitantes y de la infraestructura que allí se encuentra, dando cumplimiento a los requisitos estipulados en la Ley 388 de 1997.

El estudio está compuesto por tres (III) capítulos que se organizan de la siguiente manera: **Capítulo I.** Aspectos Generales, **Capítulo II.** Estudio básico de amenaza por Movimientos en Masa y **Capítulo III.** Estudio básico de amenaza por Inundación. Cada capítulo establece una metodología adaptada para los suelos (Urbanos, Suelos de Expansión y centros poblados) contenidos dentro del municipio.

Este capítulo compila aspectos locales que permiten generar análisis y calificación de los atributos expuestos para cada metodología y la amenaza por los diferentes eventos, constituye el área de estudio, metodologías tales como obtención de imágenes y puntos de control, relieve, coberturas, suelos, geología, geomorfología y sismicidad, los cuales son importantes para el desarrollo metodológico de los fenómenos.



1.1. ASPECTOS NORMATIVOS

El objetivo de la gestión del riesgo de desastres es contribuir a la generación de herramientas para la planificación que permitan brindar soluciones a los problemas que se presenten en el entorno físico por la ocurrencia de fenómenos naturales que puedan afectar a la población, sus actividades y al entorno natural en el cual se encuentran. Con el fin de contribuir a la consecución de este objetivo la legislación colombiana cuenta con un marco normativo que brinda directrices y lineamientos señalados en la legislación proyectada para tal efecto. Bajo este contexto se enmarca el desarrollo de los diferentes mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal que se presentan en este documento.

A través del tiempo, las normas han adquirido mayor especificidad y son más restrictivas, haciendo obligatoria la necesidad de identificar las áreas que presentan cierto grado de amenaza por diferentes tipos de eventos naturales. Los decretos 1807 del año 2014 (Compilado en el Decreto 1077 del 2015), hacen de la gestión del riesgo un aspecto relevante dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial.

En la **Tabla 1** se muestra el marco legal que reglamenta la gestión del riesgo en Colombia, asigna responsabilidades a los diferentes organismos que conforman el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y que, por tanto, justifica la realización de los mapas de zonificación de riesgos por los diferentes fenómenos (incendios forestales, movimientos en masa, inundación y avenidas torrenciales)

Tabla 1. Normatividad asociada a la gestión del riesgo en Colombia.

Marco Normativo Gestión del Riesgo	
Año	Norma
1989	Decreto – Ley 919
1989	Ley 09 (Reforma Urbana)
1991	Ley 2
1991	Constitución Política de Colombia
1993	Ley 99 (Art. 17)
1994	Ley 152
1997	Ley 388

Marco Normativo Gestión del Riesgo	
Año	Norma
1997	Decreto 2340
1998	Decreto 93
2001	Decreto 2015
2003	Ley 812
2004	Decreto 4002
2011	Decreto 4147
2012	Ley 1523
2013	Decreto 2672
2013	Decreto 1974
2014	Decreto 1807
2015	Decreto 1077

Fuente: NGRD1-Colombia

- **Ley 46 de 1988**, que “*Crea el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres (SNPAD)*”, el cual fue organizado por el Decreto 919 de 1989. Esta norma considera que los Planes de Desarrollo de todas las entidades territoriales deben incorporar el componente de prevención de desastres y los Comités para la Prevención y Atención de Desastres, tanto el nacional, como los regionales y locales (CREPAD y CLOPAD), deben elaborar los respectivos Planes de Contingencia para la atención adecuada y oportuna de las emergencias y desastres.
- Directiva Presidencial No.33 de 1991: “*Responsabilidades de los organismos y entidades del sector público en el desarrollo y operación del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres*”.
- Ley 99 de 1993, Artículo 17. Según la cual, el IDEAM es un establecimiento público de carácter nacional adscrito al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con autonomía administrativa, personería jurídica y patrimonio independiente, encargado del levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país, así como de establecer las bases técnicas

¹ NGRD: *Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.*

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de la planificación y el ordenamiento del territorio.

- Documento CONPES 2834 de 1996 “Política de Bosques”. Establece la necesidad de formular y poner en marcha el *“Programa Nacional para la Prevención, Control y Extinción de Incendios Forestales y rehabilitación de áreas afectadas”*, el cual debe articularse al Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y operar dentro del Sistema Nacional Ambiental y el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.
- Decreto 2340 de 1997. El cual creó las Comisiones Asesoras para la prevención y mitigación de Incendios Forestales en el nivel nacional, regional y local, asignándoles funciones y responsabilidades.
- Decreto 93 de 1998. Mediante el cual se adoptó el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres con el objeto de *“Orientar las acciones del Estado y de la sociedad civil para la prevención y mitigación de riesgos, los preparativos para la atención y recuperación en caso de desastre, contribuyendo a reducir el riesgo y al desarrollo sostenible de las comunidades vulnerables ante los eventos naturales y antrópicos.”*
- Documento CONPES 3125 de 2001. Plan Nacional de Desarrollo Forestal. Aprobado por el Consejo Nacional Ambiental en el 2000, estableció el Subprograma *“Protección en Incendios Forestales”*, determinando que deben formularse planes de contingencia regionales y municipales contra incendios forestales; la consolidación de la Red Nacional de los Centros Regionales de Respuesta Inmediata; y el Desarrollo e implementación de mecanismos y sistemas de detección y monitoreo de Incendios Forestales.
- Ley 1523 de abril de 2012. *“Por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”*, en su Artículo 1º, define el alcance de la gestión del riesgo de desastres como *“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 de riesgos 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. Parágrafo 1º. La gestión del riesgo se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo”*

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población. Parágrafo 2°. Para todos los efectos legales, la gestión del riesgo incorpora lo que hasta ahora se ha denominado en normas anteriores prevención, atención y recuperación de desastres, manejo de emergencias y reducción de riesgos”. Adicionalmente en su Artículo 21, establece las funciones del Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo, del cual forma parte el IDEAM, entre las cuales se cuenta: 2. “Orientar la identificación de escenarios de riesgo en sus diferentes factores entendiéndose: Amenazas, Vulnerabilidad, exposición de personas y bienes”. 6. “Asesorar el diseño de procesos de conocimiento del riesgo como componente del sistema nacional”.

- Decreto 1807 del 19 de septiembre del año 2014, “Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones”.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Realizar la caracterización general del Suelo urbano necesaria para dar cumplimiento al desarrollo metodológico de los estudios de amenaza por movimientos en masa, inundación y avenidas torrenciales.

1.2.1.1. Objetivos Específicos

- Identificar el marco normativo para la elaboración de estudios de gestión del riesgo.
- Elaborar los estudios básicos de zonificación según las escalas de trabajo estipuladas en el Decreto 1807 de 2014 (Compilado en el Decreto 1077 de 2014).
- Obtener las imágenes satelitales SENTINEL y ALOS PALSAR con cubrimiento total del Suelo urbano.
- Construir los insumos para las coberturas del suelo a partir del procesamiento de imágenes satelitales.
- Construir los insumos necesarios para la geología urbana a escala 1:2000 según especificaciones del Decreto 1807 del 2014 (Compilado en el Decreto 1077 de 2014).
- Describir las diferentes formaciones aflorantes del Suelo urbano principal y los depósitos que allí se desarrollan.
- Construir los insumos para la obtención de pendientes a partir del modelo digital de elevación.



1.3. ALCANCE DEL ESTUDIO

A través de los años Colombia se convirtió en un país pionero en América Latina frente al desarrollo de una visión integral del tratamiento de riesgos y desastres permitiendo una disminución de la pérdida de vidas; sin embargo, los daños a la propiedad privada, la infraestructura y los medios de subsistencia siguen aumentando y evidencian que los desastres no son eventos independientes de la naturaleza sino el resultado de la inadecuada planificación del territorio y la ausencia en la incorporación de la dinámica de los fenómenos naturales dentro del mismo. Ante esta perspectiva es fundamental desarrollar enfoques que incorporen en el ordenamiento territorial las restricciones y las potencialidades que puede presentar un territorio, teniendo en cuenta las limitantes que generen las amenazas naturales; donde se controle el uso del suelo ante las presiones por la expansión urbana y demás dinámicas derivadas de la necesidad de la población de satisfacer sus necesidades (GFDRR & Banco Mundial, 2012).

En la actualidad, la distribución del nivel de exposición indica que en Colombia el 36% del territorio está en situación de amenaza sísmica alta, el 28% en alto potencial de inundación y el 8% en amenaza alta por movimientos en masa, lo cual demuestra la alta susceptibilidad que presentan los asentamientos humanos en el país (GFDRR & Banco Mundial, 2012). Estos riesgos se incrementan con las inadecuadas prácticas antrópicas y asentamientos localizados en zonas peligrosas, inseguras o con susceptibilidad de amenazas naturales de las zonas montañosas o de ladera, que en la mayoría de los casos se presenta con población en condiciones de pobreza o desplazamiento forzados.

Debido a lo anterior, y considerando la variabilidad en el estado del tiempo, marcada por los fenómenos naturales como la “Niña y el Niño”, la gestión del riesgo es una prioridad en los municipios colombianos. La prevención de los desastres naturales asociados a movimientos en masa inicia desde el reconocimiento de las características del terreno que determinan la susceptibilidad del mismo, la evaluación de unos detonantes, y la aplicación un método de análisis que permita integrar las variables anteriores y determinar las áreas de amenaza del territorio. Con base en dichos resultados, se procede a la incorporación de estos dentro del proceso de toma de decisiones en el ordenamiento territorial.



1.3.1. Escala de Trabajo

Para la determinación de la escala de trabajo, según lo mencionado en el Decreto 1807 de 2014 (Compilado en el Decreto 1077 de 2014), y de conformidad con las clases del suelo establecidas en la Ley 388 de 1997, los estudios se deben elaborar siguiendo las siguientes escalas (**Ver Tabla 2**).

Tabla 2. Escalas de trabajo Estudios de Amenazas

Escala de Trabajo Estudios de Amenaza		
Tipo de Estudio	Clase de Suelo	Escala
Estudio Básico	Urbano	1:5.000
	Expansión Urbana	1:5.000
	Rural	1:25.000
Estudio Detallado	Urbano	1:2.000
	Expansión Urbana	1:2.000
	Rural Suburbano	1:5.000

Fuente: (Decreto 1807, 2014)

De esta manera, “los municipios o distritos con centros poblados rurales que por su alto grado de exposición a la ocurrencia de fenómenos naturales han sido afectados o tienen la posibilidad de ser afectados deben adelantar los estudios básicos como mínimo a escala 1:5.000.”²

1.4. CARACTERIZACIÓN GENERAL

1.4.1. Área de estudio

El Municipio de Cajicá tiene una extensión de 5.125,63 Ha de las cuales 286,17 Ha hacen referencia al suelo urbano principal, adicionalmente, este, cuenta con una segunda zona urbana

² Artículo 5° (Parágrafo 2°). Decreto 1807, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 19 de septiembre de 2014.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

de menor área conocida como , Capellanía la cual cuenta con 50,66 Ha, y tres zonas designadas como perímetro de expansión urbana (El Pomar, Los Angulo y Granjitas Sur), presentando las siguientes áreas El Pomar con 107,17 Ha, Los Angulo con 10,93 Ha y Granjitas Sur con 12,55 Ha, así mismo, el municipio clasifica 16 zonas como centros poblados denominados de la siguiente manera: Barro Blanco con 0,92 Ha, Camino Los Vargas con 22,03 Ha, La florida con 10.82 Ha, Los Pasos con 4,90 Ha, Prado con 3,38 Ha, Canelón con 9,51 Ha, La Palma con 8,17 Ha, Aguanica con 3,73 Ha, Los León con 1,80 Ha, Los Serenos con 8,35 Ha, Pablo Herrera con 3,12 Ha, Santa Inés con 12,87 Ha, El Misterio con 3,73 Ha, La Esperanza con 2,55 Ha, rincón Santo con 27,56 Ha y Calahorra con 0,96 Ha. **(Ilustración 1)**

El Municipio de Cajicá se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca, formando parte de la provincia de Sabana Centro, a 17 km del norte de Bogotá, en la vía que conduce a Zipaquirá. Limita al norte con el municipio de Zipaquirá, al sur con Chía, al oriente con Sopo y al occidente con el municipio de Tabio.

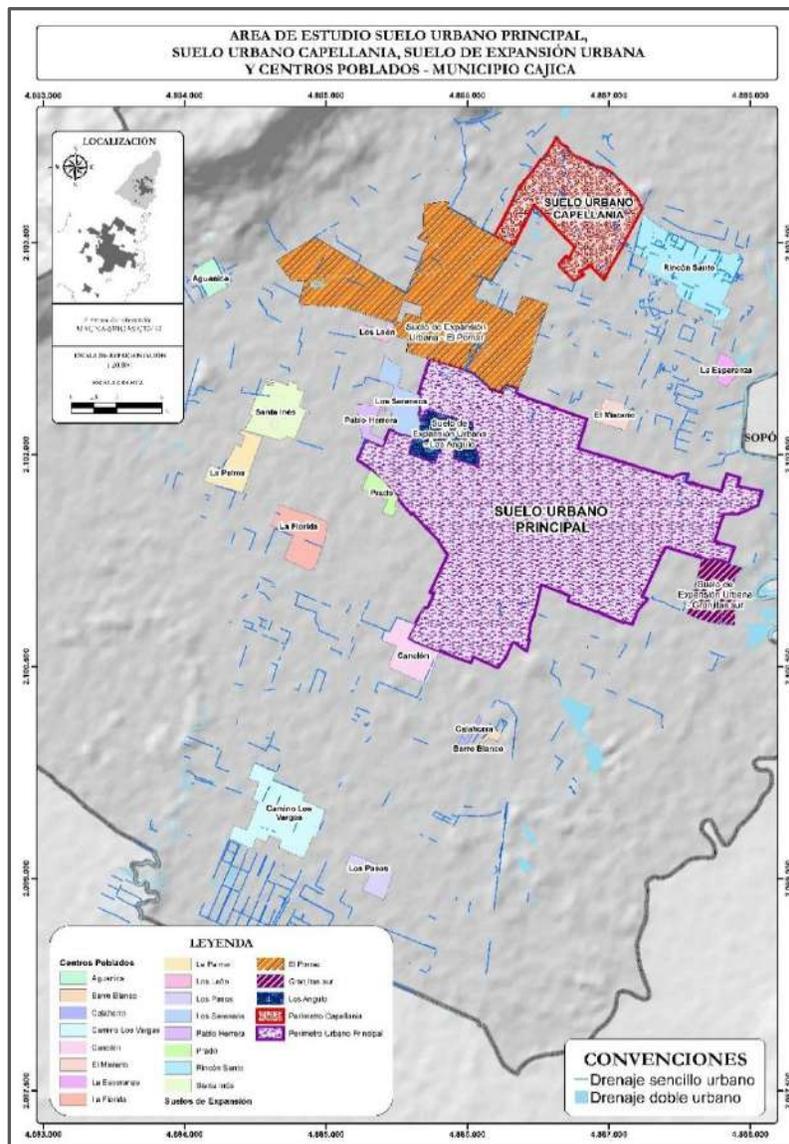


Ilustración 1. Suelo urbano principal, Suelo urbano Capellanía, Suelo de expansión urbana y Centros poblados.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2018)

1.4.2. Metodología para la captura de imágenes de alta resolución

El equipo utilizado para realizar la captura de las imágenes en alta resolución, requeridas para adelantar el proceso de zonificación de amenazas naturales, se denomina Phantom Professional



4, el cual es un vehículo aéreo no tripulado tipo “Drone Quacopter” que permite realizar capturas desde 400 metros de altura y a 2 km de distancia de donde se encuentra el operador.

El equipo opera impulsado por 4 motores de la marca T-MOTOR. El modelo del motor es MT 3506 de 650 Kv. Para este modelo de cuadricóptero se adaptan hélices de 12 pulgadas con un paso de pala de 4,7 grados y alimentado por 16,8 voltios obteniendo un rendimiento óptimo de peso/potencia; por otro lado, para impulsar los motores se usa una batería LIPO de 4 celdas con un voltaje máximo de 18 voltios y una capacidad de 5000 MAh.

El Phantom 4 representa la generación de cuadricópteros de DJI. Está equipado para capturar vídeo 4K/HD y transmitir señal de vídeo en HD desde el primer momento. La cámara integrada tiene un Gimbal incorporado para maximizar la estabilidad, con un peso y tamaño mínimos. Incluso cuando no hay señal GPS disponible, el sistema de posicionamiento visual permite a la aeronave volar en modo estacionario con precisión.

1.4.2.1. Cámara

Tabla 3. Características técnicas Cámara Drone Phantom 4 professional

Características Técnicas Cámara Drone Phantom 4 Professional	
Característica	Descripción
Sensor Sony EXMOR 1/2.3”	Sensor de video fabricado por Sony, hace parte de la familia EXMOR; Existe la versión R, que lleva el CMOS retroiluminado y la versión RS, tecnológicamente mucho más avanzado, ya que va montado por capas, y esto hace que su tamaño sea mucho más pequeño.
Lente: FOV 94° (20 mm)	$\frac{f}{2.8}$ es la relación focal de la cámara del Phantom 3 y expresa la apertura máxima del objetivo respecto a su distancia focal, que en nuestro caso es un 20mm (Gran Angular), que equivale a un 35mm a formato Full Frame
ISO Range: 100-3200 (Video), 100-1600 (Photo)	Pues sencillamente el rango de ISO que podemos ponerle a la cámara, tanto en video como en foto. Básicamente podríamos decir que, a mayor ISO, más luz le entra al sensor, pero también genera más ruido, sobre todo en las zonas oscuras de la imagen. Una frase que resume perfectamente el ISO es: “La mayor calidad de imagen

Características Técnicas Cámara Drone Phantom 4 Professional	
Característica	Descripción
	con una cámara digital se obtendrá usándola a su menor sensibilidad ISO equivalente”.
Shutter Speed 8s-1/8000 s	Hace referencia a la velocidad de apertura del obturador, el cual es una cortinilla que se abre en el momento de disparar y limita el tiempo que la luz penetra en la cámara y llega al sensor. El tiempo que la luz está alcanzando el sensor digital es lo que se llama tiempo de exposición. En resumen: a menor luz, mayor tiempo de exposición y con mucha luz menor tiempo de exposición.
Tamaño de la Imagen	4000 X 3000 megapíxeles
Compatibilidad de Memorias	Micro SD, capacidad máxima de 64 Gb; Clase 10 o UHS-1
Formato de Archivos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ FAT32/exFAT ✓ Foto:JPEG, DNG ✓ Video: MP4, MOV (MPEG-4; AVC/H.264)



Ilustración 2. Cámara Drone Phantom 4 profesional

1.4.2.2. Gimbal

El Gimbal de 3 ejes proporciona una plataforma estable para la cámara acoplada, lo que permite capturar imágenes y videos estabilizados; Este elemento permite realizar capturas de hasta 120°,

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

el manejo del Gimbal se realiza de forma manual y debe ser realizado por quien se encuentre operando el equipo.

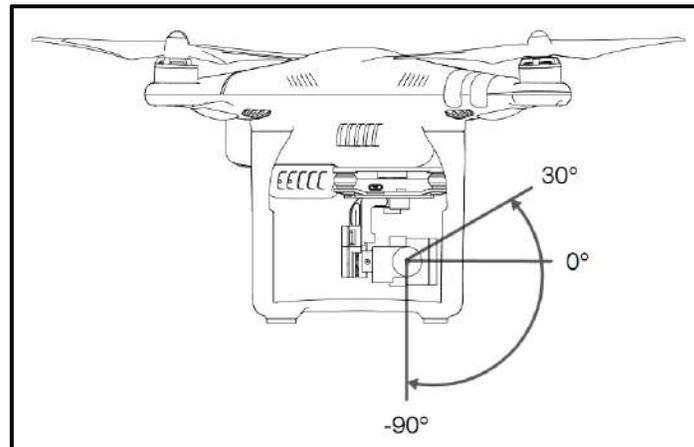


Ilustración 3. Ángulos de captura Gimbal, Phantom 4 Professional

Además, vale la pena mencionar que existe un elemento adicional denominado “Kit Anticaída” cuya principal función es la de mantener el Gimbal y la Cámara unidos a la aeronave.

1.4.2.3. Escala cartográfica y fotográfica

Para calcular la escala se necesitan dos cosas, la distancia focal y la altura de vuelo, para garantizar una buena resolución espacial para los vuelos realizados en el Suelo urbano principal se implementará una altura promedio de 120 metros.

$Ef = \text{Escala Fotografica}$

$f = \text{Distancia Focal} = 20 \text{ mm}$

$H = \text{Altura de Vuelo (promedio)} = 120 \text{ mt}$

$$\frac{1}{Ef} = \frac{f}{H}$$

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

$$Ef = \frac{H}{f}$$

$$Ef = \frac{65 \text{ mt}}{20 \text{ mm}} = \frac{120 \text{ mt}}{0,02 \text{ mt}} = 6000$$

Se procede a calcular la escala cartográfica, la cual se espera que no sea menor a la escala 1:2000 mencionada en el Decreto 1807 de 2.014 como escala básica para realizar la evaluación de amenaza para los diferentes fenómenos de estudio.

$$Ef = \text{Escala Fotografica} = 6000$$

$$k = \text{Constante de valor medio (entre 150 – 350)} = 200$$

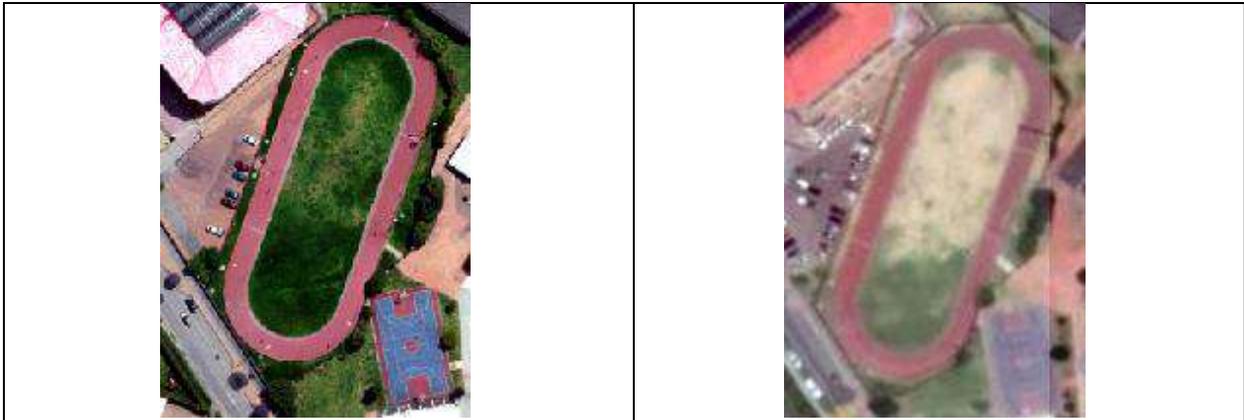
$$EC = \text{Escala Cartografica}$$

$$Ef = k * \sqrt{EC}$$

Tabla 4. Comparación según escalas fotográficas

Comparacion Según escala Cartografica	
Drone Phantom 4 Professional (2021)	Satelite CNES ³ /Astrium (2018)
	

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	



Fuente: Izquierda Drone Phantom 4 Professional (2018), Derecha Satélite Astrium/CNES.

$$EC = \left(\frac{Ef}{k}\right)^2$$

$$EC = \left(\frac{Ef}{k}\right)^2 = \left(\frac{6000}{200}\right)^2 = 900$$

De esta manera es posible observar que los estándares de calidad cartográfica manejados para la adquisición de las imágenes de alta resolución del Suelo urbano principal, implementadas en el estudio de amenazas naturales, están por encima de los requeridos en el Decreto 1807 de 2.014 y 1077 de 2.015 permitiendo la generación de insumos a escala 1:300.

Es necesario resaltar que a pesar de contar con imágenes con resolución cartográfica a escala 1:200 (Alta Resolución) la precisión espacial tiene asociado un desplazamiento de aproximadamente 1 a 2 metros en planimetría y de 3 a 4 metros en altimetría, este error se asocia a los movimientos involuntarios del equipo en el momento de la captura de la fotografía, a los cambios de altura presentada por las diferentes condiciones ambientales y demás fenómenos medioambientales, dichos desplazamientos no impiden el uso de las imágenes adquiridas para los estudios básicos que hace mención el Decreto 1807 de 2014 y 1077 de 2015, sin embargo, para estudios a nivel de detalle será necesario disminuir dicho desplazamiento, por lo tanto se realizara la georreferenciación del ortomosaico generado por las imágenes capturadas con el Drone a partir de un levantamiento topográfico con equipos especializados.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

1.4.2.3.1. Ortofotomosaico

La realización del ortofotomosaico se obtiene a partir del procesamiento de las imágenes obtenidas por el Drone en un software fotogramétrico profesional, en el cual se llevan a cabo los procesos de ubicación (**Ilustración 4**), calibración y proyección de cámaras (**Ilustración 5**), generando productos tales como nube densa de puntos, modelo digital de elevación y finalmente el ortofotomosaico.

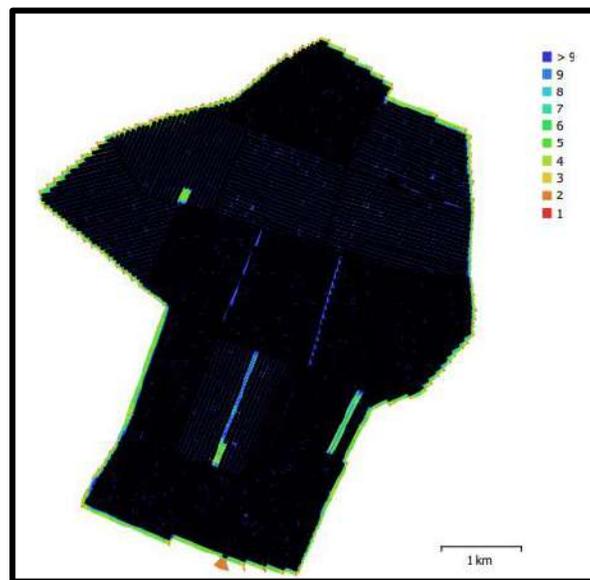


Ilustración 4. Ubicación de la cámara para las imágenes capturadas y traslape para generar el Ortofotomosaico

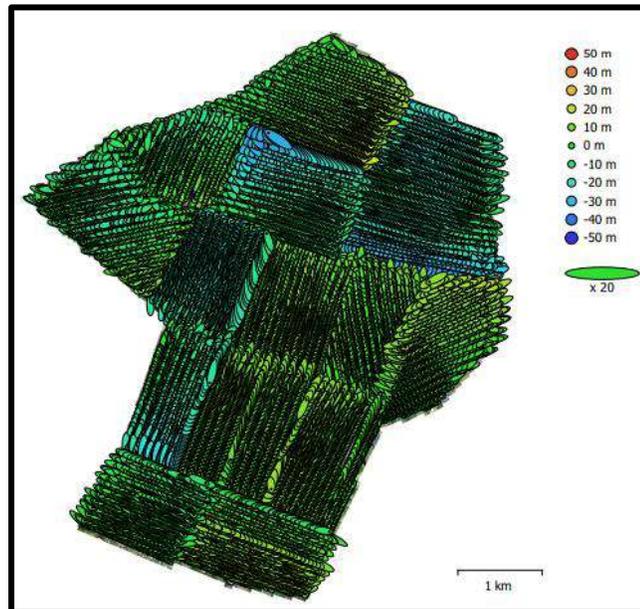


Ilustración 5. Ubicación de la cámara para las imágenes capturadas y altura promedio.
Fuente: Agisoft Photoscan

A partir de la recolección de todos los insumos anteriormente nombrados y descritos, se procede a realizar el cruce de la información para la generación del insumo base Ortofotografía del Suelo urbano principal. **(Ilustración 6)**



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA
INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL
RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ -
CUNDINAMARCA

ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ

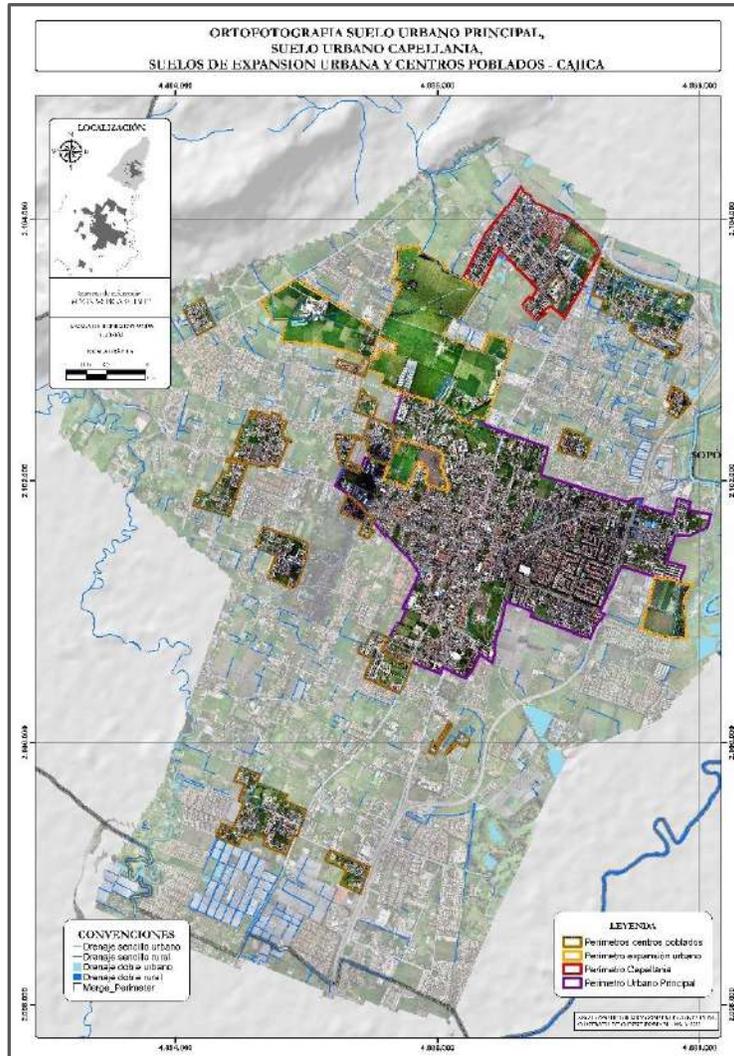


Ilustración 6. Ortofoto Suelo urbano principal, Suelo urbano capellanía, Suelos de expansión urbana y centros poblados.

Fuente: Agisoft Photoscan



1.4.3 Relieve

1.4.3.1. Modelo digital de elevación

Los modelos digitales de terreno son la representación de la superficie terrestre, estos constituyen la base para múltiples aplicaciones en las ciencias de la tierra, ambientales e ingeniería. (Weibel & Heller, 1991)

El modelo se define como un conjunto de capas (Raster) que representan las características físicas de la superficie, derivadas de las elevaciones tomadas del modelo digital de superficie, el cual representa la superficie con el conjunto de elementos inherentes a él, como lo son los árboles, construcciones civiles, y las diferentes transformaciones antrópicas y naturales que no representan el terreno en sí. (Weibel & Heller, 1991)

El modelo digital de terreno se basa en la fórmula:

$$z=f(x,y)$$

Por lo que se define en función de un campo continuo, debido a la imposibilidad de la resolución de la ecuación se hace necesario la definición de elementos discretos que permiten su codificación, entre ellos los más comunes son Curvas de Nivel, Red Irregular de Triángulos (TIN) y los formatos Raster (Weibel & Heller, 1991). Las Curvas de Nivel, se definen como las líneas sucesivas que tienen una relación contigua en función de la relación de la variable z, estas están cada cierto intervalo dependiendo la escala de trabajo. El TIN se define a partir de un conjunto de puntos los cuales representan elevaciones conocidas, y a partir de la formación de tripletas se hace una triangulación de coordenadas que permite la estimación de elevaciones relativas a partir de estas coordenadas conocidas. Y por último el formato raster, que es la representación del espacio continua a partir de una matriz, esta se genera de diferentes formas y métodos.

Para el presente proyecto se produce una modelo digital de terreno en formato raster, siguiendo las siguientes etapas: **(Ver Diagrama 1)**



Diagrama 1. Metodología para la obtención del modelo digital de elevación zonas urbanas.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2018).

Es importante resaltar que el modelo digital de terreno se ajusta con base en las estaciones permanentes de la red geodésica magna sirgas y se hace un ajuste con efemérides precisas para obtener errores menores a 15 cm en el modelo digital de terreno, teniendo como base las coordenadas conocidas de dichas estaciones. Este procesamiento se hace bajo el software CGO Data de la empresa CHC. Las coordenadas resultadas tienen un sistema de referencia de CTM12, con origen $X = 2.000.000$ y $Y = 4.000.000$. **(Ilustración 7)**

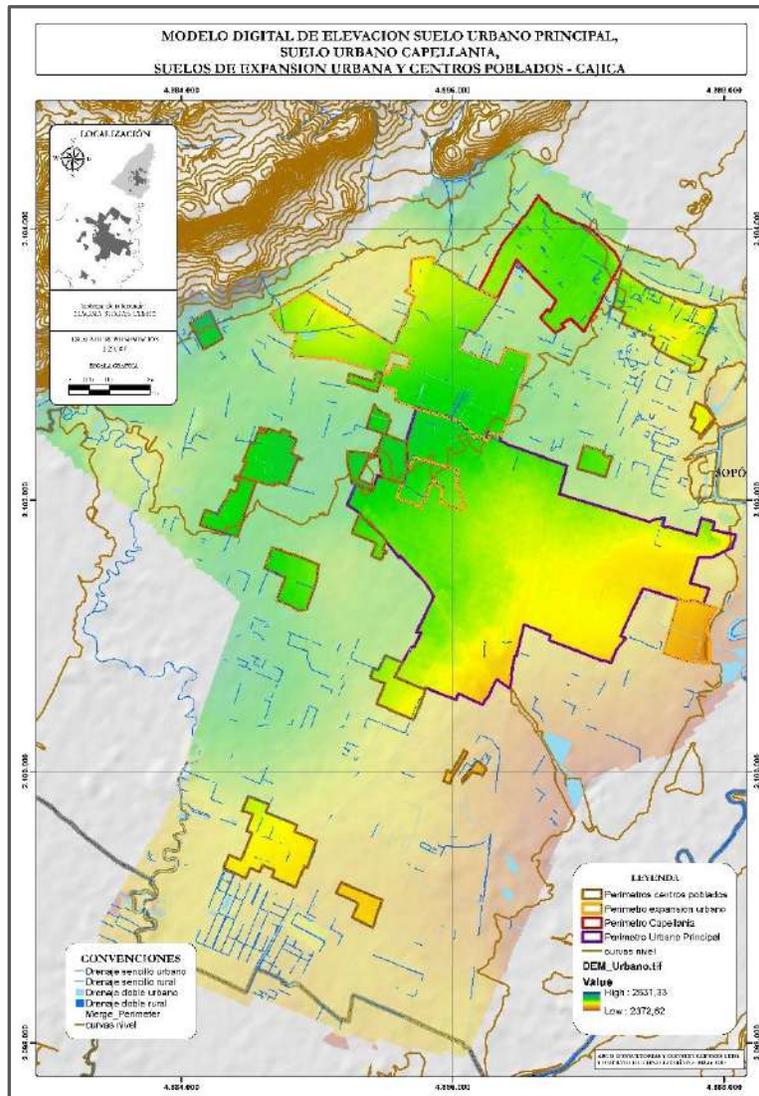


Ilustración 7. Modelo digital de elevación, Suelo urbano principal, Suelo urbano capellanía, Suelos de expansión urbana y Centros poblados.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2018).

1.4.3.2. Pendientes del suelo

El mapa de pendientes se calcula a partir de las relaciones porcentuales o graduales entre las unidades mínimas de la imagen (pixel), este proceso se realiza a partir de un software GIS que permite el cálculo automático y la generación del producto. (Ilustración 8)



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA

ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS

CAJICÁ

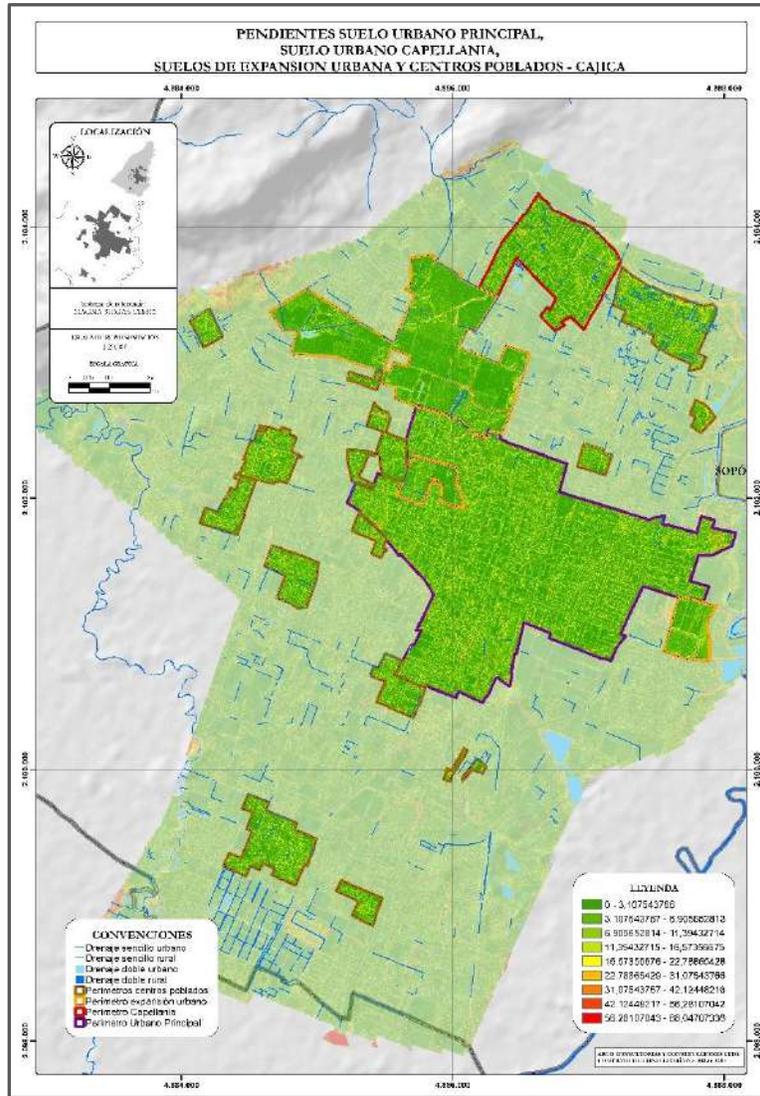


Ilustración 8. Pendientes Suelo urbano principal, Suelo urbano capellanía, Suelos de expansión urbana y Centros poblados.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2018).

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

1.4.4. Hidrología

En el presente apartado se realiza la descripción de los pasos (**Diagrama 2**) que se siguieron para la generación de la capa de cuerpos de agua presentes en la zona urbana principal, la zona urbana Capellanía, las zonas de expansión y centros poblados de municipio de Cajicá en Cundinamarca.

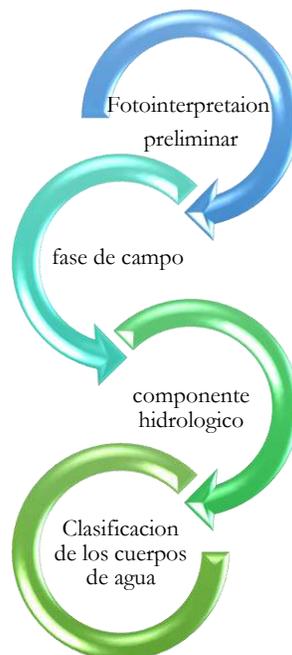


Diagrama 2. Proceso para la generación de la capa de cuerpos de agua en las zonas urbana del municipio de Cajicá – Cundinamarca.

Fuente. ARCO C&C, 2021.

1.4.4.1. Fotointerpretación preliminar

Una vez se cuenta con el Ortofotomosaico que abarca la zona urbana principal, zona urbana de Capellanía, zonas de expansión urbana y centros poblados del municipio de Cajicá (Cundinamarca), se procede a realizar el proceso de digitalización de cuerpos de los cuerpos de agua por medio de fotointerpretación, la cual se realizó a escala 1:300, aunque este insumo se genera a 1:2000, sin embargo, se foto interpretó a mayor escala para dar mejor precisión al proceso; para dicho proceso fueron utilizados diferentes insumos. (**Ver Diagrama 3**)

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

En un principio se realizó una búsqueda de todos los cuerpos de agua que se podían identificar por su fácil visibilidad en la ortofoto, teniendo en cuanto el lineamiento de que todos los cuerpos de agua que midieran menos de 1 metro de ancho serían cuerpos de agua sencillos, así como los midieran 1 metro o más de ancho serían cuerpos de agua dobles; posterior a ello, se procedió a buscar los cuerpos de agua que, aunque no eran fácil de ver, contaban con características propias de las coberturas acuáticas (**Ilustración 9**), dichas características fueron principalmente: identificación de bosques de galería (los cuales por su densidad dificultan la visibilidad de los cuerpos de agua en la ortofoto, no obstante, se conoce que dicho tipo de bosque se presenta a los costados de los cuerpos de agua), secciones lineales presentes en la zona de andenes o rodeando las manzanas de las zonas urbanas (estos se verificaron por medio de la diferencia de alturas que presentaba el modelo digital de elevación -DEM-), identificación de coberturas como mosaicos de cultivos o cultivos confinados (puesto que se conoce que en la mayoría de estas coberturas existen cuerpos de agua rodeando los cultivos) y la identificación de zonas de recreación (ya que en dichas zonas generalmente existen cuerpos de agua artificiales con fines decorativos o para el mismo servicio de recreación).

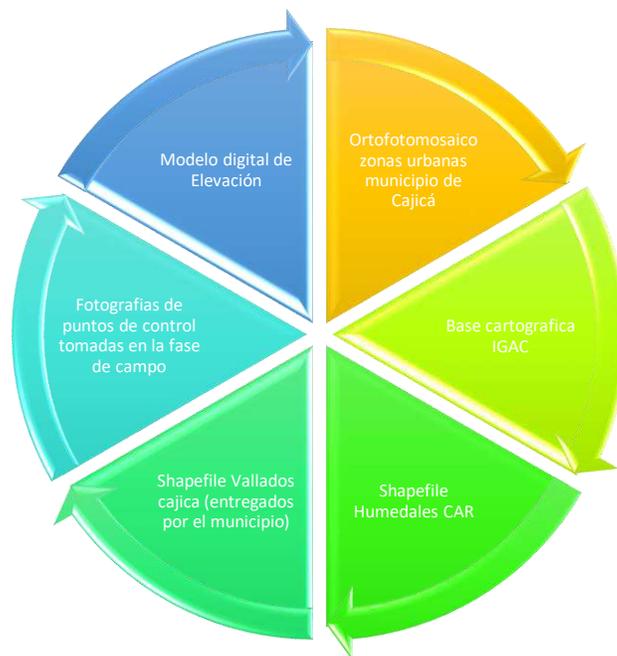


Diagrama 3. Insumos utilizados en el proceso de digitalización de cuerpos de agua por medio de fotointerpretación.

Fuente. ARCO C&C,2021.

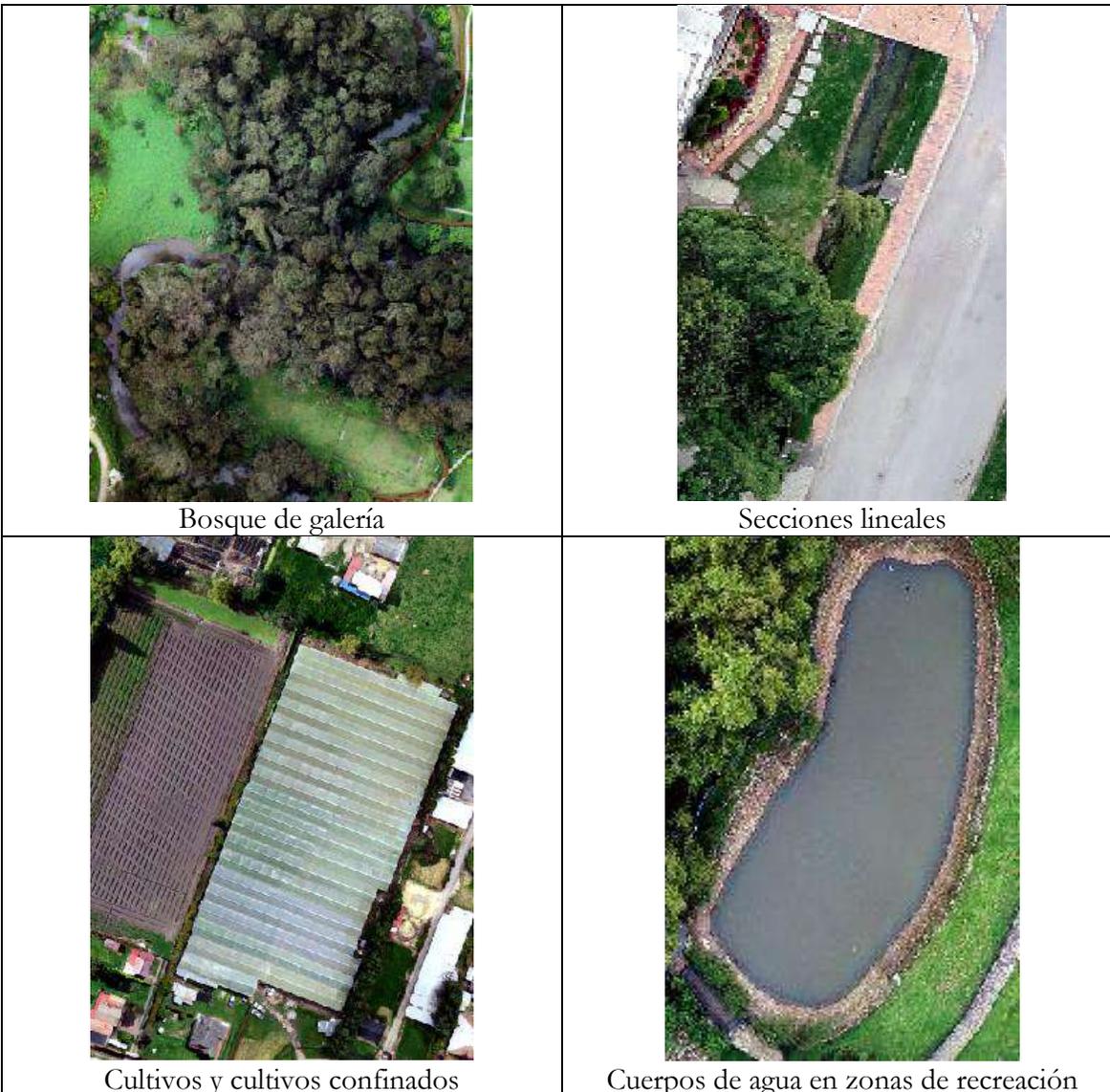


Ilustración 9. Características para la identificación de cuerpos de agua.

Fuente. ARCO C&C, 2021.

Una vez se realiza la fotointerpretación preliminar, se generan algunos puntos que son necesarios verificar, dicha verificación se realiza en la fase de campo. **(Ilustración 15).**

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

1.4.4.2. Fase de campo

Se realiza una visita de campo al municipio de Cajicá, teniendo como actividad principal levantamientos topográficos de la zona urbana del municipio, de este modo, el “Levantamiento de puntos topobatimétricos con GNSS para procesos de modelación hidráulica”. Esta actividad permite la rectificación de la red de drenaje identificada por medio de fointerpretación; siendo esta empleada con posteridad para modelación hidráulica de riesgo y amenaza; la metodología para dicha salida se puede observar en el **Diagrama 4**

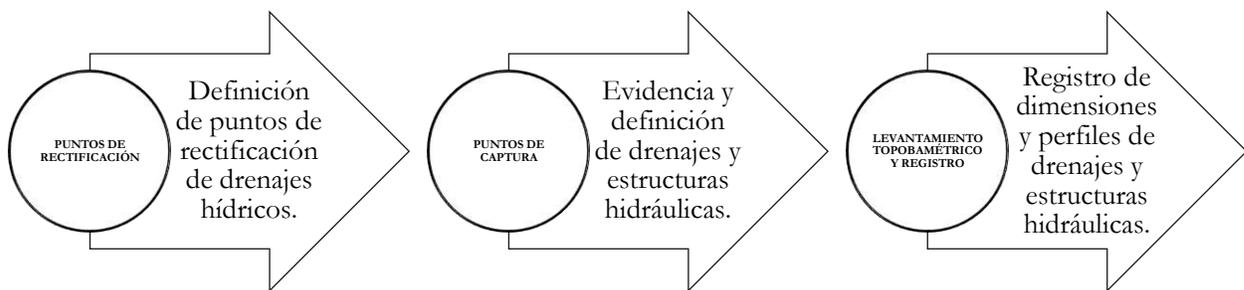


Diagrama 4. Metodología Desarrollada.

Fuente: RMS Geospacial, Pág Web, (2021).

a) Especificaciones

➤ Lugar:

La empresa Arco Consultorías y Construcciones LTDA. fue contratada por la alcaldía de Cajicá con la finalidad de actualizar el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) y los Planes de Gestión de Riesgo (PGR) del municipio. Partiendo de esto, se realiza la salida de campo teniendo como objetivo la recolección de datos en campo para los estudios y apartados de riesgo y amenaza en el municipio.

➤ Tiempo programado:

Se diagrama un plan de desarrollo de obra, con la finalidad de cumplir las actividades de trabajo requeridas en 4 días, destinando 2 días para el “Levantamiento de puntos topobatimétricos con GNSS para procesos de modelación hidráulica”.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

➤ **Actividades:**

El Levantamiento de puntos topobatimétricos con GNSS para procesos de modelación hidráulica, se subdividirá en dos actividades, con la finalidad de optimizar tiempos y equipos de trabajo:

1. Reconocimiento de drenajes y estructuras hidráulicas.
2. Levantamiento de puntos topobatimétricos y registro de estructuras hidráulicas.

➤ **Talento Humano:**

Se estipulan tres grupos de trabajo compuestos por dos personas cada uno, de este modo el primer grupo de trabajo desempeñará la primera actividad, la cual es prerequisite para el desarrollo de la segunda actividad; los dos grupos restantes desarrollan esta.

➤ **Equipos y Maquinaria:**

- ✓ Sistema Base y Rover GNSS RTK ;80:

También conocidas como antenas GNSS Rover, permiten el registro de datos de geolocalización (altitud) de diferentes lugares por medio de una conexión satelital, este registro se almacena para posteriormente su tratamiento, el funcionamiento se especificará más adelante.



Ilustración 10. Referencia de Antenas GNSS Rover empleados.

Fuente: RMS Geospacial, Pág Web, (2021).

- ✓ Cámara con Geolocalización/GPS:

 <p>ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA</p>		 <p>ARCO C & C</p>
	<p>ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS</p>	

Por medio de localización GPS, se tomará registro fotográfico de los diferentes puntos y zonas destinadas a ambos levantamientos, esto en caso de que se requiera revisión al momento de la manipulación de datos.



Ilustración 11. Referencia de GPS empleados.

Fuente: SYNERGY Supplies, Pág Web, (2021).

- ✓ Trípode para bastón de topografía y bastones:

Estas herramientas son específicas para realizar los levantamientos por medio de las antenas GNSS Rover, permiten así la toma y el registro de los puntos necesarios a levantar.



Ilustración 12. Referencia de Trípode para bastón y bastones.

Fuente: RMS Geospacial, Pág Web, (2021).

- ✓ Herramientas Básicas:

Se utilizarán herramientas básicas como lo son cintas métricas, decámetros, martillos, lata de pintura en aerosol, palos de escoba con mediciones, entre otros.

 <p>ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA</p>		 <p>ARCO C & C</p>
	<p>ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS</p>	



Ilustración 13. Referencia de herramientas básicas empleados.

Fuente: Easy, Pág Web, (2021).

✓ Formatos de estructuras hidráulicas:

En el desarrollo de la salida de campo, se establecen formatos los cuales se deberán llenar con forme se reconozcan estructuras hidráulicas y los drenajes, esto con el fin de tener un registro de lo existente en las redes hídricas.



Ilustración 14. Formato estructuras hidráulicas.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).

b) Puntos de rectificación

Como primera instancia, partiendo del insumo final de las redes hidráulicas reconocidas por medio de procesos de fotointerpretación, se realiza una depuración definiendo puntos en los drenajes en los cuales existan dudas de existencia y estructura, de este modo, se definen 209 puntos de rectificación (Ver **Tabla 5**).

Tabla 5. Puntos de rectificación de Drenajes.

PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
1	P24 - F	-74,028776	4,899871
2	P 24 - G: CONTINUIDAD	-74,029386	4,898652
3	P12 - E	-74,026055	4,895313
4	P24 - H	-74,030339	4,899086
5	P24 - I	-74,030205	4,897943
6	P24 -J	-74,026929	4,899315
7	P24 - K	-74,027298	4,897695
8	P 24 -L	-74,027876	4,896696
9	P16 - B: CONTINUIDAD/CANALIZACIÓN	-74,035184	4,890701
10	P12: INSPECCIÓN	-74,033272	4,891757



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA
INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL
RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ -
CUNDINAMARCA

ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ



PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
11	P12 - A	-74,031964	4,897283
12	P 12 - B	-74,028779	4,895973
13	P16 - B	-74,03493	4,891184
14	P16 - C	-74,034673	4,891935
15	P16 - D	-74,034701	4,892643
16	P16 - E	-74,035892	4,89327
17	P 17 - FOTO	-74,036313	4,895419
18	P 16 - F	-74,037287	4,895006
19	P 18 - A	-74,035654	4,895825
20	P 18 - B	-74,034317	4,895137
21	P 18 - C	-74,035132	4,894456
22	P16 - C: CONTINUIDAD	-74,035718	4,889164
23	P17 -A	-74,048258	4,895982
24	P17 - B	-74,049497	4,892683
25	P17 - C: CONTINUIDAD	-74,047721	4,894545
26	P 17 - D: CONTINUIDAD	-74,049997	4,89623
27	P 18	-74,050873	4,895998
28	P17 - E	-74,047648	4,898712
29	P17 - F	-74,046687	4,90085
30	P1	-74,010421	4,914998
31	P2 - A	-74,011338	4,915192
32	P2 - B	-74,015668	4,916341
33	P2 - C	-74,012151	4,913014
34	P3 - B	-74,011021	4,91149
35	P3 - A	-74,016912	4,913083
36	P2 - D	-74,014241	4,913663
37	P3 - C	-74,016684	4,914338
38	P4 - A	-74,00898	4,921712
39	P4 - B	-74,00667	4,92098
40	P4 - C : CONTINUACION DEL DREANJE ADD CONTROL POINT	-74,009922	4,919012
41	P6 - A	-74,011483	4,909517
42	P6 - B	-74,012573	4,909508
43	P6 - C	-74,013037	4,908471
44	P6 - D	-74,012617	4,908271



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA
INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL
RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ -
CUNDINAMARCA



ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ

PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
45	P7 - A	-74,02518	4,91317
46	P7 - B: CANALIZACIÓN/CONTINUIDAD	-74,025665	4,911259
47	P7 - C	-74,026417	4,912783
48	P7 - D	-74,026836	4,911996
49	P8 - IDENTIFICACIÓN CUERPO LENTICO	-74,021435	4,905815
50	P10 -A	-74,03394	4,896015
51	P10 - B	-74,035324	4,896659
52	P11 - C	-74,037263	4,897466
53	P11 - D	-74,037557	4,899309
54	P11 - E	-74,036893	4,900519
55	P12 - C: CONTINUIDAD	-74,024972	4,894817
56	P13	-74,026181	4,890802
57	P 14 - A	-74,039029	4,890056
58	P14 - B	-74,037941	4,889292
59	P 15 - B	-74,041602	4,891051
60	P15 - C	-74,041777	4,891075
61	P15 - D	-74,039204	4,895708
62	P15 - E	-74,039027	4,895667
63	P 17 - G	-74,046547	4,902074
64	P17 - H	-74,045251	4,905899
65	P19 - A	-74,046994	4,891767
66	P19 - B	-74,047892	4,892173
67	P19 - C	-74,04879	4,892602
68	P19 - D	-74,046317	4,893141
69	P19 - E	-74,045739	4,892943
70	P19 - F	-74,044861	4,894953
71	P19 -G	-74,044225	4,892179
72	P15 - G	-74,04369	4,897743
73	P20 - A	-74,042664	4,900391
74	P20 - B	-74,040373	4,89957
75	P20 -C	-74,041793	4,900236
76	P20 - D	-74,038424	4,898761
77	P20 - E	-74,040561	4,897177
78	P20 - F	-74,041187	4,897999



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA
INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL
RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ -
CUNDINAMARCA



ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ

PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
79	P20 - G	-74,041742	4,89893
80	P20 - H	-74,039916	4,897461
81	P 20 - I	-74,039351	4,898436
82	P20 - J	-74,042608	4,898259
83	P20 - K	-74,038968	4,897695
84	P21 - A	-74,042179	4,902616
85	P21 - B	-74,041224	4,901161
86	P21 - C	-74,041669	4,90148
87	P21 - D	-74,041462	4,902064
88	P21 - E	-74,040793	4,902027
89	P22 - A	-74,038916	4,90063
90	P22 - B	-74,039245	4,899909
91	P22 - C	-74,040877	4,901494
92	P22 - D	-74,041523	4,900135
93	P22 - F	-74,036885	4,900915
94	P23 - A	-74,029194	4,90494
95	P23 - B	-74,029301	4,903537
96	P23 -C	-74,025509	4,905405
97	P23 -D	-74,026538	4,904019
98	P23 - E	-74,027974	4,903657
99	P23 - F	-74,028567	4,903997
100	P23 - G	-74,027624	4,905477
101	P24 -B	-74,028078	4,902073
102	P24 - A	-74,029795	4,902593
103	P24 -D	-74,026671	4,900481
104	P24 - E	-74,028546	4,900226
105	P24 - F	-74,027443	4,900875
106	P25- A	-74,018396	4,911518
107	P 25-B : CONTINUIDAD	-74,018887	4,910821
108	P26 - A	-74,04991	4,92475
109	P27 - B	-74,050664	4,926948
110	P27 - C	-74,05279	4,928704
111	P28 - A	-74,046681	4,935189
112	P28 - B	-74,044767	4,934869



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA
INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL
RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ -
CUNDINAMARCA



ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ

PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
113	P28 - C	-74,04531	4,932435
114	P28 - D	-74,042707	4,93396
115	P28 - E	-74,035655	4,938428
116	P29 - A	-74,039433	4,937205
117	P29 - B	-74,041024	4,936701
118	P28 - F	-74,040254	4,935365
119	P12 - C	-74,026492	4,895287
120	P12 - F	-74,027016	4,895608
121	P12 - G	-74,029241	4,89631
122	P12 - H	-74,031173	4,89704
123	P25 - A	-74,011252	4,927952
124	P25 - B	-74,011594	4,928231
125	P25 - C	-74,012215	4,926831
126	P25 - D	-74,012711	4,9279
127	P25 - C	-74,010229	4,931372
128	P25 - E	-74,015306	4,926242
129	P25 - F	-74,013645	4,925273
130	P25 - G	-74,015727	4,927372
131	P25 - H	-74,015593	4,928592
132	P24 - E: CUERPO DE AGUA LÉNTICO	-74,011601	4,923203
133	P25 - G	-74,011211	4,92569
134	P23 - J	-74,029607	4,904539
135	P23 - K	-74,029722	4,904576
136	P23 - H	-74,029165	4,905885
137	P23 - I	-74,02934	4,905971
138	P 23 - L: CONTINUIDAD	-74,028602	4,908082
139	P23 - M	-74,028772	4,907496
140	P8 -B	-74,024237	4,908642
141	P23 - N	-74,028471	4,907579
142	P24 - A	-74,022962	4,942721
143	P24 - B	-74,019094	4,942383
144	P24 - C	-74,016947	4,939623
145	P24 - D	-74,01903	4,935398
146	P24 - E	-74,020439	4,93306



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA
INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL
RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ -
CUNDINAMARCA



ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ

PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
147	P24 - F	-74,021716	4,933605
148	P24 - G	-74,021768	4,932707
149	P24 - I	-74,023882	4,932171
150	P28 - B	-74,018398	4,926122
151	P28 - A	-74,020286	4,924515
152	P28 - C	-74,018395	4,923943
153	P28 - D	-74,020296	4,926733
154	P24 - J	-74,028524	4,933923
155	P24 - K	-74,032122	4,933775
156	P24 - L	-74,034584	4,932779
157	P24 -L	-74,035888	4,933934
158	P24 -M	-74,033565	4,93014
159	P24 - N	-74,031174	4,928378
160	P24 - O	-74,027552	4,929631
161	P24 - Q	-74,024056	4,930589
162	P25 - A	-74,028362	4,922566
163	P25 - B	-74,031659	4,924238
164	P25 - C	-74,033389	4,924442
165	P25 - D	-74,035026	4,923356
166	P25 - E	-74,039138	4,925899
167	P25 - F	-74,040914	4,92714
168	P25 - G	-74,041666	4,924996
169	P25 - H	-74,043254	4,92406
170	P25 - L	-74,045271	4,924725
171	P25 - M	-74,047228	4,925143
172	P25 - I	-74,043038	4,921975
173	P25 - J	-74,042767	4,920342
174	P25 - K	-74,044752	4,920402
175	P25 - O	-74,043486	4,92283
176	P 25- R	-74,046916	4,921124
177	P25 - S	-74,043894	4,918493
178	P26 - A	-74,040116	4,918982
179	P26 - B	-74,042311	4,918252
180	P26 - C	-74,040925	4,917685



PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
181	P26 - D	-74,038375	4,915025
182	P26 - E	-74,037592	4,918086
183	P26 - F	-74,040137	4,916098
184	P26 - F	-74,041854	4,916032
185	P26 - G	-74,040553	4,914194
186	P26 - H	-74,042497	4,913341
187	P26 - I	-74,042535	4,91341
188	P26 - J	-74,0415	4,914367
189	P26 - K	-74,035751	4,914852
190	P27 - A	-74,038801	4,907151
191	P27 - B	-74,042267	4,91111
192	P27 - C	-74,042843	4,907525
193	P27 - D	-74,044275	4,905418
194	P27 - I	-74,038438	4,912338
195	P27 - J	-74,036737	4,908807
196	P27 - K	-74,035028	4,911637
197	P27 - L	-74,036165	4,907228
198	P27 - M	-74,03264	4,907162
199	P27 - N	-74,031076	4,908491
200	P27 - O	-74,032235	4,9116
201	P27 - Q	-74,032877	4,905242
202	P27 - R	-74,038201	4,904952
203	P29 - A	-74,011571	4,935291
204	P29 - B	-74,017219	4,937739
205	P29 - D	-74,016297	4,935659
206	P29 - E	-74,01451	4,934917
207	P29 - E	-74,012982	4,933599
208	P29 - F	-74,015058	4,93259
209	P29 - G	-74,018156	4,934499

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).

Los puntos de rectificación fueron nombrados de acuerdo a las redes de drenaje que se establecieron, de este modo, se enumeraron y definieron letras de acuerdo a continuación de un mismo cuerpo. Estos puntos de rectificación y su localización, (ver **Ilustración 15**) establecen la ruta que se deberá llevar a cabo por la zona urbana del municipio para la rectificación.

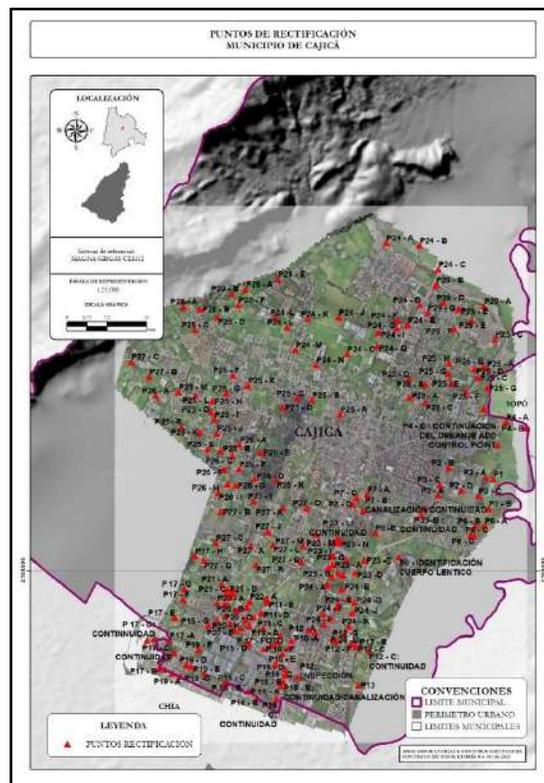


Ilustración 15. Puntos de rectificación de drenaje.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).

c) Puntos de captura

En esta fase, partiendo de la definición de los puntos de rectificación, se divide la actividad como se nombra con anterioridad. El primer grupo de trabajo (2 personas), se encargarán de realizar la captura de evidencia de cada punto por medio de registro fotográfico, este grupo recorrerá todos los puntos de rectificación en la zona urbana del municipio y definirá por criterio ingenieril, los drenajes en los cuales es necesario realizar un levantamiento topobamétrico y registro de dimensiones y perfiles tanto de drenajes como de estructuras hidráulicas.

De este modo, se realiza la captura de todos los puntos de rectificación, no obstante, se debe destacar que algunos de los puntos de rectificación se encuentran en propiedades privadas o zonas en las cuales el acceso a ellas es limitado, por otro lado, se anexaron puntos en los cuales se identificaron drenajes que en la red preliminar no se registraban. Finalmente, se definen los puntos de captura, haciendo referencia a todos aquellos puntos de rectificación que se lograron



verificar y obtener evidencia del punto. Se recopilaron de este modo 214 puntos de captura (ver **Tabla 6**).

Tabla 6. Puntos de captura de Drenajes.

PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
1	P24 - F	-74,028776	4,899871
2	P 24 - G: CONTINUIDAD	-74,029386	4,898652
3	P12 - E	-74,026055	4,895313
4	P24 - H	-74,030339	4,899086
5	P24 - I	-74,030205	4,897943
6	P24 - J	-74,026929	4,899315
7	P24 - K	-74,027298	4,897695
8	P 24 - L	-74,027876	4,896696
9	P16 - B: CONTINUIDAD/CANALIZACIÓN	-74,035184	4,890701
10	P12: IINSPECCIÓN	-74,033272	4,891757
11	P12 - A	-74,031964	4,897283
12	P 12 - B	-74,028779	4,895973
13	P16 - B	-74,03493	4,891184
14	P16 - C	-74,034673	4,891935
15	P16 - D	-74,034701	4,892643
16	P16 - E	-74,035892	4,89327
17	P 17 - FOTO	-74,036313	4,895419
18	P 16 - F	-74,037287	4,895006
19	P 18 - A	-74,035654	4,895825
20	P 18 - B	-74,034317	4,895137
21	P 18 - C	-74,035132	4,894456
22	P16 - C: CONTINUIDAD	-74,035718	4,889164
23	P17 -A	-74,048258	4,895982
24	P17 - B	-74,049497	4,892683
25	P17 - C: CONTINUIDAD	-74,047721	4,894545
26	P 17 - D: CONTINUIDAD	-74,049997	4,89623
27	P 18	-74,050873	4,895998
28	P17 - E	-74,047648	4,898712
29	P17 - F	-74,046687	4,90085
30	P1	-74,010421	4,914998



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA
INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL
RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ -
CUNDINAMARCA

ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ



PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
31	P2 - A	-74,011338	4,915192
32	P2 - B	-74,015668	4,916341
33	P2 - C	-74,012151	4,913014
34	P3 - B	-74,011021	4,91149
35	P3 - A	-74,016912	4,913083
36	P2 - D	-74,014241	4,913663
37	P3 - C	-74,016684	4,914338
38	P4 - A	-74,00898	4,921712
39	P4 - B	-74,00667	4,92098
40	P4 - C : CONTINUACION DEL DREANJE ADD CONTROL POINT	-74,009922	4,919012
41	P6 - A	-74,011483	4,909517
42	P6 - B	-74,012573	4,909508
43	P6 - C	-74,013037	4,908471
44	P6 - D	-74,012617	4,908271
45	P7 - A	-74,02518	4,91317
46	P7 - B: CANALIZACIÓN/CONTINUIDAD	-74,025665	4,911259
47	P7 - C	-74,026417	4,912783
48	P7 - D	-74,026836	4,911996
49	P8 - IDENTIFICACIÓN CUERPO LENTICO	-74,021435	4,905815
50	P10 - A	-74,03394	4,896015
51	P10 - B	-74,035324	4,896659
52	P11 - C	-74,037263	4,897466
53	P11 - D	-74,037557	4,899309
54	P11 - E	-74,036893	4,900519
55	P12 - C: CONTINUIDAD	-74,024972	4,894817
56	P13	-74,026181	4,890802
57	P 14 - A	-74,039029	4,890056
58	P14 - B	-74,037941	4,889292
59	P 15 - B	-74,041602	4,891051
60	P15 - C	-74,041777	4,891075
61	P15 - D	-74,039204	4,895708
62	P15 - E	-74,039027	4,895667
63	P 17 - G	-74,046547	4,902074
64	P17 - H	-74,045251	4,905899



PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
65	P19 - A	-74,046994	4,891767
66	P19 - B	-74,047892	4,892173
67	P19 - C	-74,04879	4,892602
68	P19 - D	-74,046317	4,893141
69	P19 - E	-74,045739	4,892943
70	P19 - F	-74,044861	4,894953
71	P19 -G	-74,044225	4,892179
72	P15 - G	-74,04369	4,897743
73	P20 - A	-74,042664	4,900391
74	P20 - B	-74,040373	4,89957
75	P20 -C	-74,041793	4,900236
76	P20 - D	-74,038424	4,898761
77	P20 - E	-74,040561	4,897177
78	P20 - F	-74,041187	4,897999
79	P20 - G	-74,041742	4,89893
80	P20 - H	-74,039916	4,897461
81	P 20 - I	-74,039351	4,898436
82	P20 - J	-74,042608	4,898259
83	P20 - K	-74,038968	4,897695
84	P21 - A	-74,042179	4,902616
85	P21 - B	-74,041224	4,901161
86	P21 - C	-74,041669	4,90148
87	P21 - D	-74,041462	4,902064
88	P21 - E	-74,040793	4,902027
89	P22 - A	-74,038916	4,90063
90	P22 - B	-74,039245	4,899909
91	P22 - C	-74,040877	4,901494
92	P22 - D	-74,041523	4,900135
93	P22 - F	-74,036885	4,900915
94	P23 - A	-74,029194	4,90494
95	P23 - B	-74,029301	4,903537
96	P23 -C	-74,025509	4,905405
97	P23 -D	-74,026538	4,904019
98	P23 - E	-74,027974	4,903657



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA
INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL
RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ -
CUNDINAMARCA

ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

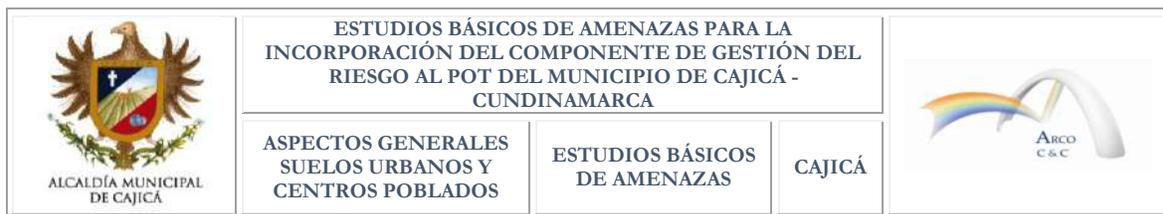
ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ



PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
99	P23 - F	-74,028567	4,903997
100	P23 - G	-74,027624	4,905477
101	P24 -B	-74,028078	4,902073
102	P24 - A	-74,029795	4,902593
103	P24 -D	-74,026671	4,900481
104	P24 - E	-74,028546	4,900226
105	P24 - F	-74,027443	4,900875
106	P25- A	-74,018396	4,911518
107	P 25-B : CONTINUIDAD	-74,018887	4,910821
108	P26 - A	-74,04991	4,92475
109	P27 - B	-74,050664	4,926948
110	P27 - C	-74,05279	4,928704
111	P28 - A	-74,046681	4,935189
112	P28 - B	-74,044767	4,934869
113	P28 - C	-74,04531	4,932435
114	P28 - D	-74,042707	4,93396
115	P28 - E	-74,035655	4,938428
116	P29 - A	-74,039433	4,937205
117	P29 - B	-74,041024	4,936701
118	P28 - F	-74,040254	4,935365
119	P12 - C	-74,026492	4,895287
120	P12 - F	-74,027016	4,895608
121	P12 -G	-74,029241	4,89631
122	P12 - H	-74,031173	4,89704
123	P25 - A	-74,011252	4,927952
124	P25 - B	-74,011594	4,928231
125	P25 - C	-74,012215	4,926831
126	P25 - D	-74,012711	4,9279
127	P25 - C	-74,010229	4,931372
128	P25 - E	-74,015306	4,926242
129	P25 - F	-74,013645	4,925273
130	P25 - G	-74,015727	4,927372
131	P25 - H	-74,015593	4,928592
132	P24 - E: CUERPO DE AGUA LÉNTICO	-74,011601	4,923203

PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
133	P25 - G	-74,011211	4,92569
134	P23 - J	-74,029607	4,904539
135	P23 - K	-74,029722	4,904576
136	P23 - H	-74,029165	4,905885
137	P23 - I	-74,02934	4,905971
138	P 23 - L: CONTINUIDAD	-74,028602	4,908082
139	P23 - M	-74,028772	4,907496
140	P8 -B	-74,024237	4,908642
141	P23 - N	-74,028471	4,907579
142	P24 - A	-74,022962	4,942721
143	P24 - B	-74,019094	4,942383
144	P24 - C	-74,016947	4,939623
145	P24 - D	-74,01903	4,935398
146	P24 - E	-74,020439	4,93306
147	P24 - F	-74,021716	4,933605
148	P24 - G	-74,021768	4,932707
149	P24 - I	-74,023882	4,932171
150	P28 - B	-74,018398	4,926122
151	P28 - A	-74,020286	4,924515
152	P28 - C	-74,018395	4,923943
153	P28 - D	-74,020296	4,926733
154	P24 - J	-74,028524	4,933923
155	P24 - K	-74,032122	4,933775
156	P24 - L	-74,034584	4,932779
157	P24 -L	-74,035888	4,933934
158	P24 -M	-74,033565	4,93014
159	P24 - N	-74,031174	4,928378
160	P24 - O	-74,027552	4,929631
161	P24 - Q	-74,024056	4,930589
162	P25 - A	-74,028362	4,922566
163	P25 - B	-74,031659	4,924238
164	P25 - C	-74,033389	4,924442
165	P25 - D	-74,035026	4,923356
166	P25 - E	-74,039138	4,925899



PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
167	P25 - F	-74,040914	4,92714
168	P25 - G	-74,041666	4,924996
169	P25 - H	-74,043254	4,92406
170	P25 - L	-74,045271	4,924725
171	P25 - M	-74,047228	4,925143
172	P25 - I	-74,043038	4,921975
173	P25 - J	-74,042767	4,920342
174	P25 - K	-74,044752	4,920402
175	P25 - O	-74,043486	4,92283
176	P 25- R	-74,046916	4,921124
177	P25 - S	-74,043894	4,918493
178	P26 - A	-74,040116	4,918982
179	P26 - B	-74,042311	4,918252
180	P26 - C	-74,040925	4,917685
181	P26 - D	-74,038375	4,915025
182	P26 - E	-74,037592	4,918086
183	P26 - F	-74,040137	4,916098
184	P26 - F	-74,041854	4,916032
185	P26 - G	-74,040553	4,914194
186	P26 - H	-74,042497	4,913341
187	P26 - I	-74,042535	4,91341
188	P26 - J	-74,0415	4,914367
189	P26 - K	-74,035751	4,914852
190	P27 - A	-74,038801	4,907151
191	P27 - B	-74,042267	4,91111
192	P27 - C	-74,042843	4,907525
193	P27 - D	-74,044275	4,905418
194	P27 - I	-74,038438	4,912338
195	P27 - J	-74,036737	4,908807
196	P27 - K	-74,035028	4,911637
197	P27 - L	-74,036165	4,907228
198	P27 - M	-74,03264	4,907162
199	P27 - N	-74,031076	4,908491
200	P27 - O	-74,032235	4,9116



PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
201	P27 - Q	-74,032877	4,905242
202	P27 - R	-74,038201	4,904952
203	P29 - A	-74,011571	4,935291
204	P29 - B	-74,017219	4,937739
205	P29 - D	-74,016297	4,935659
206	P29 - E	-74,01451	4,934917
207	P29 - E	-74,012982	4,933599
208	P29 - F	-74,015058	4,93259
209	P29 - G	-74,018156	4,934499
210	PN1	-74,01599	4,926669
211	P1C	-74,019356	4,934712
212	P2C	-74,049438	4,921576
213	P3C	-74,045944	4,907986
214	P4C	-74,039772	4,899345

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).

En la y se evidencian los puntos capturados y el registro fotográfico correspondiente de cada punto. En el desarrollo de este proceso se registraron 36 puntos en los cuales fue necesario realizar el levantamiento topobamétrico y la identificación de perfiles y dimensiones de drenajes y estructuras hidráulicas.



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA

ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS

CAJICÁ

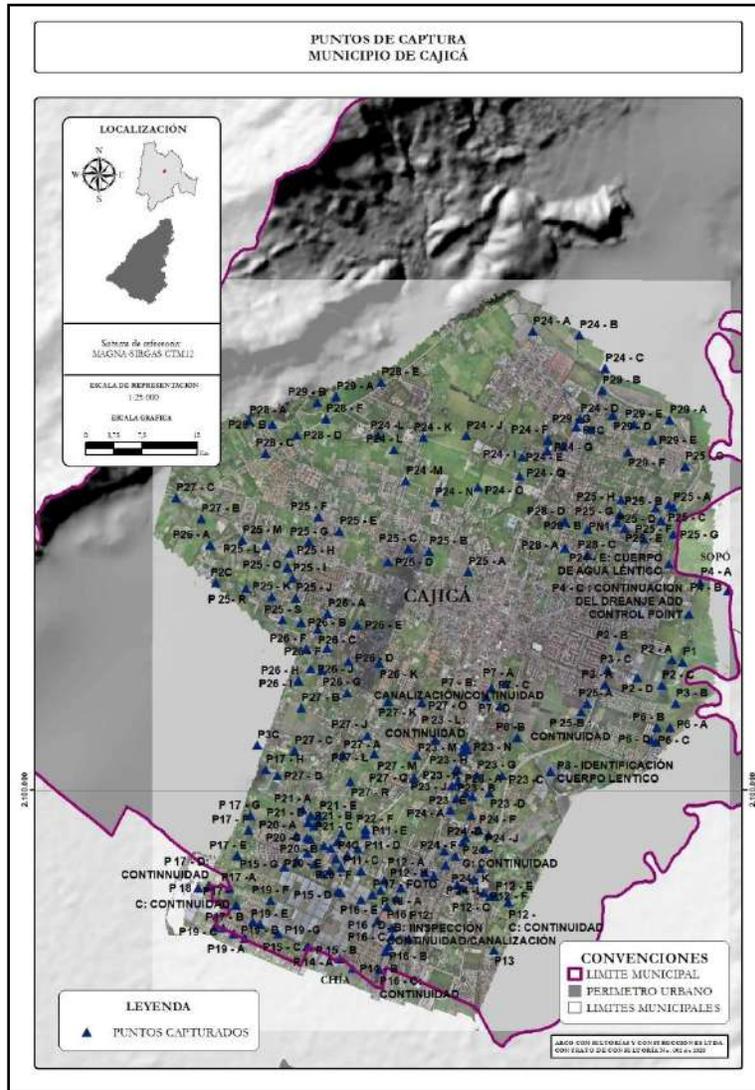


Ilustración 16. Puntos de captura de drenaje.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).

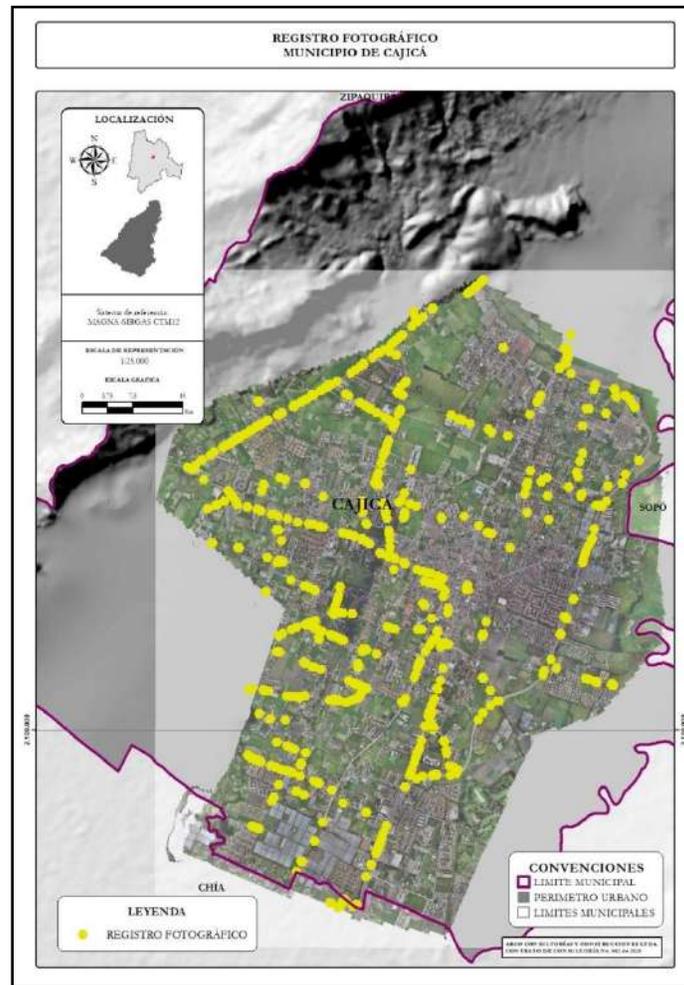


Ilustración 17. Registro fotográfico, puntos de captura.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).

d) Levantamiento Topobamétrico y dimensionamiento

Finalmente, los dos grupos de trabajo restantes desarrollan y llevan a cabo el levantamiento topobamétricos con GNSS en aquellos puntos depurados por el primer equipo. Así, se estimaron 36 puntos en los cuales es necesario el levantamiento y el registro de dimensiones y perfiles de drenajes y estructuras hidráulicas. La metodología empleada es la siguiente:

- En primer lugar, se instala la antena GNSS Rover Base, la cual se quedará en un lugar fijo durante el día. La selección del lugar en el cual se quedará la antena base se elige de

acuerdo al segmento de zona urbana a la cual se le realizará el levantamiento, de este modo, la antena base tendrá do ubicaciones (una por día). Se debe destacar que esta antena se mantiene encendida durante todo el día, pues el objetivo de esta base es ser receptor ante la antena Rover que se utilizará para el levantamiento de los puntos (la comunicación entre estas antenas es por medio satelital). Esta antena base, se instala por medio de un trípode el cual debe ser correctamente nivelado.



Ilustración 18. Antena GNSS Rover Base y proceso de nivelación.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).

- Este levantamiento se realiza por medio de la Antena GNSS Rover, la cual se ubicará con un trípode provisional para bastón, en este caso, se ubicará en cada punto en donde se halla una estructura hidráulica o drenajes dobles relevantes, se debe armar la antena GNSS Rover, nivelarla, encenderla y dejarla durante 15 minutos, con la finalidad del envío del registro de geolocalización a la base. Es importante que la ubicación de la antena, sea dentro del drenaje, tal que se la punta del bastón, logra tocar la base del canal. Se debe destacar que el encendido y apagado de la antena es sumamente importante, pues si no se desactiva, la antena continuara tomando puntos por los trayectos en los cuales se desplace y no en el punto requerido.

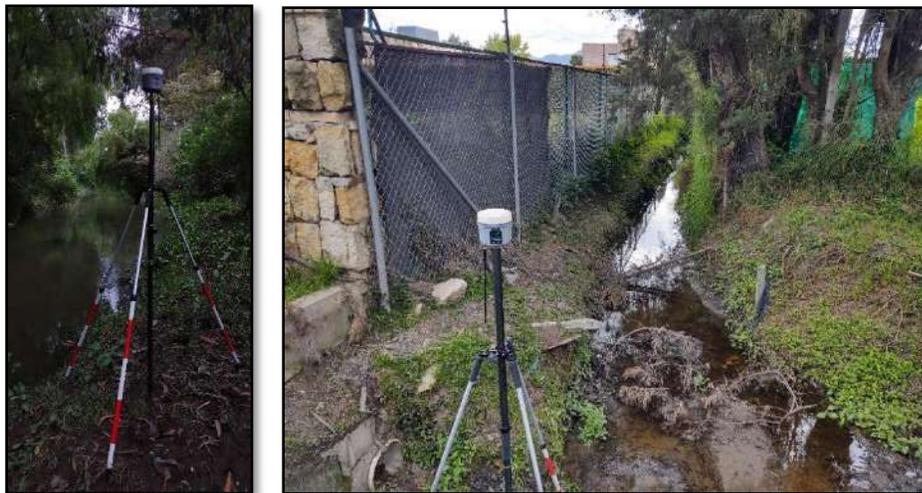


Ilustración 19. Instalación antena GNSS Rover.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).

- En caso de Registro de drenaje dobles: En caso de cuerpos de agua muy grandes, es necesario tomar registro de las dimensiones de su canal natural, esto se realizó para obtener perfiles del río Frío y el río Bogotá en puntos determinados. Partiendo de esto, se debe medir si es posible el ancho del canal y realizar un perfil del canal, esto se realiza con la finalidad de lograr obtener un aproximado del comportamiento de ese cuerpo para lograr simularlo en modelación. Se debe destacar el uso del palo de escoba con medidas, este sirve para la medición de la altura de la lámina en cada canal o drenaje encontrado (dato que se debe registrar ten el formato).



Ilustración 20. Levantamiento topobatimétrico y registro de dimensiones y perfiles de cuerpos hídricos

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).

- En caso de Registro de Estructura Hidráulica: Se realiza el registro de la estructura hidráulica encontrada, esto se realiza por medio del formato estipulado con anterioridad, en el cual, se debe realizar un boceto de la estructura con sus dimensiones, una descripción del drenaje y su entorno, y un registro fotográfico de esta; por medio de las herramientas básicas se realizan estas mediciones. Se debe destacar el uso del palo de escoba con medidas, este sirve para la medición de la altura de la lámina en cada canal o drenaje encontrado (dato que se debe registrar ten el formato).



Ilustración 21. Levantamiento topobatómétrico y registro de dimensiones y perfiles de estructuras hidráulicas.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).

Finalmente, en la siguiente **Tabla 7**, se registran los puntos levantados y en la **Ilustración 22**, se evidencian los levantamientos topobatómétricos con antena GNSS Rover en la zona urbana del municipio de Cajicá. Recopilando así un total de 36 puntos, en los cuales se tomaron registros fotográficos, dimensiones y perfiles de canales y estructuras hidráulicas.

Tabla 7. Levantamientos topobatómétricos y registro de dimensiones y perfiles.

PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
0	P16 - B: CONTINUIDAD/CANALIZACIÓN	-74,035184	4,890701
1	P12 - A	-74,031964	4,897283
2	P4 - A	-74,00898	4,921712
3	P4 - B	-74,00667	4,92098
4	P4 - C : CONTINUACION DEL DREANJE ADD CONTROL POINT	-74,009922	4,919012
5	P12 - C: CONTINUIDAD	-74,024972	4,894817
6	P 15 - B	-74,041602	4,891051
7	P 17 - G	-74,046547	4,902074
8	P20 - A	-74,042664	4,900391
9	P20 - B	-74,040373	4,89957
10	P20 -C	-74,041793	4,900236
11	P20 - F	-74,041187	4,897999
12	P23 - A	-74,029194	4,90494
13	P24 - E	-74,028546	4,900226
14	P28 - E	-74,035655	4,938428
15	P29 - A	-74,039433	4,937205



PUNTO	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
16	P25 - E	-74,015306	4,926242
17	P25 - G	-74,011211	4,92569
18	P23 - H	-74,029165	4,905885
19	P24 - C	-74,016947	4,939623
20	P28 - B	-74,018398	4,926122
21	P24 - K	-74,032122	4,933775
22	P24 - N	-74,031174	4,928378
23	P25 - D	-74,035026	4,923356
24	P25 - F	-74,040914	4,92714
25	P25 - M	-74,047228	4,925143
26	P25 - S	-74,043894	4,918493
27	P26 - A	-74,040116	4,918982
28	P26 - D	-74,038375	4,915025
29	P27 - B	-74,042267	4,91111
30	P27 - L	-74,036165	4,907228
31	P29 - F	-74,015058	4,93259
32	PN1	-74,01599	4,926669
33	P1C	-74,019356	4,934712
34	P2C	-74,049438	4,921576
35	P4C	-74,039772	4,899345

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA

ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ

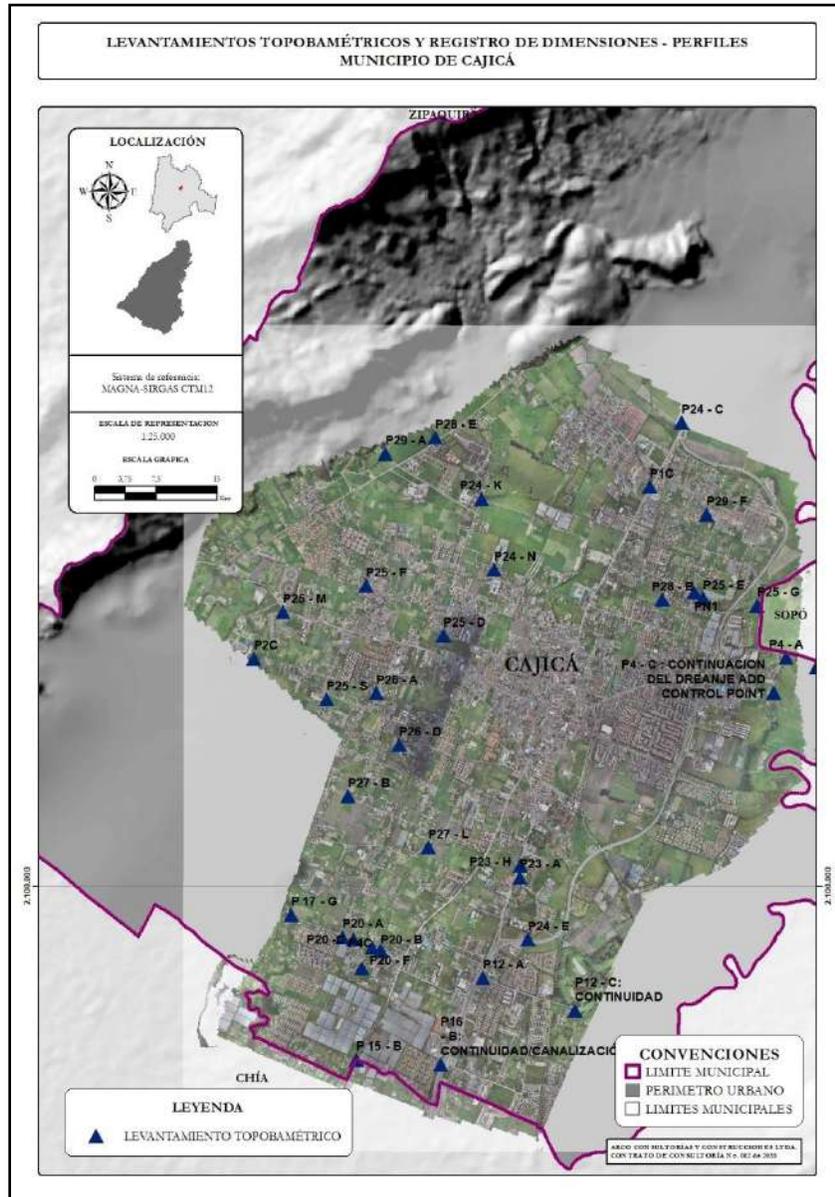


Ilustración 22. Levantamientos topobamétricos y registro de dimensiones y perfiles.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones LTDA., (2021).

1.4.4.3. Componente hidrológico

Una vez realizada la fase de campo, se procede a ejecutar un proceso de depuración, en dicho proceso se revisan uno por uno cada elemento que ya habían sido identificados previamente en el proceso de fotointerpretación preliminar y se eliminan aquellos que en la verificación de campo se identificó como un elemento diferente a cuerpos de agua, así mismo, se agregaron diferentes cuerpos de agua que no habían podido ser identificados por medio de fotointerpretación, dando como resultado la consolidación de los cuerpos de agua presentes en las zonas urbanas del municipio de Cajicá aun sin ser clasificados. **(Ilustración 23)**

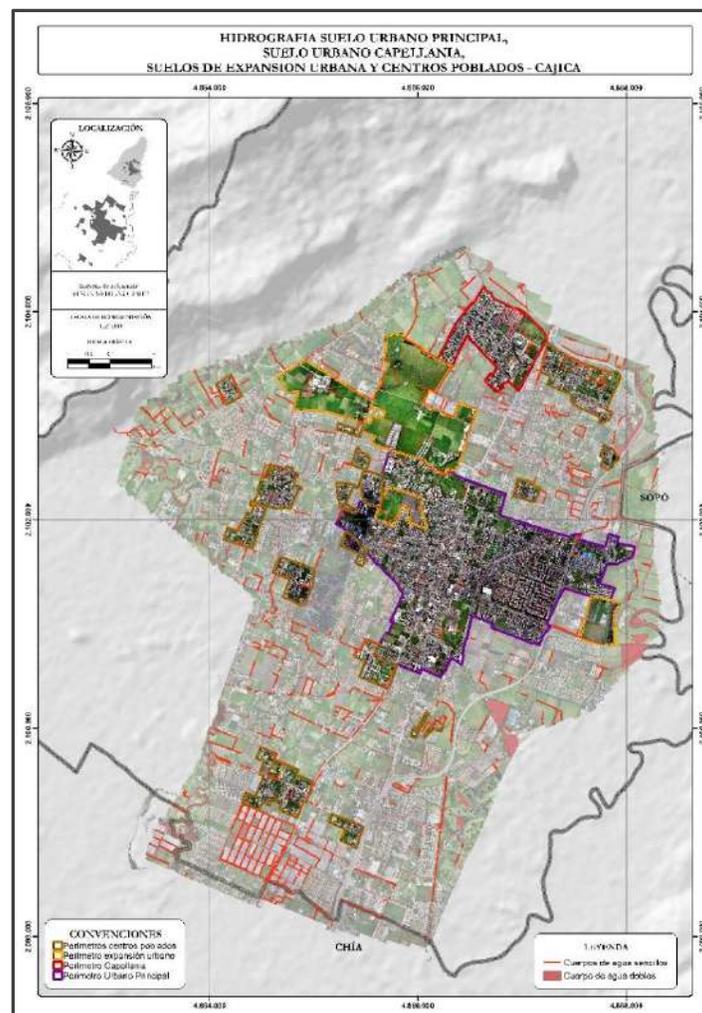


Ilustración 23. Cuerpos de agua zonas urbanas Cajicá Cundinamarca sin clasificar

Fuente. ARCO C&C.

1.4.4.4. Clasificación de los cuerpos de agua

Una vez con todos los cuerpos de agua consolidados se procedió a clasificar cada uno de ellos en las siguientes categorías: canal sencillo, drenaje sencillo, vallado sencillo, otros cuerpos de agua, canal doble, drenaje doble, humedal, jagüey, laguna, vallado doble y pantano, para obtener el consolidados final de los cuerpos de agua presentes en las zonas urbanas del municipio de Cajicá, cada cuerpo de agua con su respectiva clasificación (**Ilustración 24**) y así mismo obtener un conteo de la cantidad de elementos que se habían identificado por cada una de las once categorías mencionadas anteriormente (**Ver Tabla 8**).

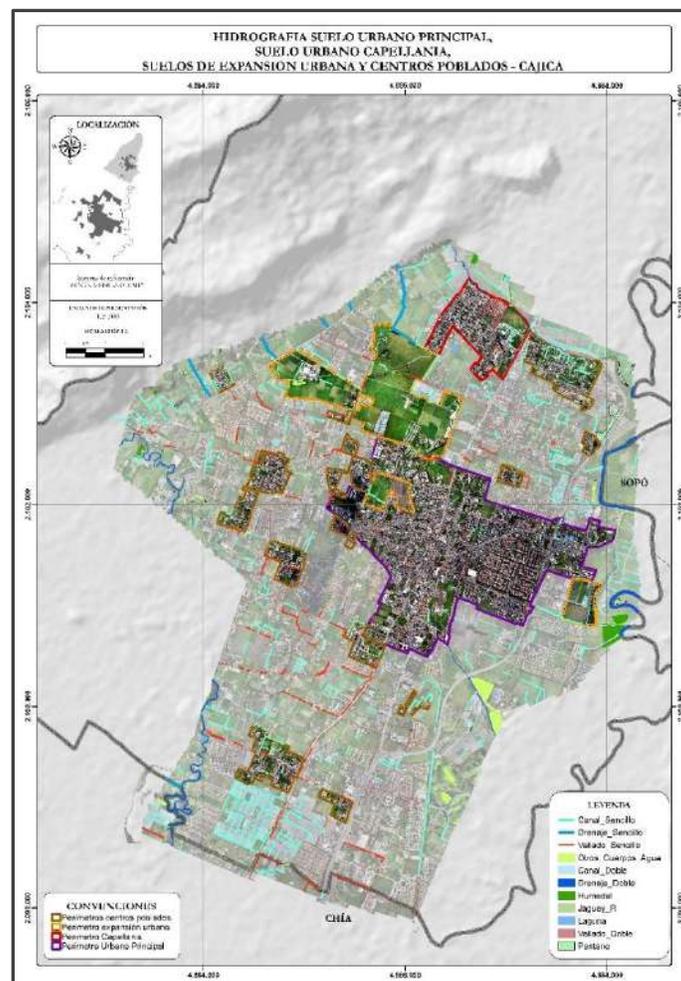


Ilustración 24. Cuerpos de agua suelo urbano principal, suelo urbano capellanía, suelos de expansión y centros poblados

Fuente. ARCO C&C, 2021.



Categoría	# Elementos
Canal Sencillo	615
Drenaje Sencillo	7
Vallado Sencillo	152
Otros Cuerpos de Agua	107
Canal Doble	316
Drenaje Doble	26
Humedal	11
Jagüey	25
Laguna	11
Vallado Doble	508
Pantano	23

Tabla 8. Cantidad de elementos por categoría

Fuente. ARCO C&C, 2021.

Una vez el insumo se encuentra depurado, clasificado y consolidado, se procede a generar la geometría al modelo digital de elevación DEM.

1.4.5. Cobertura del Suelo

El presente capítulo contiene la metodología y resultados del componente de coberturas de la tierra para la zona urbana del municipio de Cajicá. La zona urbana principal, la zona urbana de capellanía, la zona de expansión y los centros poblados tienen una extensión de 5'926.469 m². Para esta área se obtendrá el mapa de cobertura de la tierra de acuerdo con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000 cuyo resultado nos dará una capa de coberturas de la tierra a escala 1:2.000.

Para el desarrollo de los factores que conforman el componente de susceptibilidad se construyó el mapa de Cobertura y Uso de la Tierra, el cual está basado en la adaptación del estándar europeo CORINE Land Cover para Colombia, que fue realizado por 13 instituciones que trabajaron en conjunto bajo la coordinación técnica del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM – y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC –. REVISIÓN Y

AJUSTE DE PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE LA CAJICA DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA ASPECTOS GENERALES ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS CAJICA. La leyenda de Coberturas de la Tierra ha sido establecida con carácter nacional, lo que permite una estructura jerárquica, derivando las unidades de coberturas de la tierra con base en criterios fisonómicos de altura y densidad, claramente definidos y aplicables a todas las unidades consideradas para un grupo de coberturas del mismo tipo. De esta manera, se garantiza que sea posible la inclusión de nuevas unidades o la definición de nuevos niveles de unidades para estudios más detallados, permitiendo su rápida ubicación y definición. Las coberturas de la tierra proporcionan información fundamental para diversos procesos nacionales como los mapas de ecosistemas, conflictos de uso del territorio, ordenación de cuencas y del territorio, seguimiento a la deforestación de los bosques, y los inventarios forestales, incendios de la cobertura vegetal, etc. (IDEAM, 2010).

1.4.5.1. Captura de información para coberturas urbanas

La metodología utilizada para el proceso de generación de las coberturas se muestra en el **Diagrama 5**

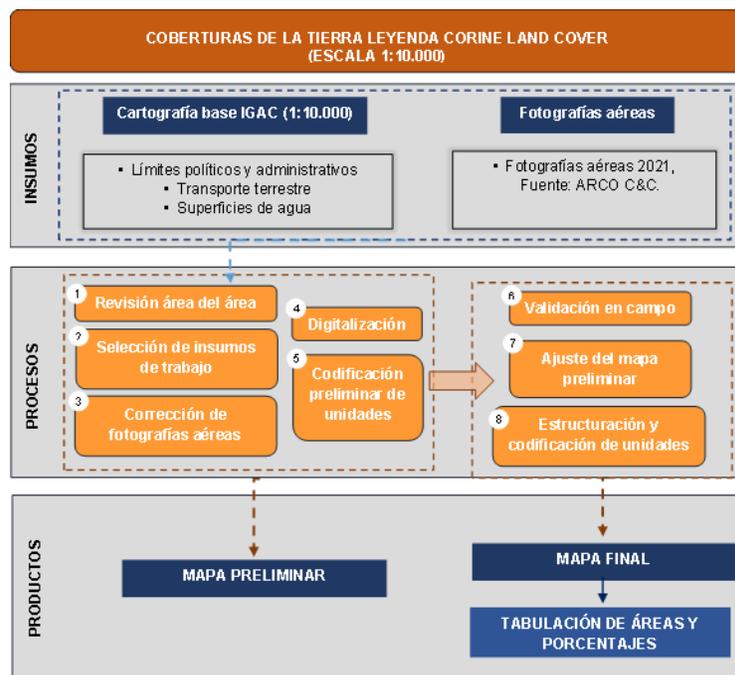


Diagrama 5. Metodología para la generación de las coberturas urbanas
Fuente. ARCO C&C, 2021.



- **Insumos**

En este apartado se describen los insumos utilizados para la generación de las coberturas de la tierra existentes en el área urbana del municipio.

Cartografía base

La cartografía base, la cual se encuentra a escala 1:10.000, se utilizó para identificar la distribución espacial de la cobertura de bosque de ripario, así mismo la de red vial y territorios asociados y las superficies de agua, esta última también alimentada con la información de inventarios de humedales de la CAR.

- **Fotografías aéreas**

La información recolectada a través de fotografías aéreas es uno de los insumos fundamentales para el análisis de coberturas de la tierra que se desprende la fotointerpretación. Para la realización de las coberturas del municipio de Cajicá se utilizó una fotografía aérea con resolución espacial de 15 centímetros capturada en el año 2018, la cual cubre un total de 90% del área del municipio, así el porcentaje restante se cubrió con una ortofotografía del IGAC del mismo año que cuenta con una resolución espacial de 1.1 metros.

- **Procesos**

En primera instancia se realizó una revisión del área de estudio, para el reconocimiento visual de los elementos que se pueden identificar en el municipio. Posteriormente a la revisión, se identifican los insumos de trabajo necesarios a utilizar para la generación de las coberturas en la zona urbana del municipio a escala 1:2.000. Teniendo en cuenta que uno de los insumos fundamentales son las fotografías aéreas, las cuales fueron adquiridas de manera paralela a la visita y toma de puntos de control, teniendo en cuenta que para el caso de estudio la Unidad Mínima Cartografiable (UMC) para la escala trabajada corresponde a 64 m² metros.

Posteriormente a la digitalización se procedió a realizar la codificación preliminar de unidades teniendo como referente la Leyenda Nacional de Coberturas de La Tierra. Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia.

La revisión del área de las zonas urbanas del municipio (zona urbana principal, zona urbana capellanía, zona de expansión urbana y centros poblados) se define bajo el criterio de cubrir cada una de las zonas y así tener un análisis no fragmentado (según metodología Steenmans y Pinborg, 2000).

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

La fotointerpretación y clasificación de las unidades de cobertura de la tierra se realizó de acuerdo con la leyenda propuesta en la metodología Corine Land Cover y los requerimientos técnicos establecidos en la guía metodológica para la generación de cartografía a escala 1:2.000 mediante interpretación visual y digitalización; de acuerdo con los requerimientos de una cobertura temática a escala 1:2.000 se aplicaron los siguientes criterios:

La unidad mínima cartografiable de 64 m².

Las unidades de cobertura de distribución lineal de ríos son cartografiables únicamente siguiendo el criterio de medida entre orilla y orilla menor a un metro, en caso de que la medida sea mayor a la mencionada, se digitaliza como polígono.

Para la digitalización de las unidades de cobertura se empleó como mínimo una escala de dibujo de 1:800, no obstante, la capa sale a escala 1:2000.

Partiendo de la información preliminar se dispone a realizar el trabajo en campo el cual fue estructurado de la siguiente manera, y del mismo modo arrojo los siguientes resultados y arrojo los siguientes resultados.

- **Materiales utilizados**

Los equipos y materiales empleados en campo fueron el GPS, PDA, la cámara digital y las respectivas libretas de apuntes, tal y como aparece en la **Ilustración 25**.



Ilustración 25. Materiales de campo

Fuente. ARCO C&C, 2021.



A partir de los procesos mencionados anteriormente, se realizó un recorrido por las diferentes zonas urbanas (zona urbana principal, zona urbana capellanía, zona de expansión urbana y centros poblados) del municipio, en las cuales se tomaron diferentes puntos de control con el apoyo de fotografías georreferenciadas, con lo cual posteriormente se rectificaron las coberturas resultantes de los análisis realizados; lo anterior se desglosa en este apartado.

- **Recorrido realizado**

Las zonas recorridas en cada día de trabajo de campo se mencionan en la **Diagrama 6**

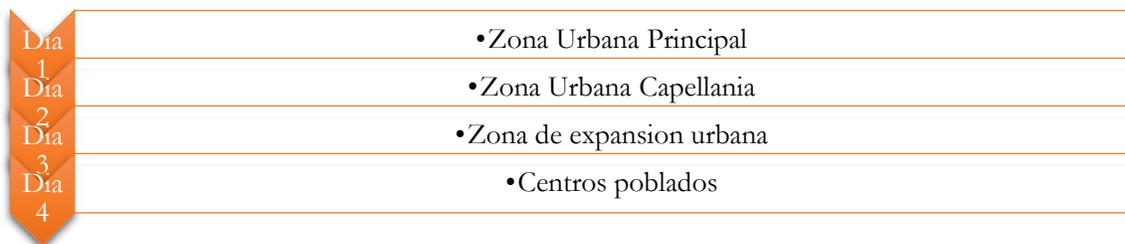


Diagrama 6. Recorrido de campo.

Fuente. ARCO C&C, 2021.

- **Puntos de control**

Durante los días de recorrido y durante el levantamiento de la fotografía aérea, se tomaron diferentes puntos de control, en las zonas recorridas, de dichos puntos de control se presenta la **Ilustración 26 y Tabla 9** con sus respectivas coordenadas.

Tabla 9. Puntos de control con sus respectivas coordenadas

ID PUNTO	LONGITUD	LATITUD	ID PUNTO	LONGITUD	LATITUD
1	4888438.8	2101867.4	8	4887917.1	2102374.7
2	4887779.4	2101945.4	9	4887902.6	2102374.4
3	4887780.4	2101941.1	10	4887674.1	2102148.5
4	4887714.1	2102325.5	11	4887653.8	2102131
5	4887707.3	2102321.6	12	4887635	2102134.7
6	4887707.3	2102317	13	4887868.5	2102579.2
7	4887741.2	2102284.4	14	4887925.2	2102608.3



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA
INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL
RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ -
CUNDINAMARCA



ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ

ID PUNTO	LONGITUD	LATITUD
15	4887762.4	2102510.9
16	4887760	2102508.1
17	4887750.7	2102490.3
18	4887471.9	2102598.5
19	4885315.3	2100302.6
20	4885316.8	2100303.8
21	4885317.8	2100305
22	4884439.1	2101910.3
23	4884401.9	2101946.3
24	4884401.3	2101946.9
25	4884017.9	2102296.3
26	4884011.1	2102299.3
27	4883656.7	2102290.4
28	4883637.3	2102293.5
29	4883637.9	2102274.7
30	4883640.7	2102275.7
31	4883643.1	2102274.1
32	4883911.8	2102236.9
33	4883911.8	2102236.9
34	4883652.3	2102258.8
35	4883640.7	2102271.1
36	4883640.7	2102271.7
37	4884028	2102271.1
38	4883594.6	2102521
39	4883593.6	2102521.3
40	4883590.2	2102521.9
41	4883730.3	2101909.3
42	4883687.2	2101918.3
43	4883686.6	2101918.3
44	4883943.6	2101874.9

ID PUNTO	LONGITUD	LATITUD
45	4884267.4	2101828.6
46	4884281.5	2101773.1
47	4884916.7	2101186
48	4884908.1	2101184.5
49	4884906.6	2101195.9
50	4884918.3	2101195.2
51	4884919.2	2101186.6
52	4884572.2	2101025.1
53	4884671.4	2100622.2
54	4884532.7	2100733.2
55	4884270	2100919.1
56	4884914	2101199.9
57	4884914.9	2101198.6
58	4885139	2101197.1
59	4885136.6	2101192.1
60	4885135.6	2101191.5
61	4884379.4	2100961.2
62	4884380	2100954.2
63	4884376	2100963.7
64	4884381.9	2100968.3
65	4884349.4	2100860
66	4884102.3	2100785.8
67	4884102.3	2100785.8
68	4884079.9	2100409.2
69	4884061.4	2100412.6
70	4884049.4	2100418.1
71	4884050.3	2100417.8
72	4884079	2100412.2
73	4885179.2	2100307.4
74	4885206.4	2100343.5

ID PUNTO	LONGITUD	LATTITUD
75	4885209.8	2100346.6
76	4885207	2100350.6
77	4884578.9	2100335

ID PUNTO	LONGITUD	LATTITUD
78	4884156.5	2100178.8
79	4884154	2100176.7

Fuente. ARCO C&C, 2021

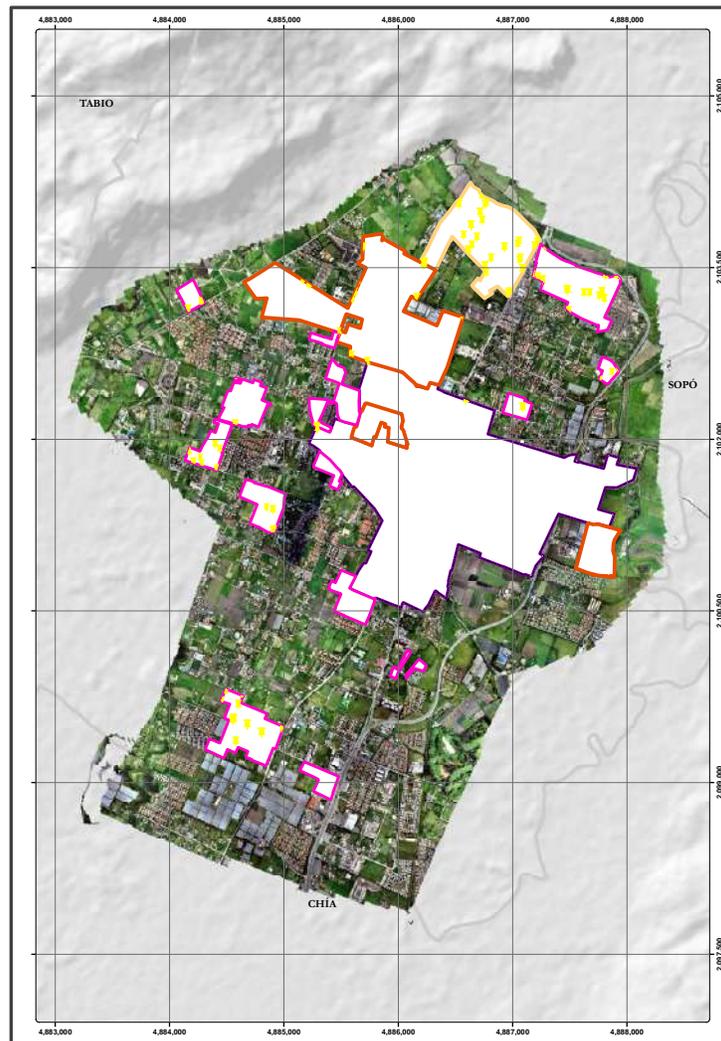


Ilustración 26. Puntos de control
Fuente. ARCO C&C, 2021.

Una vez realizado el trabajo en campo y su respectivo procesamiento de la información se genera el resultado final de coberturas (**Ilustración 27**) de las zonas urbanas (zona urbana principal, zona urbana capellanía, zona de expansión urbana y centros poblados) del municipio de Cajicá, así como, sus áreas y porcentajes según cada cobertura (**Tabla 10 y Gráfico 1**)

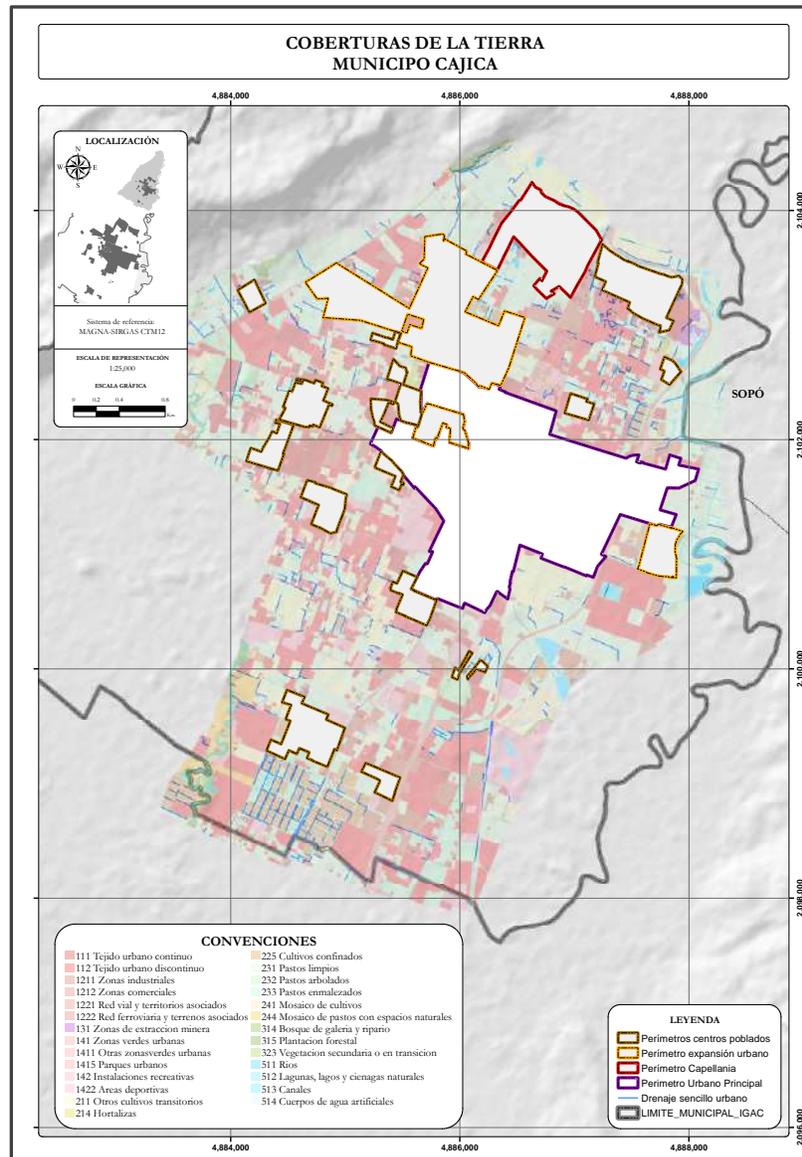


Ilustración 27. Coberturas de la tierra, metodología CLC – Zonas urbanas Municipio de Cajicá
Fuente. ARCO C&C, 2021.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

Tabla 10. Coberturas rurales, áreas y porcentajes.

CODIGO	COBERTURA	AREA	PORCENTAJE
111	Tejido urbano continuo	2271389	38.33
112	Tejido urbano discontinuo	476487	8.04
1211	Zonas industriales	314590	5.31
1221	Red vial y territorios asociados	509720	8.60
1222	Red ferroviaria y terrenos asociados	8792	0.15
141	Zonas verdes urbanas	27295	0.46
1411	Otras zonas verdes urbanas	45508	0.77
1415	Parques urbanos	8748	0.15
142	Instalaciones recreativas	26597	0.45
1422	Áreas deportivas	64148	1.08
211	Otros cultivos transitorios	249429	4.21
225	Cultivos confinados	19651	0.33
232	Pastos arbolados	580	0.01
231	Pastos limpios	1504973	25.39
233	Pastos enmalezados	350691	5.92
315	Plantación forestal	18323	0.31
511	Ríos	1479	0.02
513	Canales	22010	0.37
514	Cuerpos de agua artificiales	6061	0.10
TOTAL		5'926.469	100

Fuente. ARCO C&C, 2021.

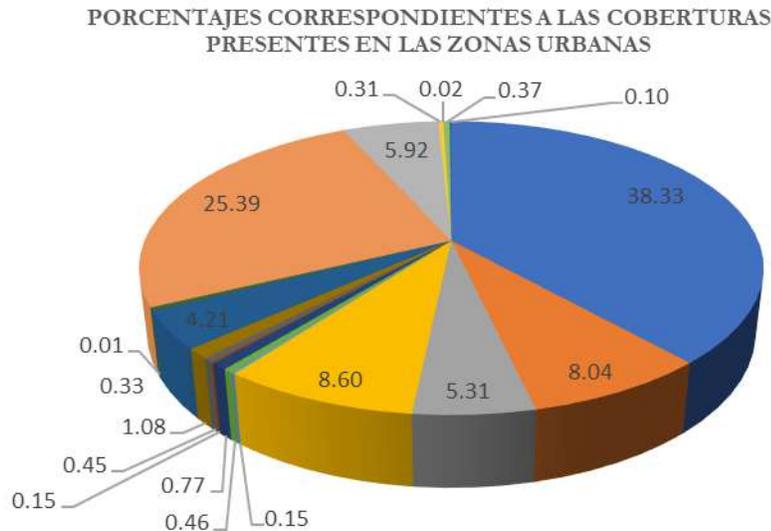


Gráfico 1. Porcentajes correspondientes a las coberturas presentes en las zonas urbanas del municipio de Cajicá.
 Fuente. ARCO C&C, 2021

1.4.5.2. Clasificación de coberturas

a) Territorios artificializados

Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos. Los territorios artificializados corresponden al 70,1% del área del área total de la zona urbana del municipio (zona urbana principal, zonas de expansión urbana, zona urbana capellanía y centros poblados) con alrededor de 3'753.273 m², estos se dividen en cuatro categorías, de las cuales tres están presenta en las zonas urbanas del municipio. La primera son las zonas urbanizadas con una representatividad del 51,3%, la segunda son las zonas industriales, comerciales y de redes de comunicación con una representatividad del 15,6 % y la tercera son las son las zonas verdes artificiales no agrícolas con tan solo una representatividad del 3,2%.

A continuación, se describen las clases de cobertura de la tierra que presenta los territorios artificializados (**Ilustración 28**) y se encuentran presentes dentro de las zonas urbanas del municipio de Cajicá.



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA

ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS

CAJICÁ

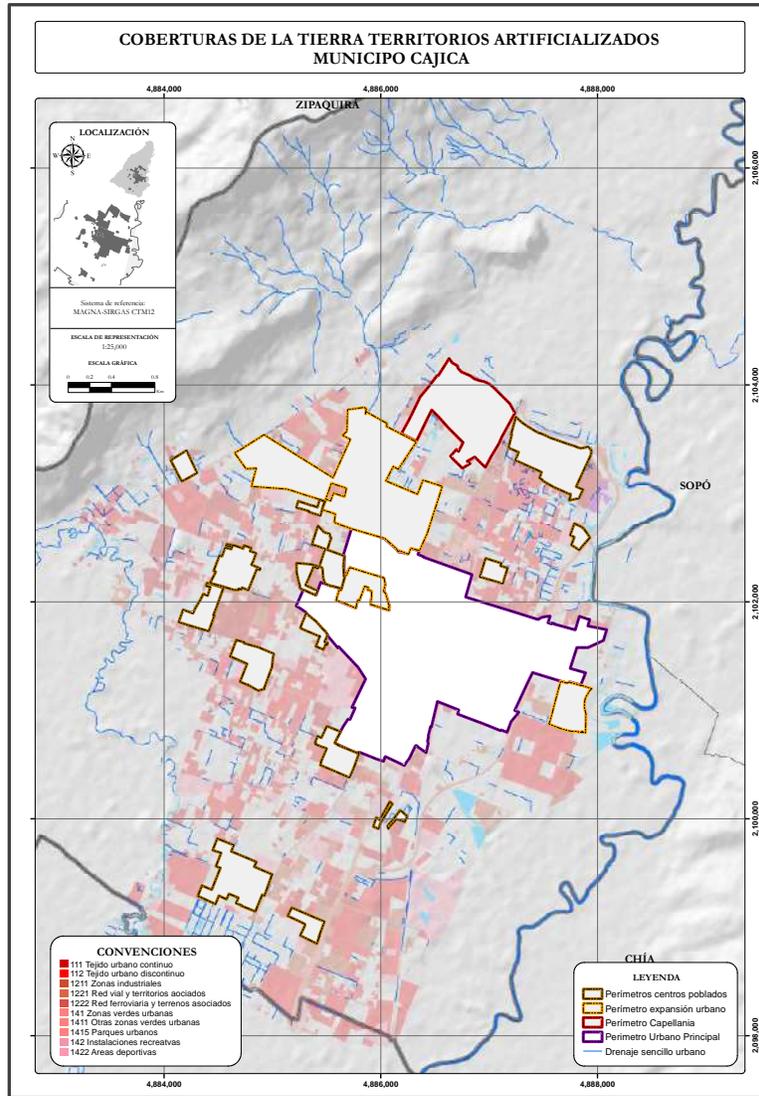


Ilustración 28. Territorios artificializados zonas urbanas Cajicá.

Fuente. ARCO C&C, 2021.

- **Zonas urbanizadas:** las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas, que configuran un tejido urbano. Dentro de este existen dos unidades.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

Tejido urbano continuo: son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano; para el caso de la zona urbana principal, zona urbana de capellanía, la zona de expansión urbana y los centros poblados del municipio de Cajicá, existen 2'271.388 m² que hacen parte de esta categoría, dicha categoría cuenta con la mayor representatividad dentro de las zonas urbanas del municipio de Cajicá. **(Ilustración 29).**



Tejido urbano continuo

En la fotografía se evidencia lo que se describe como tejido urbano continuo, dicha cobertura es la más representativa en las zonas urbanas del municipio.

Ilustración 29. Tejido urbano continuo zonas urbanas municipio Cajicá.

Fuente. ARCO C&C, 2021.

Tejido urbano discontinuo: son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación. El sector con tejido urbano discontinuo es de 476.487 m², que corresponde al 8,04% de la zona urbana principal, zona urbana de capellanía, la zona de expansión urbana y los centros poblados del municipio de Cajicá **(Ilustración 30)**



Tejido urbano Discontinuo

En la fotografía se evidencia lo que se describe como tejido urbano discontinuo, sin embargo, dicha cobertura presenta una alta representatividad dentro de las zonas urbanas del municipio y se hace más presente en los sectores de los centros poblados.

Ilustración 30. Tejido urbano discontinuo zonas urbanas municipio Cajicá.

Fuente. ARCO C&C, 2021.

- **Zonas industriales, comerciales y redes de comunicación:** Comprende los territorios cubiertos por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios de comunicaciones. Se incluyen tanto las instalaciones de como las redes de comunicación que permiten el desarrollo de los procesos específicos de cada actividad.

Zonas industriales o comerciales: son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales. Para el caso de las áreas urbanas del municipio de Cajicá esta categoría presenta 314.590 m², que corresponde al 5,31 % del área urbana. **(Ilustración 31)**

 <p>ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA</p>		 <p>ARCO C&C</p>
	<p>ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS</p>	



Zonas industriales o comerciales

En la fotografía se evidencia lo que se describe como zonas industriales y comerciales

Ilustración 31. Zonas industriales o comerciales zonas urbanas municipio Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

Red vial, ferroviaria y terrenos asociados: Son espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras, autopistas y vías férreas; se incluye la infraestructura conexas y las instalaciones asociadas tales como: estaciones de servicios, andenes. Para el caso de las áreas urbanas del municipio de Cajicá esta categoría presenta 8.792 m², que corresponde al 0,15 % de las áreas urbanas. Santo. **(Ilustración 32)**



Red vial, ferroviaria y terrenos asociados

En la fotografía se evidencia lo que se describe como red vial, ferroviaria y terrenos asociados. La vía férrea del municipio cruza por la mitad de la zona urbana principal del municipio y por la zona occidental del centro poblado Rincón.

Ilustración 32. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados zonas urbanas municipio Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

Red vial y territorios asociados: Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, tales como carreteras, autopistas y puentes, así como las áreas asociadas como peajes, zonas verdes y zonas de estacionamiento; para el caso de las áreas urbanas del municipio de Cajicá esta categoría presenta 509.720 m², que corresponde al 8,60 % del área urbana. **(Ilustración 33)**



Red vial y territorios asociados

En la fotografía se evidencia lo que se describe como red vial terrenos asociados

Ilustración 33. Red vial y territorios asociados zonas urbanas municipio Cajicá.
 Fuente. ARCO C&C, 2021.

- **Zonas Verdes Artificializadas no agrícolas**

Comprende las zonas verdes localizadas en las áreas urbanas, sobre las cuales se desarrollan actividades comerciales, recreacionales, de conservación y amortiguación, donde los diferentes usos del suelo no requieren de infraestructura construida apreciable.

En general, estas zonas verdes son áreas resultantes de procesos de planificación urbana o áreas que por los procesos de urbanización quedaron embebidas en el perímetro de la ciudad.

Zonas verdes urbanas: Comprende las zonas cubiertas por vegetación dentro del tejido urbano, incluyendo parques urbanos y cementerios, teniendo en cuenta que la escala de trabajo para la zona urbana es 1:2000, esta categoría contiene también la categoría de otras zonas verdes urbanas y parques urbanos, las cuales tienen una representatividad conjunta del 1,38%, lo cual equivale a 81.551 m². **(Ilustración 34)**

 <p>ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA</p>		 <p>ARCO C&C</p>
	<p>ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS</p>	



Zonas verdes urbanas

En la fotografía se evidencia lo que se describe como zonas verdes urbanas, categoría que tiene dispersión a lo largo de las zonas urbanas

Ilustración 34. Zonas verdes urbanas - zonas urbanas municipio Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

Instalaciones Recreativas: Son los terrenos dedicados a las actividades de camping, deporte, parques de atracción, golf, hipódromos y otras actividades de recreación y esparcimiento, incluyendo los parques habilitados para esparcimiento, no incluidos dentro del tejido urbano, así mismo dentro de esta categoría se encuentra incluida la clasificación de áreas deportivas, esta categoría tiene una ocupación de 90.745 m² es decir el 1,53% de las zonas urbanas. (Ilustración 35)



Instalaciones recreativas

En la fotografía se evidencia lo que se describe como instalaciones recreativas, en el municipio de cajica se encuentran diferentes centros recreativos campestres como campos de golf

Ilustración 35. Instalaciones recreativas, zonas urbanas municipio Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

b) Territorios agrícolas

Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos o con pastos. Los territorios agrícolas tienen una representatividad 35,9% en la zona urbana principal, la zona urbana de capellanía, la zona

de expansión urbana y los centros poblados del municipio, lo que corresponde alrededor de 2'125.323 m². Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios y áreas de pastos. **(Ilustración 36)**

A continuación, se describen las categorías de cobertura de la tierra que presenta los territorios agrícolas en la zona urbana principal, la zona urbana de capellanía, la zona de expansión urbana y los centros poblados del municipio de Cajicá:

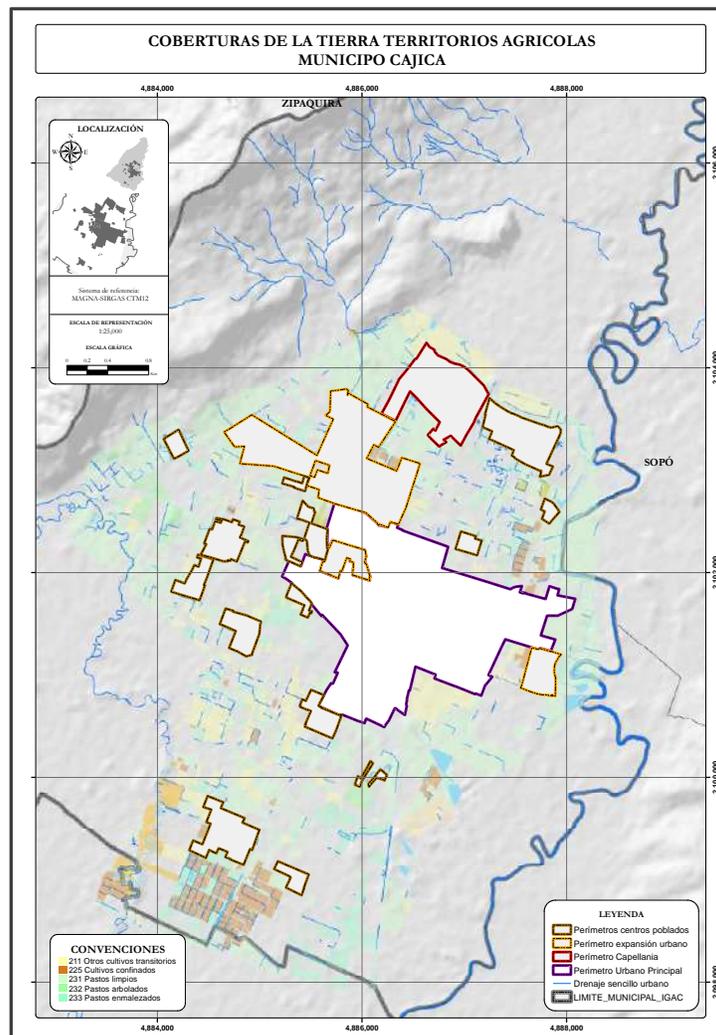


Ilustración 36. Territorios agrícolas zonas urbanas Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C&C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

Otros cultivos transitorios: Son las tierras ocupadas por cultivos transitorios no incluidos en los grupos de cereales, oleaginosas, leguminosas, hortalizas y tubérculos, estos cultivos transitorios, representan únicamente el 4,2% dentro de la zona urbana de capellanía, la zona de expansión urbana y los centros poblados del municipio de Cajicá. **(Ilustración 37)**



Otros cultivos transitorios

En la fotografía se evidencia lo que se describe como otros cultivos transitorios.

Ilustración 37. Otros cultivos transitorios, zonas urbanas municipio Cajicá.

Fuente. ARCO C&C, 2021.

Cultivos confinados: Cobertura asociada a las tierras ocupadas por cultivos bajo invernaderos, principalmente frutales, floricultivos y hortalizas. Así bien, incluye todas las infraestructuras cubiertas por materiales transparentes que pueden propiciar condiciones de microclima. Los cultivos confinados en la zona urbana principal, zona urbana de capellanía, la zona de expansión urbana y los centros poblados del municipio comprenden el 0,3%. **(Ilustración 38)**



Cultivos confinados

En la fotografía se evidencia lo que se describe como cultivos confinados.

Ilustración 38. Cultivos confinados, zonas urbanas municipio Cajicá.

Fuente. ARCO C&C, 2021.

Pastos limpios: Comprende los terrenos ocupados por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor al 70%, por lo que la realización de prácticas de manejo y el nivel tecnológico

 <p>ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA</p>		 <p>ARCO C&C</p>
	<p>ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS</p>	

utilizado impide el desarrollo de otras coberturas. En la zona urbana principal, zona urbana de capellanía, la zona de expansión urbana y los centros poblados de Cajicá esta cobertura se presenta con una extensión de 1'504.973 m², traducido en un 25,39% del total municipal. (Ilustración 39)



Pastos limpios

En la fotografía se evidencia lo que se describe como pastos limpios, esta cobertura se puede encontrar dispersa en todo el municipio de Cajicá.

Ilustración 39. Pastos limpios, zonas urbanas municipio Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

Pastos enmalezados: Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m. En la zona urbana principal, zona urbana de capellanía, la zona de expansión urbana y los centros poblados de Cajicá esta cobertura se presenta con una extensión de 350.691 m², traducido en un 5,92% del total municipal. (Ilustración 40)



Pastos enmalezados

En la fotografía se evidencia lo que se describe como pastos enmalezados, esta cobertura se puede encontrar dispersa en todo el municipio de Cajicá, sin embargo, en menor medida que los pastos limpios.

Ilustración 40. Pastos enmalezados, zonas urbanas municipio Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

c) Bosques y áreas seminaturales

Las zonas de bosques y áreas seminaturales comprenden las coberturas de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrollados o por procesos climáticos (en distintos pisos altitudinales) o procesos naturales (afloramientos rocosos) o inducidos de degradación. En la zona urbana principal, zona urbana de capellanía, la zona de expansión urbana y los centros poblados de Cajicá se identifica únicamente la categoría de plantación forestal. **(Ilustración 41)**

A continuación, se describen la categoría mencionada anteriormente presente en las zonas urbanas del municipio:

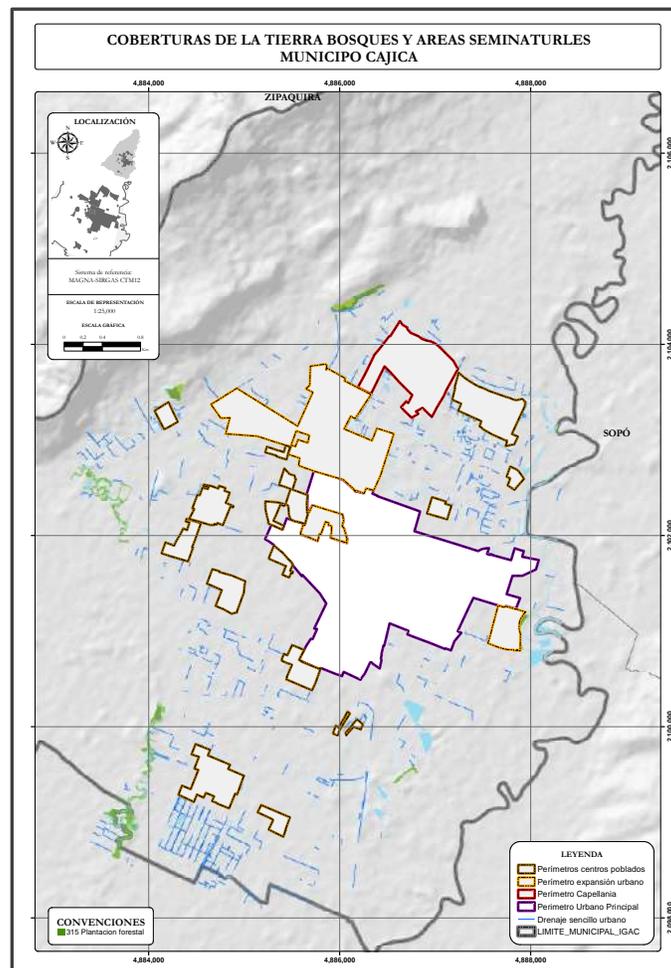


Ilustración 41. Bosques y áreas seminaturales zonas urbanas Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

Plantación forestal: Zonas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por intervención directa del hombre con fines de manejo forestal, para la producción de madera o de bienes y servicios ambientales. En la zona urbana principal, zona urbana de capellanía, la zona de expansión urbana y los centros poblados se presenta una extensión de 18.323 m². **(Ilustración 42)**



Plantacion forestal

En la fotografía se evidencia lo que se describe como Plantacion forestal.

Ilustración 42. Plantación forestal, zonas urbanas municipio Cajicá.

Fuente. ARCO C&C, 2021.

d) Superficies de agua

La cobertura de superficies de agua comprende, los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizadas al interior del continente, por la ubicación del municipio de Cajicá, se identifica la categoría de Aguas Continentales. **(Ilustración 43)**

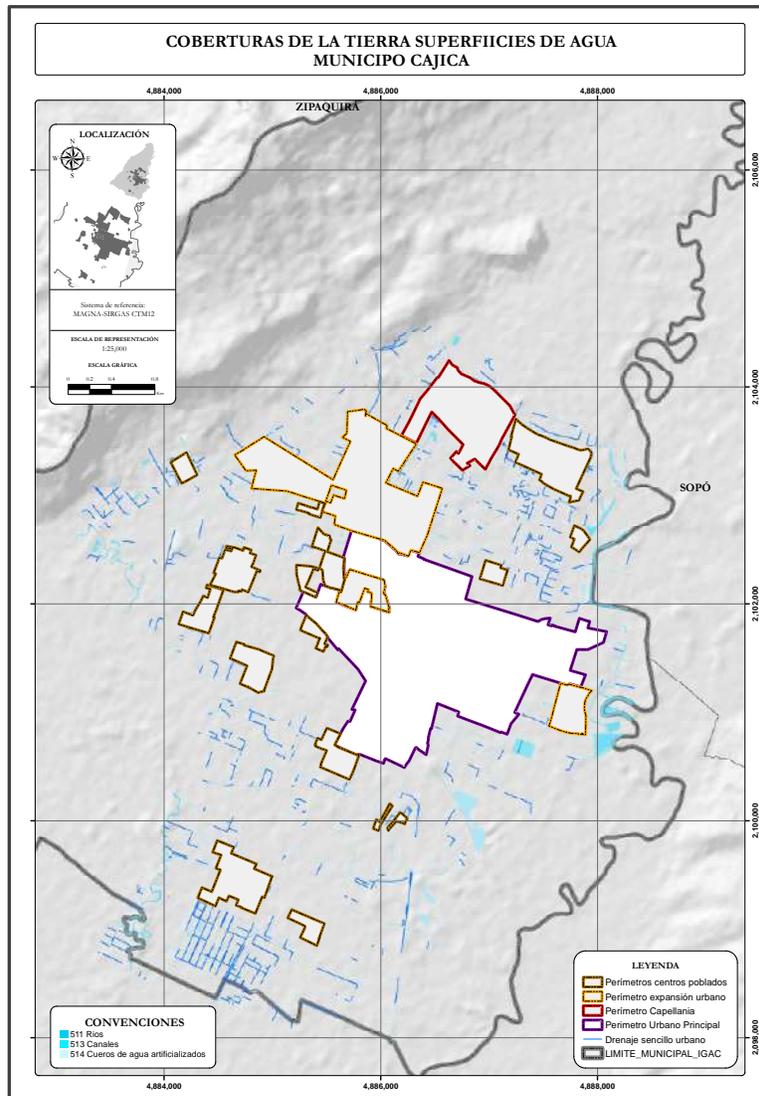


Ilustración 43. Superficies de agua zonas urbanas Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

Ríos: Los ríos son corrientes naturales de agua que fluyen con continuidad y tienen un caudal considerable, deben poseer un ancho mayor o igual a 1 metro, a razón de la unidad mínima cartografiable (UMC). En zona urbana principal, zona urbana de capellanía, la zona de expansión

urbana y los centros poblados se identifican 1.479 m² de esta cobertura, equivalente a 0.025% del área municipal. **(Ilustración 44)**

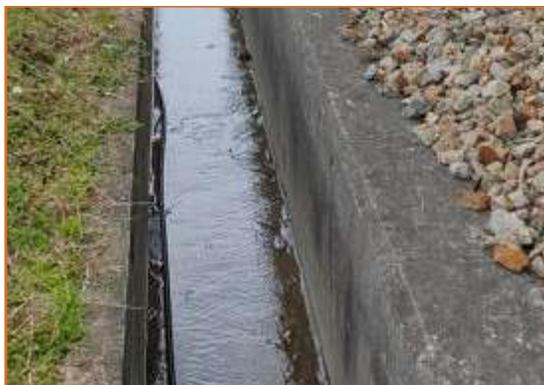


Ríos

En la fotografía se evidencia lo que se describe como ríos, en el territorio de cajica por la zona oriental de las zonas urbanas atraviesa el río bogota y por la zona occidental de las mismas pasa el río frío.

Ilustración 44. Ríos, zonas urbanas municipio Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

Canales: Los canales son cauces artificiales abiertos que contienen agua en movimiento de forma permanente, que tienen un ancho menos a 1 metro para este caso y que puede enlazar o no dos masas de agua. **(Ilustración 45)**



Canales

Para el caso de la zona urbana principal, la zona urbana de capellania, la zona de expansion urbana y los centros poblados, se encuentran una buena cantidad de canales ya que el municipio decidió conservarlos, paa estaas zona se encuentran 22.010 m²

Ilustración 45. Canales, zonas urbanas municipio Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

Cuerpos de agua artificiales: Comprende cuerpos de agua artificiales, es decir, que fueron creados por el hombre para prestar algún servicio de abastecimiento, control de caudales, riego, entre otros. Esta cobertura tiene una extensión total de 6.061 m², es decir, 0.1%, en las áreas que comprenden la zona urbana principal, zona urbana de capellanía, la zona de expansión urbana y los centros poblados del municipio de Cajicá. **(Ilustración 46)**



Cuerpos de agua artificiales

En la fotografía se evidencia lo que se describe como cuerpos de agua artificiales, los cuales se encuentran generalmente aledaños a cultivos de diferentes tipos o en zonas recreativas.

Ilustración 46. Cuerpos de agua artificiales, zonas urbanas municipio Cajicá.
Fuente. ARCO C&C, 2021.

1.4.6. Geología

Para la generación del mapa geológico, se realiza la siguiente secuencia de actividades con base en el **Diagrama 7**.

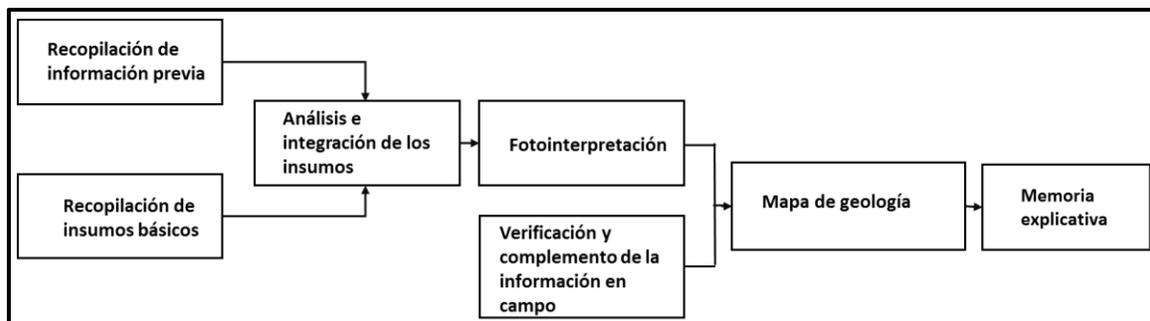


Diagrama 7. Proceso Metodológico para la obtención del mapa geológico a escala 1:2.000.



- 1. Recopilación de información previa:** esta fase contempla la recopilación y análisis de información disponible sobre la zona, necesaria para el desarrollo y caracterización del componente geológico. Se toma como base los estudios previos de la Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2017), los mapas geológicos escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano y sus respectivas memorias técnicas, en el caso del suelo urbano principal de Cajica, corresponden a la información de la plancha 245 Girardot (1998), 246 Fusagasugá (1998) y 264 Espinal (2000) y demás estudios que se encuentren disponibles para la zona. Se evalúa la calidad y pertinencia de la información que permitirá indicar la viabilidad para ser incorporados.
- 2. Recopilación de insumos básicos:** para la escala 1:2.000, se generan elementos como el DEM con una resolución de 1 m/píxel (**Ilustración 7**), la cartografía base y ortofotografías (50 cm/píxel) de la zona (**Ilustración 6**), que sirven como insumos base para la fase de fotointerpretación y se integra con la cartografía temática previamente recopilada en el paso anterior.
- 3. Análisis e integración de los insumos:** para la delimitación preliminar de las unidades geológicas que integran el área de estudio, se utiliza un Sistema de Información Geográfica (SIG), en el cual se generan los insumos o las variables que sirven como herramienta dentro del proceso de fotointerpretación como lo son: el mapa de pendientes (**Ilustración 47**), curvatura, rugosidad, hillshade (**Ilustración 48**) y demás variables derivados del DEM que se integran junto con los mapas previos realizados por Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021), el Servicio Geológico Colombiano y demás consultados en la fase 1.
- 4. Fotointerpretación:** en esta etapa se redefinen los límites de los polígonos de las unidades geológicas ya establecidos de la etapa anterior, se actualizan especialmente las unidades asociadas a depósitos cuaternarios, como también el trazo de lineamientos, fallas y pliegues. Como resultado, se obtiene una fotointerpretación geológica a escala 1:2.000 para el área del suelo urbano principal de Cajicá, la cual será corroborada y complementada con la fase de campo.

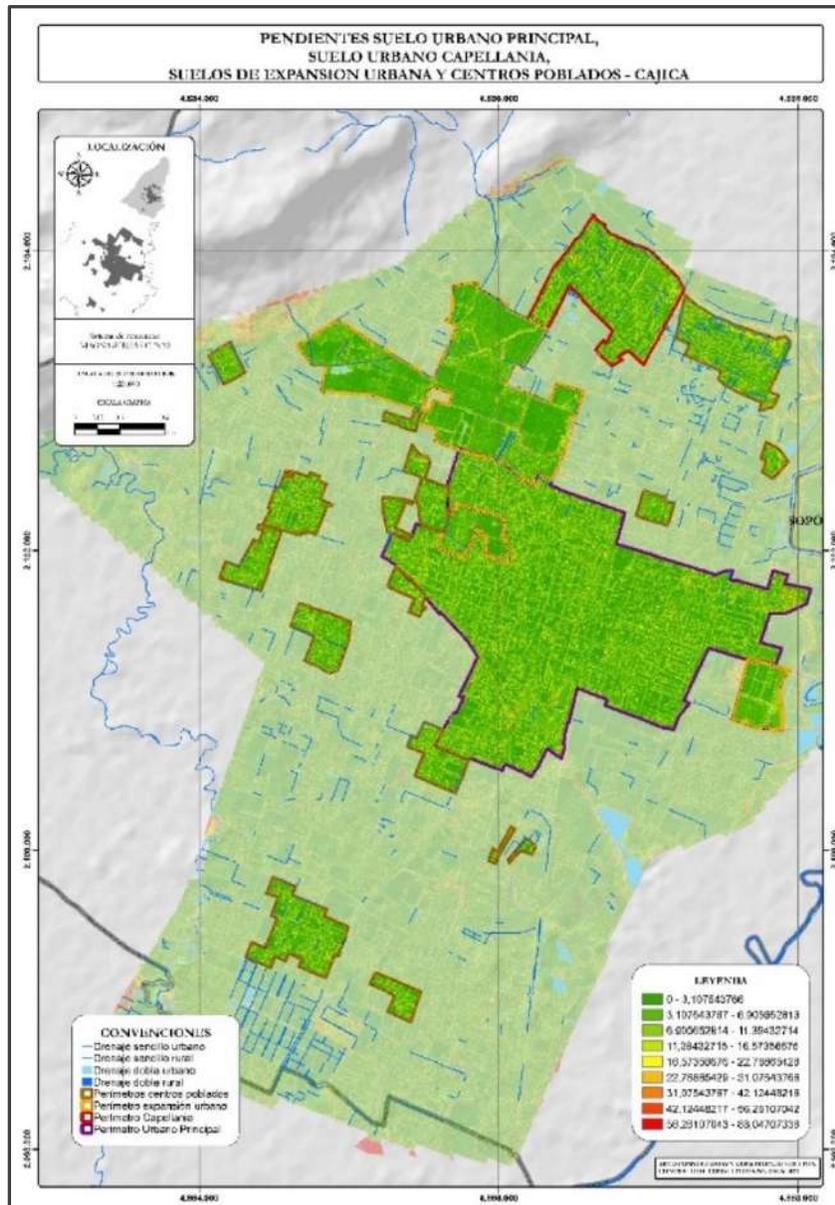


Ilustración 47. Mapa de pendientes del área del Suelo urbano principal, suelo urbano capellanía, suelos de expansión urbana y centros poblados.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- 5. Verificación y complemento de la información en campo:** la fotointerpretación del paso anterior es complementada y calibrada con la información obtenida de las jornadas de campo, dando como resultado el mapa de unidades geológicas a nivel de capas o estratos.

La información recopilada en campo corresponde a los recorridos que se realizan sobre las vías principales del área de estudio, donde se comprueba o reajustan las unidades foto interpretadas junto con los lineamientos.

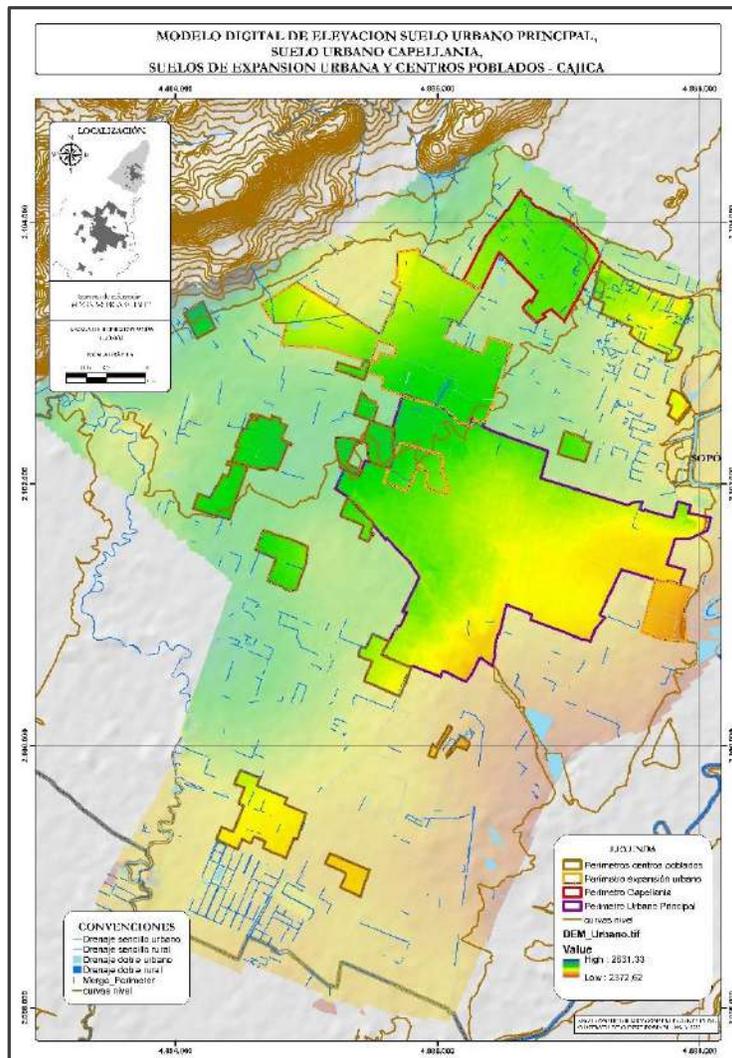


Ilustración 48. Mapa de sombras del área del Suelo urbano principal, suelo urbano capellanía, suelos de expansión urbana y centros poblados.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).



El trabajo de campo busca reconocer las características físicas de los materiales geológicos presentes en el área de estudio por medio de la descripción de afloramientos. En dichos puntos se establecerá:

- a) Georreferenciación del punto a través de coordenadas (latitud, longitud y altura) por medio de un GPS.
- b) Registro fotográfico del afloramiento con su orientación.
- c) Caracterización del tipo de rocas: litología, color, textura, estructura, estado de meteorización o alteración, caracterización de las discontinuidades presentes y dato estructural si lo permite.

El control de campo en el área del suelo urbano principal de Cajicá permitió la verificación de las unidades geológicas, geomorfológicas y geológicas superficiales encontradas a lo largo de las vías principales de su área, como se puede observar en la siguiente imagen:

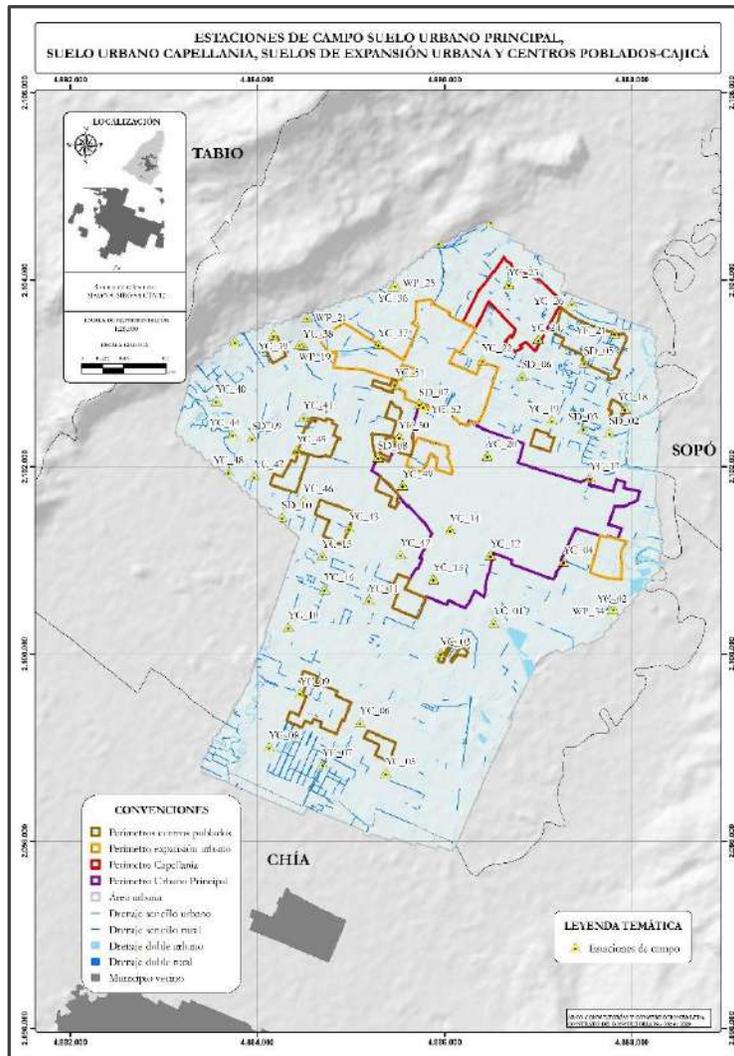


Ilustración 49. Estaciones de campo en el Suelo Urbano Principal, suelo urbano capellanía, suelos de expansión urbana y centros poblados.
Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

Las coordenadas de los puntos de control se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 11. Estaciones de campo en el área del Suelo urbano principal, municipio de Cajicá.

Nombre	Elevación (m)	Coordenadas Este (m)	Coordenadas Norte (m)	Nombre	Elevación (m)	Coordenadas Este (m)	Coordenadas Norte (m)
SD_01	2,550	4,888,466	2,101,856	WP_70	2,598	4,885,856	2,104,488
SD_02	2,550	4,887,760	2,102,368	WP_71	2,602	4,885,940	2,104,395
SD_03	2,552	4,887,479	2,102,414	WP_72	2,785	4,883,433	2,103,835
SD_04	2,560	4,887,309	2,103,920	WP_73	2,866	4,883,774	2,104,200
SD_05	2,555	4,887,490	2,103,116	WP_74	2,821	4,883,995	2,104,051
SD_06	2,560	4,886,824	2,102,974	WP_75	2,820	4,884,005	2,104,046
SD_07	2,555	4,885,728	2,102,676	WP_76	2,679	4,884,032	2,103,858
SD_08	2,560	4,885,286	2,102,105	YC_01	2,550	4,886,523	2,100,337
SD_09	2,559	4,883,942	2,102,314	YC_02	2,550	4,887,789	2,100,463
SD_10	2,560	4,884,259	2,101,466	YC_03	2,552	4,885,956	2,100,007
SD_14	2,560	4,887,619	2,103,965	YC_04	2,552	4,887,268	2,100,989
WP_02	2,713	4,887,295	2,105,318	YC_05	2,550	4,885,370	2,098,728
WP_03	2,580	4,881,786	2,102,090	YC_06	2,550	4,885,098	2,099,269
WP_04	2,704	4,885,234	2,104,929	YC_07	2,550	4,884,693	2,098,822
WP_09	2,580	4,887,090	2,105,069	YC_08	2,550	4,884,124	2,099,005
WP_10	2,689	4,885,421	2,105,090	YC_09	2,552	4,884,453	2,099,584
WP_12	2,574	4,886,499	2,104,625	YC_10	2,555	4,884,331	2,100,290
WP_15	2,795	4,884,448	2,104,622	YC_11	2,556	4,885,187	2,100,577
WP_16	2,825	4,883,679	2,104,366	YC_12	2,556	4,886,489	2,101,056
WP_17	2,791	4,883,820	2,104,446	YC_13	2,556	4,885,879	2,100,802
WP_18	2,641	4,885,545	2,104,842	YC_14	2,559	4,886,057	2,101,327
WP_19	2,568	4,884,444	2,103,309	YC_15	2,559	4,884,691	2,101,054
WP_20	2,603	4,881,894	2,102,378	YC_16	2,557	4,884,715	2,100,693
WP_21	2,600	4,884,531	2,103,598	YC_17	2,551	4,887,550	2,101,886
WP_22	2,613	4,883,696	2,103,493	YC_18	2,550	4,887,928	2,102,625
WP_23	2,586	4,883,756	2,103,340	YC_19	2,555	4,887,142	2,102,498
WP_25	2,572	4,885,468	2,103,945	YC_20	2,558	4,886,452	2,102,121
WP_26	2,787	4,884,221	2,104,591	YC_21	2,552	4,887,812	2,103,431
WP_27	2,598	4,885,698	2,104,566	YC_22	2,561	4,886,400	2,103,145
WP_28	2,549	4,882,525	2,102,527	YC_23	2,564	4,886,684	2,103,952
WP_29	2,558	4,884,084	2,100,778	YC_24	2,560	4,886,998	2,103,365
WP_30	2,660	4,884,424	2,103,784	YC_25	2,558	4,887,480	2,104,597
WP_31	2,663	4,885,984	2,104,538	YC_26	2,560	4,887,359	2,103,750
WP_32	2,550	4,888,496	2,101,877	YC_27	2,571	4,887,698	2,105,514
WP_33	2,558	4,884,114	2,100,689	YC_36	2,572	4,885,449	2,103,932
WP_34	2,550	4,887,798	2,100,486	YC_37	2,551	4,885,292	2,103,309
WP_35	2,546	4,888,472	2,100,162	YC_38	2,567	4,884,489	2,103,300
WP_68	2,614	4,885,919	2,104,782	YC_39	2,577	4,884,169	2,103,417
WP_69	2,637	4,885,942	2,104,941	YC_40	2,560	4,883,557	2,102,708



Nombre	Elevación (m)	Coordenadas Este (m)	Coordenadas Norte (m)
YC_41	2,551	4,884,492	2,102,538
YC_42	2,559	4,885,530	2,101,065
YC_43	2,560	4,884,978	2,101,346
YC_44	2,560	4,883,734	2,102,349
YC_45	2,557	4,884,418	2,102,174
YC_46	2,560	4,884,492	2,101,644

Nombre	Elevación (m)	Coordenadas Este (m)	Coordenadas Norte (m)
YC_47	2,560	4,883,965	2,101,904
YC_48	2,560	4,883,693	2,101,951
YC_49	2,560	4,885,551	2,101,806
YC_50	2,560	4,885,511	2,102,323
YC_51	2,550	4,885,469	2,102,885
YC_52	2,556	4,885,769	2,102,646

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

6. **Revisión final y edición del mapa geológico:** al finalizar la fase de campo, se llevan a cabo los ajustes al mapa preliminar de unidades geológicas según lo evidenciado en campo. Se complementan los atributos requeridos para cada unidad y se consolida el mapa geológico del suelo urbano principal de Cajicá. Esta información especializada cuenta con la descripción del tipo de rocas o depósitos, pliegues, fallas y lineamientos y una leyenda litoestratigráfica; este producto cartográfico está basado en los estándares cartográficos del Servicio Geológico Colombiano.
7. **Memoria Explicativa:** la elaboración del informe final se realiza a partir de la información recopilada en etapas anteriores, teniendo en cuenta tanto la fase de campo, como la fotointerpretación y rectificación de unidades y lineamientos realizados en oficina, así como la información secundaria que sustenta este componente.

De acuerdo con lo anterior, la información geológica generada se muestra a continuación:

1. Estratigrafía

En el suelo urbano principal de Cajicá, afloran rocas sedimentarias del Cretácico Superior y Paleógeno Inferior, además de depósitos del Cuaternario. A partir de la memoria explicativa del Mapa Geológico de la plancha 209 (Zipaquirá) – y 228 (Bogotá Noreste), el mapa realizado y del corte geológico del municipio, se encuentran las siguientes unidades (**Ilustración 50**).

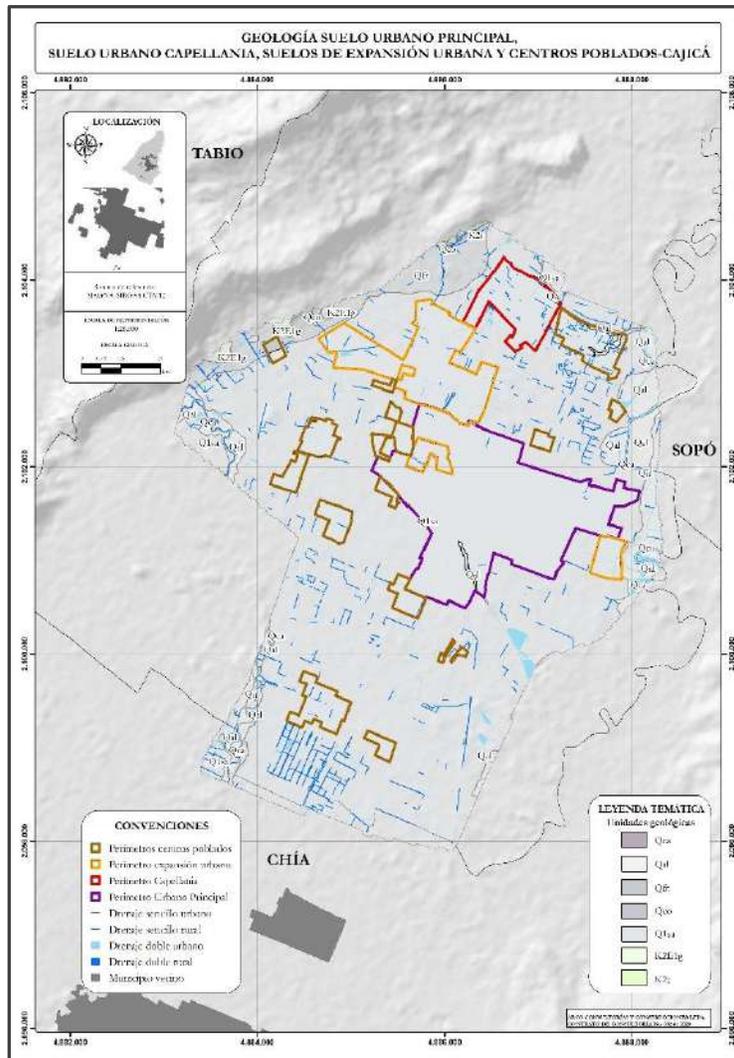


Ilustración 50. Mapa geológico del Suelo urbano principal, suelo urbano capellanía, suelos de expansión urbana y centros poblados.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- Formación Arenisca de Labor y Tierna (K2t) Maastrichtiano Inferior**
 Conformar la parte superior del Grupo Guadalupe. En un principio la formación estaba dividida en dos, como Formación Arenisca de Labor y Formación Arenisca Tierna por Pérez & Salazar (1978), luego las dos formaciones son unificadas en una sola unidad, por su similitud facial Renzoni (1962, 1968). En ella predominan las cuarzoarenitas, “y se distingue en general por

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

areniscas granulosas, tiernas, que llevan un banco poroso constituido de materia orgánica silícea, intercalaciones con capas delgadas y medias de liditas, limolitas y algunas intercalaciones de arcillolitas.

La Formación Arenisca de Labor y Tierna se destaca geomorfológicamente como un escarpe fuerte, aunque no tan pronunciado como el de la Formación Arenisca Dura (Pérez & Salazar, 1978). Las formaciones Plaeners a la base y Guaduas al tope configuran valles que enmarcan el escarpe. El contacto inferior con la infrayacente Formación Plaeners es concordante y gradual rápido. El contacto superior, con la suprayacente Formación Guaduas es concordante y neto (**Ilustración 51**).



Ilustración 51. Rocas de la Formación Plaeners, Cerro Montecipio sobre la vía Manas-Molino, vereda Chuntame.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- **Formación Guaduas (K2E1g) Maastrichtiano Superior - Paleoceno**

Siendo parte de una serie más grande definida por Hettner (1892), es Hubach (1931a, 1957a) quien toma la parte baja de dicha serie dándole el rango de formación. La Formación Guaduas según Hubach (1957a) está constituida por tres conjuntos: el inferior que consta de arcillolitas de color gris oscuro con amonitas y bivalvos en la base; el intermedio compuesto por arcillolitas frecuentemente carbonosas, de color gris oscuro, mantos de carbón explotables y dos niveles de

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

areniscas, La Guía (inferior) y la Lajosa (superior); y el superior, de lodolitas rojizas, azulosas, verdosas y moradas con algunos mantos no explotables de carbón y areniscas.

Morfológicamente, la Formación Guaduas conforma un valle con colinas de pendientes muy suaves entre la infrayacente Formación Arenisca de Labor y Tierna (con un límite inferior neto y concordante) y la suprayacente Formación Cacho (con el mismo tipo de contacto). (Ilustración 52).



Ilustración 52. Rocas de la Formación Guaduas, vereda Chuntame al costado norte del Cerro Montepincio.
Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

Depósitos cuaternarios

Los depósitos cuaternarios presentes en el suelo urbano principal de Cajicá corresponden a sedimentos generados por efecto de la acción fluvial y de la gravedad.

- **Formación Sabana (Q1sa) Pleistoceno Medio – Superior**

Depósitos extensos, de aspecto aterrazado y con morfología ondulada suavemente inclinada. En la parte central de la Sabana de Bogotá, la Formación Sabana está constituida principalmente por arcillas, mientras que hacia el sector de Chía-Cota (hacia el techo) se encuentran intercalaciones de arcillas arenosas y arenas arcillosas relacionadas con sedimentos de los ríos Frío y Bogotá; en la parte más norte del valle de Sopó-La Calera se encuentran intercalaciones de turba y arenas arcillosas al tope de la formación (Helmens, 1990).

La Formación Sabana suprayace la Formación Subachoque, aunque puede encontrarse directamente sobre el sustrato rocoso precuaternario, como la Formación Guaduas (Helmens, 1990). (Ilustración 53).



Ilustración 53. Depósitos de la Formación Sabana, cerca al conjunto residencial campestre San Paulino, zona central del municipio.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- **Depósitos aluviales (Qal)**

Son aquellos depósitos que se localizan a lo largo de los drenajes del área. Se destacan por su dimensión los que forman, los ríos Bogotá y Frío. Se caracterizan por presentar material no consolidado, arenoso y limoso con escasas barras de gravas; las areniscas son de varias granulometrías (**Ilustración 54**).



Ilustración 54. Depósitos aluviales con desarrollo de vegetación cerca a la comunidad religiosa de los Oblatos, vereda Chuntame.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

- **Depósitos de Cauce Activo (Qca)**

Están asociados principalmente a los afluentes que actualmente drenan el área del suelo urbano principal del municipio de Cajicá vinculados al río Frío y río Bogotá; compuestos por bloques, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas (**Ilustración 55**).



Ilustración 55. Depósitos de cauce activo en el Río Frío, en la vereda Canelón.
Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- **Depósitos coluviales (Qco)**

Dentro de los depósitos coluviales se incluyen los depósitos de pendiente de origen local, que se encuentran dispersos en el área. Estos constan de depósitos conglomeráticos matriz-soportados de cantos y bloques, moderadamente seleccionados y sub redondeados, polimícticos.

Estos depósitos forman unidades de conos coluviales, conos de taludes, lóbulos de soliflucción y flujos torrenciales; los conos coluviales y lóbulos de soliflucción son de longitudes cortas y largas, tienen formas convexas e inclinaciones, suaves o abruptas. Son acumulaciones sobre las laderas por procesos de escorrentía superficial, por flujo lento y viscoso de suelos saturado y no saturado, y la litología es de bloques angulares a subangulares de diferentes tamaños embebido en un material arcilloso. Se observan en el suelo en el costado noroccidental del suelo urbano principal de Cajicá.

- **Depósitos de Flujo Torrencial (Qft)**

Fragmentos, cantos y bloques, de composición heterogénea, de forma angular a subangular, en matriz de arena, arcilla; con intercalaciones de capas de arena, arcillas y gravas, y paleosuelos negros (**Ilustración 56**).

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	



Ilustración 56. Depósitos flujo torrenciales, por la vía Manas-Molino – Cajicá-Tabio, vereda Chuntame, al noroccidente del área urbana.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El área urbana de Cajicá está asentada sobre una planicie derivada de los depósitos tanto lacustres como fluviales, antiguos y recientes, de lo que constituye la sabana de Bogotá y recientemente la dinámica de los ríos Bogotá y Frío, estos ríos son el resultado de la geología estructural tanto a nivel regional propia de la formación de la cordillera oriental y localmente el Anticlinal de Bogotá en el costado oriental del municipio (de orientación predominantemente NS), y de un conjunto de fallas en la que resalta la falla el Porvenir al occidente (falla de cabalgamiento), además de todo el material sedimentario que a través del tiempo geológico ha sido depositado en la cuenca y que la ha dotado de su topografía plana, geometría que siempre ha sido un atractivo para el asentamiento antrópico y su evolución a centros urbanos

- **Anticlinal de Bogotá**

Montoya & Reyes (2005) unen el Anticlinal de Bogotá con el de Usaquén, con base en que se puede continuar la forma anticlinal hacia el norte hasta la vereda Hato Grande, al oriente de Cajicá, sólo interrumpida por fallas de poco desplazamiento. El eje de la estructura tiene orientación de N10°E; es un anticlinal abierto, sub vertical, que presenta un volcamiento hacia



el sur posiblemente debido a la Falla de Bogotá. En el núcleo aflora la Formación Chipaque al sur y la Formación Arenisca de Labor y Tierna hacia el norte, con la Formación Guaduas en los flancos.

- **Falla El Porvenir**

Nombre tomado de Velandia & Bermoudes (2002), para referirse a la estructura que es la continuación por debajo de los depósitos cuaternarios de la falla que bordea por el occidente a la serranía de Chía – Cota y que se extiende hacia el norte hasta Zipaquirá. Es una falla inversa con vergencia al occidente, en su parte sur se localiza debajo de depósitos cuaternarios, pero es la responsable del levantamiento de la serranía de Chía colocando la Formación Conejo al nivel de los depósitos cuaternarios. En el sector norte desde la carretera Tabio-Cajicá, hacia Zipaquirá, su trazo entra a afectar rocas de las formaciones Dura, Plaeners y Labor-Tierna, esta última cabalga sobre la Formación Guaduas, en este sentido su desplazamiento va siendo menos importante y en Zipaquirá queda involucrada en el complejo bloque fallado que existe a causa del diapirismo de sal.

1.4.7. Geomorfología

La geomorfología es una disciplina que proporciona información acerca de la génesis de las geoformas y los procesos denudacionales, estructurales y fluviales que interactúan en la evolución del paisaje de una región. Por lo tanto, la geomorfología constituye una herramienta fundamental para evaluar y proyectar el comportamiento del terreno y su interrelación con obras de infraestructura y los asentamientos humanos, enfocado entre otros, al análisis de las amenazas geológicas.

La geomorfología de una región está constituida por el conjunto de unidades geomorfológicas o geoformas que han sido modeladas por los agentes geológicos imperantes en el área; entendiendo que éstas, 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.

Para la obtención del mapa geomorfológico a nivel de “subunidad” a escala 1.25.000, que responde a las necesidades de la zonificación de los presentes estudios, seguirán los lineamientos propuestos en la metodología de Carvajal (2011) y SGC (2012), donde se sugiere un análisis del



terreno desde un punto de vista regional hasta llegar a uno local, siendo la subunidad geomorfológica la unidad cartografiable (**Diagrama 8**).



Diagrama 8. Esquema de jerarquización geomorfológica propuesto por Carvajal (2011).

La definición de cada uno de estos rangos de clasificación se presenta en los siguientes apartados:

- **Geomorfoestructura:** extensas áreas geográficas o amplios espacios continentales o intercontinentales, caracterizadas por estructuras geológicas y topográficas regionales. Ejemplo de esta categoría son cratones, escudos, plataformas, grandes cuencas, cinturones orogénicos y valles en rift. Escala de trabajo: $< 1:2'500.000$.
- **Provincia geomorfológica:** regiones que agrupan geoformas similares definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente corresponden a las regiones naturales y los terrenos geológicos de Colombia, demarcados por fallas regionales y continentales definidas o inferidas. Se definen los términos tales como: cinturones montañosos, llanuras, peneplanicies, cordilleras y serranías. Escala de trabajo entre $1:1'000.000$ y $1:500.000$.
- **Región geomorfológica:** geoformas asociadas a la génesis de los paisajes y definidas dentro de un ambiente morfogenético específico y afectados por procesos dinámicos parecidos. Permite agrupar áreas equivalentes a vertientes contenidas en una provincia

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

geomorfológica y que representen un ambiente genético particular con condiciones climáticas homogéneas. Escala de trabajo entre 1:250.000 y 1:500.000.

- **Unidad geomorfológica:** conforman la categoría anterior y corresponden a formas genéticamente homogéneas a partir de un proceso constructivo o destructivo dentro de un ambiente geomorfológico particular. Agrupan los elementos básicos que constituyen un paisaje, definidos con criterios genéticos, morfológicos y geométricos. Escala de trabajo entre 1:50.000 y 1:100.000.
- **Subunidad geomorfológica:** definidas por diferencias morfológicas y morfométricas que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de los mismos, expresados por el contraste dado por las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales de meteorización, erosión, transporte y acumulación. Escala de trabajo entre 1:10.000 y 1:25.000.
- **Elemento o componente geomorfológico:** determinada por los rasgos del relieve (escarpes naturales o antrópicos, relieves internos de laderas o flancos, crestas, formas de valle), definidos en sitios puntuales y determinados por la morfometría detallada del terreno en una subunidad geomorfológica. Igualmente, puede estar definida por micro-relieves asociados con una característica litológica o sedimentaria establecida con base en análisis detallados. Escala de trabajo mayor a 1:10.000.

Un ambiente morfogenético agrupa las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas en las que se dio el desarrollo de las unidades geomorfológicas. Su determinación se realiza a través de la expresión e interpretación de los procesos morfológicos asentados en el terreno, los cuales impulsaron la formación, evolución y modificación de las geoformas. Estos se agrupan en nueve (9) categorías cuya distinción cartográfica se hace a partir de colores.

1. **Ambiente estructural:** geoformas originadas por la dinámica interna de la Tierra, asociadas a plegamientos y fallas. Abarca a su vez, las formas originadas por la tectónica activan que se ha extendido hasta el Cuaternario. Se emplea el color púrpura para su representación.
2. **Ambiente volcánico:** asociado a las regiones donde predominan las geoformas volcánicas generadas por la emisión de material efusivo procedente del interior de la Tierra. Se emplea el color rojo para su representación.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

3. **Ambiente denudacional:** determinado por procesos de meteorización y erosión, particularmente aquellos que involucran la erosión de tipo hídrica y por los fenómenos de transposición o de movimientos en masa que ejercen su acción sobre las geoformas preexistentes. Se emplea el color amarillo para su representación.
4. **Ambiente fluvial y lagunar:** agrupa las geoformas generadas por los procesos propios de la dinámica de las corrientes fluviales encausadas. Se emplea el color azul para su representación.
5. **Ambiente marino y costero:** geoformas producto de la actividad de las corrientes marinas y el oleaje costero. Se emplea el color verde para su representación.
6. **Ambiente glacial:** geoformas originadas por la acción de los glaciares, tanto de los casquetes polares como en las altas montañas. Se emplea el color gris para su representación.
7. **Ambiente eólico:** geoformas originadas por la acción del viento como agente modelador del paisaje, principalmente en zonas desérticas. Se emplea un color amarillo para su representación.
8. **Ambiente kárstico:** geoformas producto de la meteorización y dilución de rocas y materiales propensos a la disolución en ambientes húmedos y cálidos, tales como las calizas y la sal. Se emplea el color naranja para su representación.
9. **Ambiente antropogénico y/o biológico:** morfologías formadas por la actividad del hombre que modifica la superficie del terreno. Se emplea una trama negra para su representación.

Para la generación del mapa geomorfológico, se realiza la siguiente secuencia de actividades con base en el **Diagrama 9**.

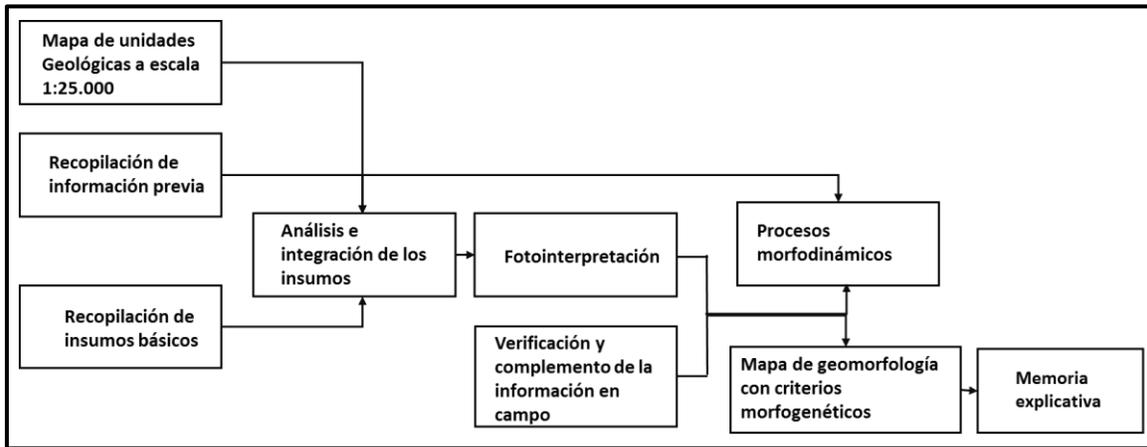


Diagrama 9. Proceso metodológico para la obtención del mapa geomorfológico a escala 1:2.000.

- Recopilación de información previa:** esta fase contempla la recopilación y análisis de información disponible sobre la zona, que ofrece información pertinente para el desarrollo y caracterización del componente geomorfológico. Aquí, se revisan y se analizan los estudios previos de la zona relacionado a temática y los procesos morfodinámicos recopilados a través de fuentes secundarias, se realiza una caracterización de la información en cuanto a calidad, formato en que se presenta, cubrimiento y pertinencia para la viabilidad de la incorporación en el presente estudio. Para esta fase, se cuenta con la geomorfología a escala 1:25.000 realizada previamente y con la elaboración del mapa geológico escala 1:2.000 generado por la consultoría (insumo base para la definición y caracterización de las unidades geomorfológicas).
- 8. Recopilación de insumos básicos:** para la escala 1:2.000, se realiza la recopilación de insumos base como el DEM (Ilustración 7), el mapa de sombras y el mapa de pendientes con una resolución de 1 m/píxel (Ilustración 47 e Ilustración 48), la cartografía base, ortofotografías (50 cm/píxel) (Ilustración 6) y la geología hecha para la zona de estudio (Ilustración 50).
- Análisis e integración de los insumos:** para la delimitación preliminar de las subunidades o componentes geomorfológicas que integran el área de estudio se usa un Sistema de Información Geográfica (SIG). En el cual se realiza una interpretación de las geoformas basadas en las características como pendientes, textura, tonos, relieve relativo y demás variables derivadas del DEM que son empleados como insumos para la interpretación, además de la interpretación de sensores remotos. También se generan insumos



multiparámetro que permite realizar un análisis más detallado, realizando los rasgos del relieve, como es la sobreposición del modelo de sombras con las pendientes.

- **Fotointerpretación:** en esta etapa se delimitan los elementos que integran el relieve dando como resultado una salida cartográfica de fotointerpretación geomorfológica con criterios morfogenéticos a nivel de componente del terreno. La estrategia empleada en esta fase, fue emplear la superposición de mapas con el modelo de sombras, lo que genera información geométrica adicional de la zona de interés (**Ilustración 48**); con lo cual, se realiza un análisis más detallado, realizando los rasgos del relieve. En esta fase, se tienen en cuenta los siguientes conceptos:

Valoración del Relieve

La valoración del relieve se hace a través de atributos cuantificables permitiendo así caracterizar un ambiente geomorfológico. Los principales parámetros evaluados para la interpretación de los componentes del terreno, propuestos en la metodología de Carvajal (2011) y SGC (2012) son:

1. **Morfología:** Corresponde a la apariencia y forma del relieve en general e incluye:

- **Forma de la ladera:** parámetro que refleja la homogeneidad de la resistencia de los materiales o control de estructuras geológicas y condiciona los tipos de movimientos en masa que puedan desarrollarse (**Tabla 12**).

Tabla 12. Clasificación forma de la ladera.

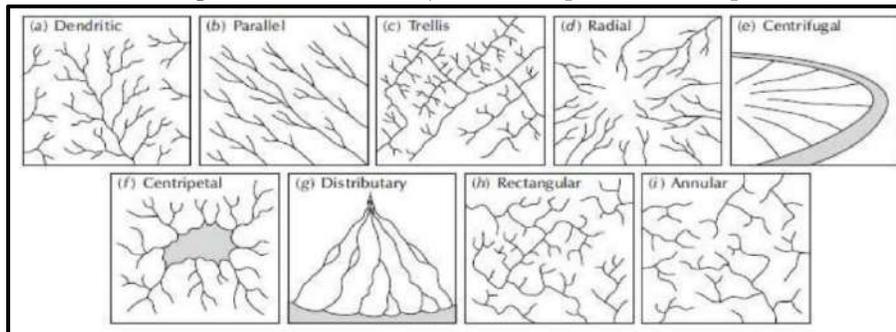
Clase	Características del material	Movimientos en masa asociados
Recta	Alta resistencia y disposición estructural a favor de la pendiente	Movimiento traslacional
Cóncava	Material blando y disposición estructural no diferenciada	Deslizamiento rotacional
Convexa	Materiales blandos y disposición estructural casi horizontal	Meteorización y erosión. Pequeños deslizamientos rotacionales
Irregular / Escalonada	Materiales con resistencia variada Disposición estructural en contra de la pendiente	Caída de bloques Erosión diferencial

Clase	Características del material	Movimientos en masa asociados
Compleja	Mezcla de materiales. Disposición estructural no definida	Deslizamientos complejos

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2012).

- **Patrón del Drenaje:** es la distribución de todos los canales de drenaje superficiales en un área ocupada o no por aguas permanentes (**Ver Figura 1**).

Figura 1. Patrón de drenaje controlado por estructura o pendiente.



Fuente: Huggett (2007) en Servicio Geológico Colombiano, (2012).

- **Forma de crestas y valles:** corresponde a la divergencia entre las formas características que presenta el relieve, es un parámetro de agrupamiento establecido en la apariencia superficial de la geoforma (**Tabla 13**).

Tabla 13. Forma de cresta y valle.

FORMA DE CRESTA	FORMA DE VALLE
Aguda	Artesa
Redondeada	Forma de V
Convexa amplia	Forma de U
Convexa plana	
Plana	
Plana disectada	

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2012).

2. **Morfometría:** son los aspectos cuantitativos de la longitud, forma y pendientes, y la relación geométrica entre las diferentes posiciones espaciales. Los componentes del terreno para su descripción son:

- **Contraste de relieve o relieve relativo:** es la diferencia de la altitud en la geoforma entre la parte más alta y la más baja de ésta. No está relacionado con la altura respecto a nivel del mar (**Tabla 14**).

Tabla 14. Rangos de intervalos de altura o relieve relativo.

ÍNDICE DE RELIEVE	DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE	RESISTENCIA RELATIVA DEL MATERIAL
< 50 m	Muy bajo	Materiales muy blandos y erosionables
50 – 250 m	Bajo	Blando erosionable
250 – 500 m	Moderado	Moderadamente blando y erosión alta
500 – 1000 m	Alto	Resistente y erosión moderada
1000 – 2500 m	Muy Alto	Muy resistente y erosión moderada
> 2500 m	Extremadamente Alto	Extremadamente resistente y erosión muy baja

Fuente: Carvajal (2011) – Padilla et al. (2001) (en SGC, 2012).

- **Longitud de la ladera:** es un indicador de la homogeneidad del material que constituye la geoforma (**Tabla 15**).

Tabla 15. Rango de longitud de ladera.

LONGITUD (metros)	DESCRIPCIÓN
< 50	Muy corta
50 - 250	Corta
250 - 500	Moderadamente larga
500 - 1000	Larga
1000 - 2500	Muy larga
> 2500	Extremadamente larga

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2012).

- **Inclinación de la ladera:** ángulo que forma una ladera o terreno respecto a un plano horizontal (**Tabla 16**).



Tabla 16. Rangos de pendientes para estudios geomorfológicos.

INCLINACIÓN (Grados)	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL Y COMPORTAMIENTO
0 – 5	Plana a suavemente inclinada	Muy blanda y muy baja susceptibilidad a los movimientos en masa (MM)
6 – 10	Inclinada	Blanda y baja susceptibilidad a MM
11 – 15	Muy Inclinada	Moderadamente blanda y moderada susceptibilidad a MM
16 – 20	Abrupta	Moderadamente resistente y moderada susceptibilidad a MM
21 – 30	Muy Abrupta	Resistente y alta susceptibilidad a MM
31 – 45	Escarpada	Muy resistente y alta susceptibilidad a MM
45 – 90	Muy Escarpada	Extremadamente resistente, alta susceptibilidad a MM

Fuente: Carvajal (2011).

El grado de inclinación del terreno es un factor que limita el desarrollo de actividades sobre el suelo y es, además, un insumo para determinar la susceptibilidad a la erosión, movimientos en masa e inundaciones.

- 3. Morfogénesis:** implica el origen de las formas del terreno, las causas y procesos que dieron la forma al paisaje, estas variables dependen de los procesos endogenéticos y la modificación de los agentes exogenéticos que actúan sobre la superficie terrestre. Los agentes morfogenéticos imperantes en el área de estudio están asociados a procesos de geodinámica externa o exógenos, siendo el agua superficial el principal agente responsable del modelado del relieve, por medio de la meteorización física, erosión y transporte de los materiales resultantes.
- Verificación y complemento de la información en campo:** la fotointerpretación del paso anterior se complementa y se calibra con la información obtenida de las jornadas de campo, dando como resultado el mapa de elementos geomorfológicos a escala 1:2.000. La información recopilada en campo corresponde a los recorridos que se realizan sobre las vías principales del área de estudio donde se comprueba las unidades foto interpretadas o se corrigen.

La metodología de trabajo en campo busca la identificación de sitios geográficos en los cuales se pudiera reconocer los rasgos morfológicos del relieve. Por lo cual, se procede a la caracterización geomorfológica de dicho punto tomando en cuenta los siguientes parámetros:

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

- a) Georreferenciación del punto a través de coordenadas (latitud, longitud y altura) por medio de un GPS.
 - b) Referencias geográficas a partir de nombres de caseríos, fincas, puntos de partida o inicio de vías principales, sitios o puntos a trabajar.
 - c) Orientación de la visual de las fotografías.
- **Revisión final y edición del mapa geomorfológico analítico:** al finalizar la fase de campo se lleva a cabo los ajustes al mapa preliminar de elementos geomorfológicos según lo evidenciado en campo. Se complementan los atributos requeridos para cada elemento geomorfológico y se consolida el mapa geomorfológico con criterios geomorfogénéticos, resultando una salida cartográfica de fotointerpretación geomorfológica con criterios morfogenéticos a nivel de elemento o componente de terreno, a escala 1:2.000, la cual aportó elementos para la delimitación de las subunidades y zonificación de la amenaza.
 - **Memoria explicativa:** por último, se realiza el documento explicativo del mapa anterior.

Elementos geomorfológicos

Para el área del suelo urbano principal de Cajicá se llevó a cabo un proceso de interpretación geomorfológica con fines de zonificación por movimientos en masa, de acuerdo con la metodología propuesta por Carvajal (2011) y el Servicio Geológico Colombiano (2012); dicho mapa se presenta en la **Ilustración 57**. A continuación, se describen las subunidades geomorfológicas a nivel de componente, de acuerdo con el ambiente de formación.

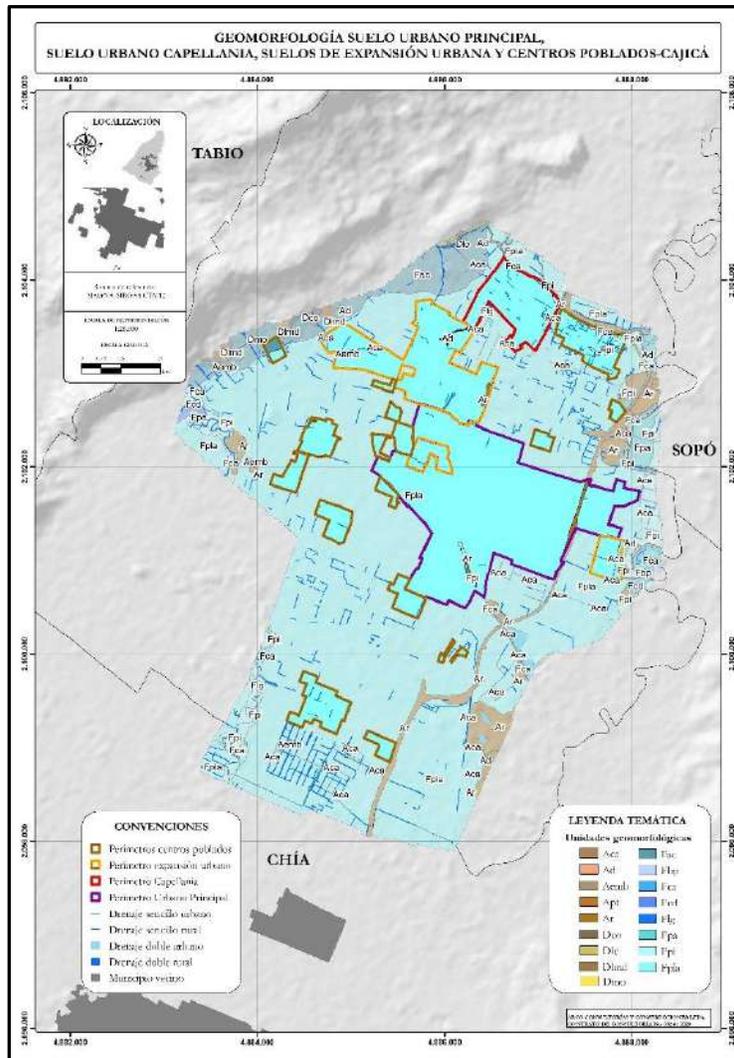


Ilustración 57. Geomorfología del Suelo urbano principal, municipio de Cajicá.
Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

Ambiente Denudacional

Incluye las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial, que remodelan y dejan remanentes de las unidades preexistentes y de igual manera, crean

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

nuevas por la acumulación de sedimentos. Corresponde al 0.60% de los elementos geomorfológicos presentes en el área de estudio.

- **Cono y lóbulo coluvial y de soliflucción (Dco):** estructura en forma de cono o lóbulo con morfología alomada baja. Su origen está relacionado a procesos de transporte y depósito de materiales sobre las laderas y por efecto de procesos hidrogravitacionales en suelos saturados y no saturados. Su depósito está constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes, embebidos en una matriz arcillosa a areno limo-arcillosa. En el área estudiada, se observan principalmente en el suelo de expansión, del área urbana principal de Cajicá. Geológicamente, son equivalentes a depósitos coluviales.
- **Ladera erosiva (Dle):** Corresponde a superficies del terreno de pendientes muy inclinadas a escarpadas, de longitudes moderadas a extremadamente largas, de formas planas, cóncavas y convexas, patrón de drenaje típico dendrítico a subparalelo. Presenta procesos erosivos intensos como cárcavas, surcos y soliflucción, sobre materiales de suelo o roca. Estas laderas no necesariamente están asociadas a una geoforma mayor o una estructura (**Ilustración 58**).



Ilustración 58. Ladera erosiva, Cerro Montecipio sobre la vía Manas-Molino, vereda Chuntame.
 Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- **Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo):** Elevación del terreno con una altura menor de 50 metros sobre su nivel de base local, con una morfología colinada,

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

cóncava o convexa, suavemente inclinada y con drenaje divergente. Su origen es relacionado a procesos de meteorización y erosión intensa sobre rocas blandas o friables y en sedimentos no consolidados, dispuestos de manera horizontal a ligeramente inclinados.

- Lomeríos muy disectados (Dlmd):** Prominencias topográficas de morfología alomada o colinada, con cimas agudas a redondeadas estrechas, de laderas cortas a moderadamente largas, de forma cóncava a rectas y pendientes abruptas a escarpadas, con índice de relieve bajo. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la alta disección, generando valles en V. Estos lomeríos generalmente se encuentran en los bordes de altiplanos y frentes de erosión. En esta unidad los procesos que se presentan son movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional (**Ilustración 59**).



Ilustración 59. Lomeríos muy disectados, vía Manas-Molino – Cajicá-Tabio, frente a lácteos el Pomar, al noroccidente del área urbana.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

Ambiente Fluvial y Lagunar

Incluye las geoformas que se originan por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dichos cauces, tanto en

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

épocas de grandes avenidas e inundación, como en la dinámica normal de las corrientes perennes, durante la época seca. De esta manera, es posible encontrar unidades aledañas a ríos, quebradas y en el fondo de los cauces, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando éstas pierden su capacidad de arrastre. Corresponde al 94.26% de los componentes geomorfológicos presentes en el área de estudio.

- **Abanicos aluviales coalescentes no diferenciados, Bajadas (Fac):** Superficie ondulada localizada en los frentes montañosos que se han formado por la unión de varios abanicos aluviales coalescentes, formando llanuras deposicionales de piedemonte o Bajadas. Presentan pendientes del orden de 1° a 5°, aunque pueden alcanzar 10° cerca de los ápices de los abanicos. Generalmente presenta drenaje dicotómico (**Ilustración 60**).



Ilustración 60. Abanicos aluviales coalescentes no diferenciados, vía Manas-Molino – Cajicá-Tabio, frente al condominio residencial Quintas del Molino, al noroccidente del área urbana.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- **Barra puntual (Fbp)** Cuerpo en forma de medialuna de morfología suave ondulada, compuesta de crestas y artesas curvas de poca altura. Estos cuerpos se localizan en la parte cóncava de los meandros de los ríos, como producto de la acumulación de sedimentos erodados de la parte convexa del cauce. Su depósito está constituido por sedimentos generalmente arenosos finos y materiales arcillosos en las artesas. Cuando se dan procesos de migración lateral del cauce, la acumulación de este tipo de barras, pueden conformar conjuntos sencillos o complejos de orillales (**Ilustración 61**).

 <p>ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA</p>		 <p>ARCO C & C</p>
	<p>ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS</p>	



Ilustración 61. Barra Puntual y Cuenca de Decantación, en meandro del río Bogotá, costado oriental del área urbana. Imagen tomada de Google Earth.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- Cauce aluvial (Fca):** canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Pueden persistir por grandes distancias por factores como la pendiente, la resistencia del lecho, la carga de sedimentos y el caudal. Los cauces rectos se restringen a valles estrechos en forma de V, generalmente relacionados al control estructural de fallas o diaclasas. Estos cauces cuando recorren grandes distancias pueden formar lagunas y rápidos. Cuando las corrientes fluyen en zonas semiplanas a planas (llanura aluvial), los cauces son de tipo meándrico o divagante, como producto del cambio súbito de la dirección del flujo. Dependiendo la cantidad de la carga de sedimentos, la pendiente y el caudal pueden llegar a formar sistemas anastomosados, trenzados, divergentes y otras unidades asociadas. Corresponde al cauce de los ríos Bogotá y Frío (**Ilustración 62**).



Ilustración 62. Cauce aluvial del río Bogotá. Costado oriental del área urbana.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

 <p>ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA</p>		 <p>ARCO C & C</p>
	<p>ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS</p>	

- **Cuenca de decantación (Fcd):** Artesa cóncava a plano-cóncava, localmente llena de agua y pobremente drenada, casi plana. Su origen es relacionado al desborde temporal de canales o ríos adyacentes, sobre las terrazas o planos de inundación quedando como remanentes de agua. Su depósito está constituido por materiales finos arcillosos con abundancia de materia orgánica (**Ilustración 61**).
- **Laguna (Flg):** Depósito natural de agua de dimensiones inferiores, en relación con los lagos tanto en área como en profundidad. Dicha profundidad varía de acuerdo con las condiciones ambientales donde se localice y a su grado de colmatación (acumulación de sedimentos). Las lagunas de origen fluvial se relacionan con la inundación de antiguas depresiones durante la época de alta pluviosidad, estas pueden permanecer incluso en épocas secas ya que son pobremente drenadas (**Ilustración 63**).



Ilustración 63. Lagunas, (a) vereda Canelón, conjunto de Fincas la Fagua, (b) al norte de área urbana en la Universidad San Martín. (imágenes tomadas por medio de vuelo de dron por Arco Consultorías y Construcciones)

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- **Plano anegadizo (Fpa):** Superficie en forma de artesa, casi plana e irregular, con pendiente suave. Se localiza en áreas planas mal drenadas. Su origen es relacionado a procesos de encharcamiento temporal, que de manera general bordean las cuencas de decantación (**Ilustración 64**).

 <p>ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA</p>		 <p>ARCO C & C</p>
	<p>ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS</p>	



Ilustración 64. Plano anegadizo, en meandro del río Bogotá. (imagen tomada por medio de vuelo de dron por Arco Consultorías y Construcciones).

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- **Plano o llanura de inundación (Fpi):** las llanuras de inundación se presentan bordeando los cauces de la zona de estudio. Esta unidad geomorfológica coincide con los depósitos aluviales de la cartografía geológica. Se caracteriza por ser una superficie de morfología cóncava a plana, baja, ondulada, frecuentemente inundable. Su depósito está constituido por sedimentos finos originados durante crecidas. Se encuentran alrededor de las quebradas tributarias del río Bogotá y río Frio (**Ilustración 65**).

 <p>ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA</p>		 <p>ARCO C & C</p>
	<p>ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS</p>	<p>ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS</p>	



Ilustración 65. Plano o llanura de inundación, vereda Calahorra, junto al conjunto residencial Oikos Savanna.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- Planicie y delta lacustre (Fpla):** Superficie extensa de aspecto aterrazado y morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por escarpes de varios metros de altura. Su origen está relacionado al desplazamiento lateral del cauce de un río dentro de la llanura aluvial. Su depósito está constituido por arcillas con intercalaciones locales de arenas finas con niveles delgados de gravas y turbas concordantes, producto de la acumulación de materiales transportados por las corrientes (**Ilustración 66**).



Ilustración 66. Planicie y delta lacustre, constituye la mayor parte del área urbana de Cajicá.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

Ambiente Antropogénico

Incluye las geoformas resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, modificando la morfología natural del terreno. Corresponde al 5.15% de los elementos geomorfológicos presentes en el área de estudio.

- **Canal Artificial (Aca):** Canales construidos para dragado, rectificación de cauces para facilitar la navegación, para la canalización de ríos o quebradas en zonas urbanas y localmente para el abastecimiento de agua (**Ilustración 67**).



Ilustración 67. Canal Artificial en el área urbana de Cajicá.
 Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- **Dique (Ad):** También conocidos como diques de contención, son estructuras construidas para impedir el paso del agua. En el Suelo Urbano Principal estos diques artificiales se encuentran asociados principalmente a embalses.
- **Embalses (Aemb):** Acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce. La obstrucción del cauce puede ocurrir por causas naturales como, por ejemplo, el derrumbe de una ladera en un tramo estrecho del río o arroyo, la acumulación de placas de hielo o las construcciones hechas por los castores, y por obras construidas por el hombre para tal fin, como son las presas (**Ilustración 68**).



Ilustración 68. Embalse, en la vía Cajicá-Tabio, junto al río frío, en la vereda Canelón, (imagen tomada por medio de vuelo de dron por Arco Consultorías y Construcciones).

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- **Plantas de tratamiento de aguas residuales (Apt):** Piscinas y/o lagunas de oxidación de variada profundidad hechas de manera artificial para la acumulación y tratamiento de aguas servidas o industriales (**Ilustración 69**).



Ilustración 69. Planta de tratamiento de aguas residuales. Vereda Calahorra. (imagen tomada por medio de vuelo de dron por Arco Consultorías y Construcciones).

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

- **Planos y campos de llenos antrópicos (Ar):** Planos hechos artificialmente con material de relleno para acondicionar terrenos anegadizos para la construcción de

viviendas. Técnicamente son de gravas, bloques y arena bien compactados, sin embargo, comúnmente son de escombros y desechos de construcción (**Ilustración 70**).



Ilustración 70. Planos y campos de llenos antrópicos.
Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

Sismicidad

La sismicidad en Colombia puede asumirse como el resultado del movimiento resultante en la corteza terrestre al liberarse la energía acumulada en las áreas de choque y tensión entre las diferentes placas tectónicas que la conforman. El territorio colombiano está influenciado por la presencia de las placas del Caribe, de Nazca y suramericana.

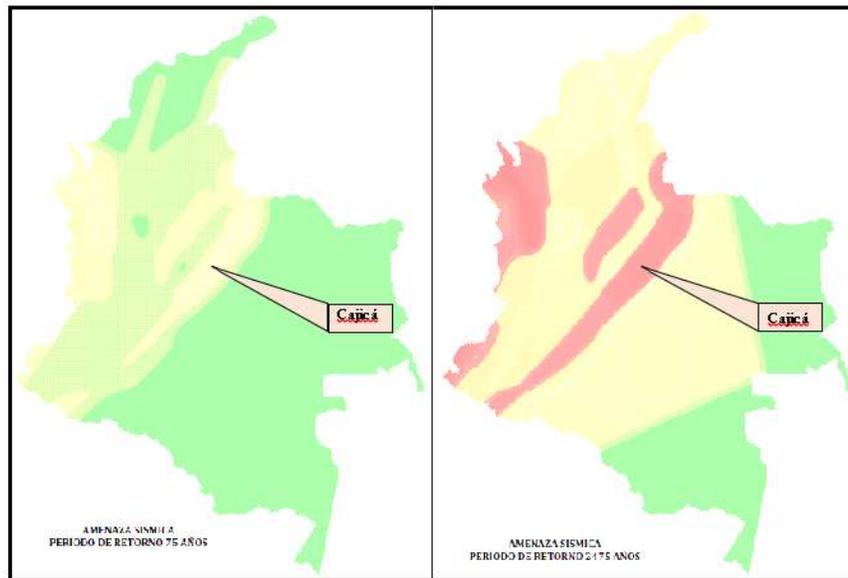


Ilustración 71. Mapa de sismicidad para períodos de retorno de 75 años (izq.) y 2475 años.
Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2016).

El mapa nacional de amenaza sísmica

Ilustración 71 e Ilustración 72, representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. El movimiento del terreno se calcula en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA^4) y se estima para probabilidades del 2%, 10% o 50% de ser sobrepasado en un tiempo de 50 años. Estas probabilidades se asocian con la frecuencia de ocurrencia (o período de retorno) de los sismos potencialmente destructores: de ocurrencia excepcional (período de retorno de 2475 años), frecuentes (período de retorno de 475 años) o muy frecuentes (período de retorno de 75 años).

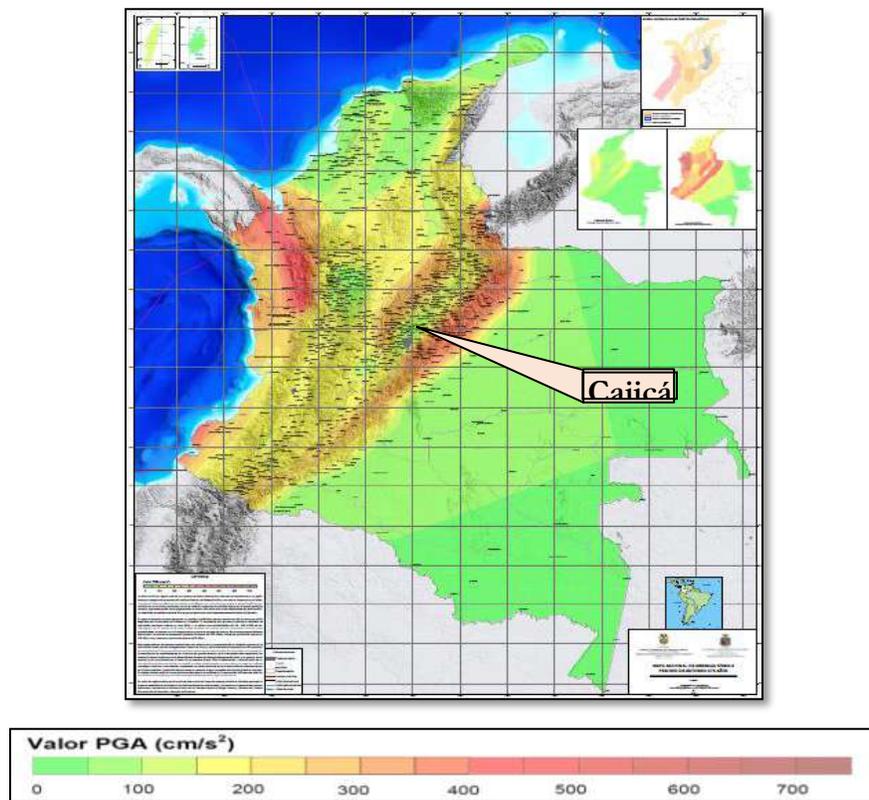


Ilustración 72. Zonificación sísmica para un período de retorno de 475 años.

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2016).

⁴ *PGA*: relacionada con la fuerza con que se mueve un terreno en un área determinada, entre mayor sea este valor mayor será el daño potencial que pueda generar un sismo, esta aceleración hace referencia al incremento de la velocidad por unidad de tiempo, se mide en (cm/s^2).



La información de sismicidad fue consultada y tomada del *catálogo sísmico* publicado por la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) - Servicio Geológico Colombiano, para el departamento de Cundinamarca, se registran un total de 8439 desde junio 01 de 1993 (inicio de registro sísmico por la RSNC) a la fecha y un rango de magnitudes de los eventos que varía entre 0.5 y 5.7 MI, con profundidades hasta los 99.5 km, los epicentros se encuentran distribuidos en la totalidad del departamento, sin embargo se observa una mayor concentración en el borde occidental y en la parte norte del mismo.

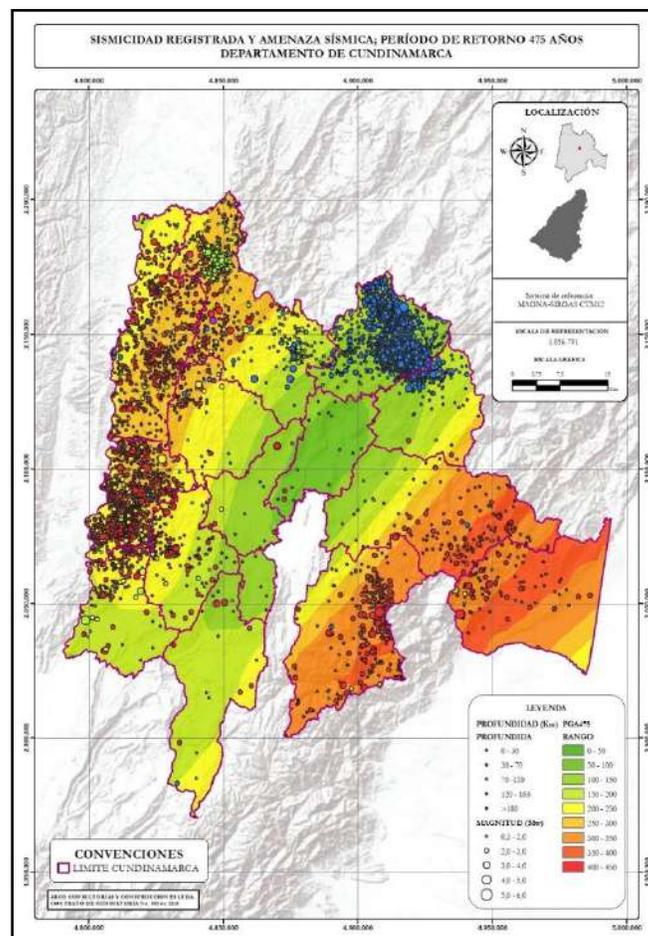


Ilustración 73. Sismicidad registrada y amenaza sísmica con período de retorno 475 años en el departamento de Cundinamarca.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

Para el municipio de Cajicá no se han registrado eventos, no obstante, se decide analizar el comportamiento de los eventos más cercanos, en este caso, se presentan 3, localizados en el municipio de Tabio, Chía y Tocancipá, presentando magnitudes desde 1,3 a 2,0 MI y profundidades hasta 73,9 km, localizados en los límites norte, sur y oeste **Ilustración 74**. A partir de la información recopilada y la presentada en los mapas sísmicos para los tres diferentes períodos de retorno, se observa que, para el municipio de Cajicá, se proyecta que la ocurrencia de fenómenos sísmicos, observándose que el índice PGA estimado para los próximos 475 años en la zona, será entre 0 y 50 PGA (amenaza muy baja) (Servicio Geológico Colombiano, 2016).

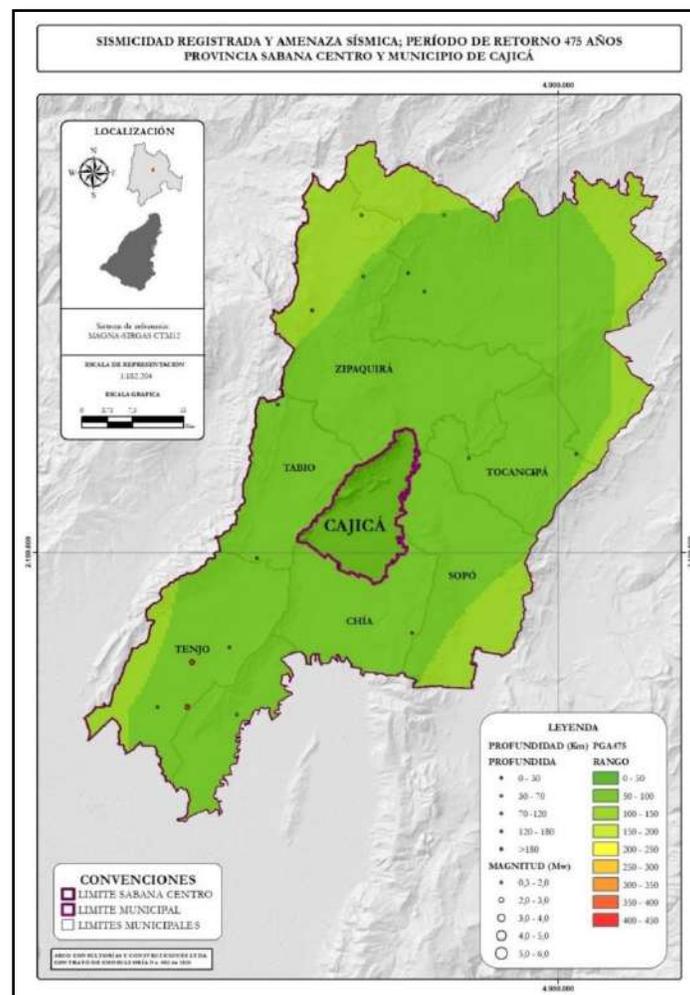


Ilustración 74. Sismicidad registrada y amenaza sísmica con período de retorno 475 años en el municipio de Cajicá, Cundinamarca.

Fuente: Arco Consultorías y Construcciones Ltda. (2021).

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

1.4.8. Caracterización hidroclimática

El entendimiento de la climatología de las variables principales para el objeto de estudio (precipitación y temperatura), es vital para poder realizar una aproximación a las potenciales amenazas relacionadas al tiempo atmosférico que pueda sufrir el territorio, debido a que la gran mayoría de eventos que han tenido lugar en el municipio de Cajicá, son de origen hidrometeorológico.

El agua, como precursor de eventos amenazantes en la región, es el elemento más abundante de la tierra y es una fuerza exógena que modifica constantemente la corteza terrestre. Por tanto, el estudio de su ocurrencia, circulación, distribución, propiedades físicas y químicas, y su reacción y relación con el medio ambiente es vital para el análisis geoambiental a nivel urbano del municipio de Cajicá apelando a la hidrología y climatología.

Los estudios hidrológicos sirven como una guía para la planeación y manejo de los recursos hidráulicos para la elaboración obras de diseño, operación de estructuras hidráulicas, abastecimiento de agua, tratamiento y disposición de aguas residuales, irrigación, drenajes, generación hidroeléctrica, control de inundaciones, navegación, erosión y control de sedimentos, entre otras.

1.4.8.1. Precipitación

Dentro del estudio de los fenómenos atmosféricos, la precipitación es el hidrometeoro más relevante para las condiciones climáticas de una región. Esta se define como la caída de agua en forma de lluvia, nieve y/o granizo sobre la superficie terrestre, cuyos principales orígenes se deben a procesos ciclónicos, a la convección de masas de aire cálido hasta el nivel de condensación de la atmósfera, y por efectos orográficos principalmente (Sánchez, 2017).

El estudio de las condiciones promedio y el análisis de sus valores extremos para diferentes periodos de retorno se realiza mediante el análisis de las series diarias y mensuales de lluvias captadas por las estaciones meteorológicas más cercanas al área urbana. Para esto, se apela a las bases de datos de diferentes entidades gubernamentales y/o privadas como el Instituto de hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, entre otros.



Para el procesamiento y establecimiento de las condiciones máximas y promedio de la precipitación, se hizo uso de la plataforma DHIME para la descarga gratuita de los registros diarios de los pluviómetros ubicados en las siguientes estaciones meteorológicas circundantes al municipio de Cajicá:

- ✓ ALCO [21201590]
- ✓ GUANATA [21205890]
- ✓ LA COSECHA - AUT [21205910]
- ✓ TABIO GRANJA [21201630]

Teniendo en cuenta que todas las estaciones cuentan con diferentes lapsos temporales de captación de información desde su instalación, y vacíos de información por suspensión o mantenimiento de las mismas, se ha optado por un periodo común de análisis de 30 años para los promedios climatológicos y las precipitaciones máximas y se han generado los datos faltantes mediante promedios ponderados apelando a las estaciones vecinas. La **Ilustración 75** muestra la ubicación de las estaciones evaluadas.



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA

ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ

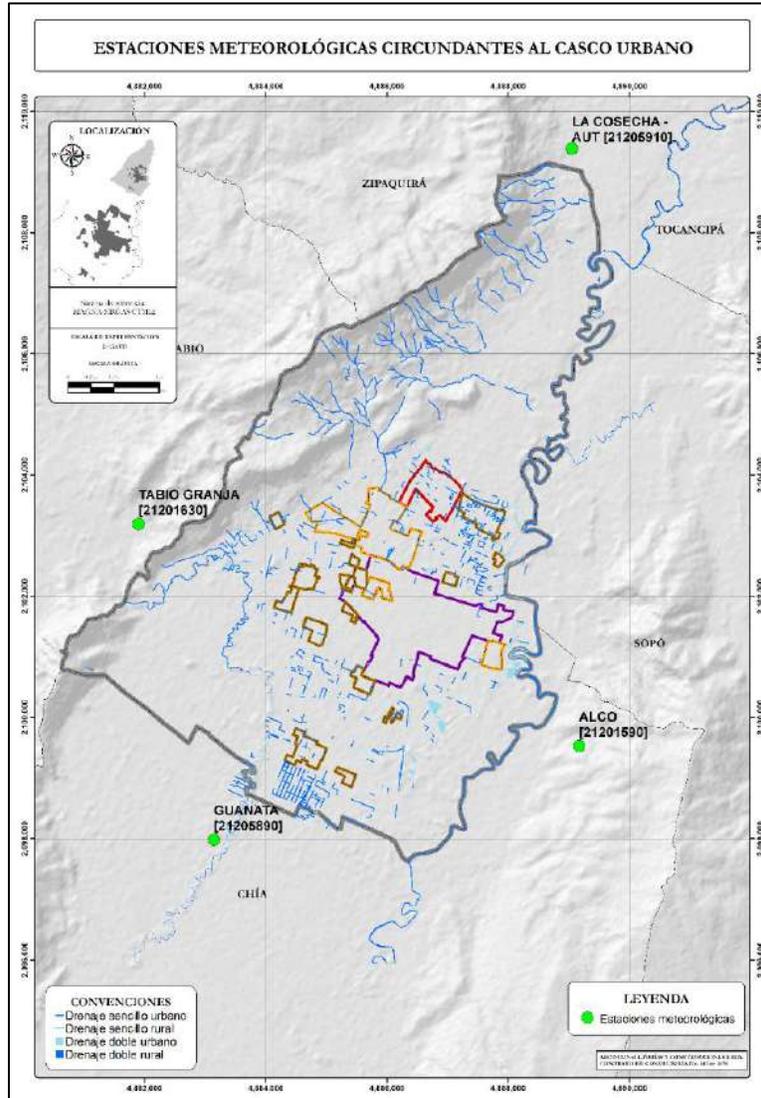


Ilustración 75. Localización de las estaciones meteorológicas de análisis
Fuente: Arco C&C, 2021.

Las diferentes bases de datos correspondientes a las estaciones meteorológicas analizadas, fueron sometidas a exhaustivos tratamientos estadísticos de consistencia y homogenización, donde se ha verificado la calidad de la información a tratar, y la fiabilidad de los procesamientos descritos en los siguientes apartados.

1.4.8.1.1. Lluvias promedio multianuales

Siguiendo los lineamientos de la Organización Meteorológica Mundial OMM, donde se especifica un rango de estudio de variables meteorológicas de mínimo 30 años para estudiar condiciones promedio o climatológicas, se ha determinado la distribución temporal y espacial de la precipitación en el suelo urbano correspondiente al municipio de Cajicá.

En Colombia existen 2 tipos principales de distribución de la lluvia a lo largo del año, siendo estos los regímenes unimodales, con una época de alta precipitación y otra de baja precipitación, como es el caso de la Amazonía colombiana y gran parte de los Llanos Orientales. Y bimodales, como el caso de un alto porcentaje de las cadenas montañosas del territorio nacional.

En adición a esto, existen numerosos fenómenos atmosféricos de micro y mesoescala que favorecen patrones de precipitaciones particulares o anómalos respecto a su entorno en cortas distancias, exhibiendo la necesidad de establecer las condiciones de precipitación dominantes en el municipio, donde los histogramas de promedios multianuales surgen como una herramienta para el análisis temporal de la variable. Teniendo esto en cuenta, la **Ilustración 76** muestra el histograma de precipitación mensual promedio de las estaciones evaluadas en el mismo lapso temporal.

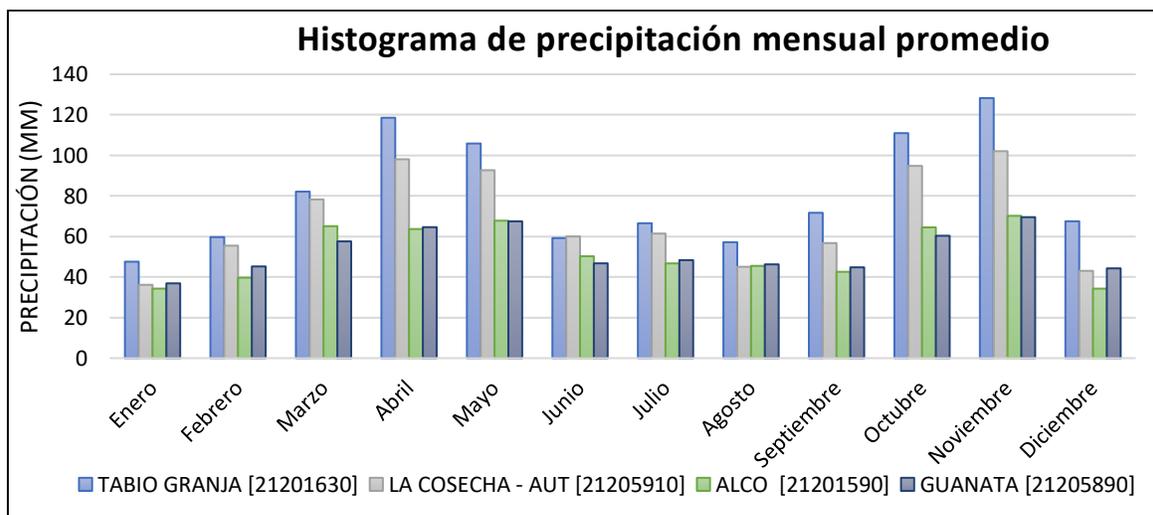


Ilustración 76. Histograma de precipitación mensual histórica de las estaciones evaluadas

Fuente: Arco C&C, 2021.



El agrupamiento de los histogramas de las 4 estaciones de análisis para el casco urbano del municipio de Cajicá, permite entender la estacionalidad de la precipitación en la región. Se puede apreciar el régimen de precipitación bimodal establecido en el territorio, donde las temporadas de altas precipitaciones tienen sus picos en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre. De modo contrario, los valles de la gráfica se encuentran en los meses de agosto y de diciembre-enero, donde el mes de enero cuenta con los menores registros de precipitación, del orden de los 40 mm o menos en promedio.

Para el entendimiento de la distribución espacial de la precipitación, se realizó la regionalización de la variable mediante la herramienta “geoestatistical analyst” del software ArcGIS, esto buscando interpolar los valores de lluvias de las estaciones evaluadas para el casco urbano del municipio. El resultado del procesamiento se muestra en la **Ilustración 77**.

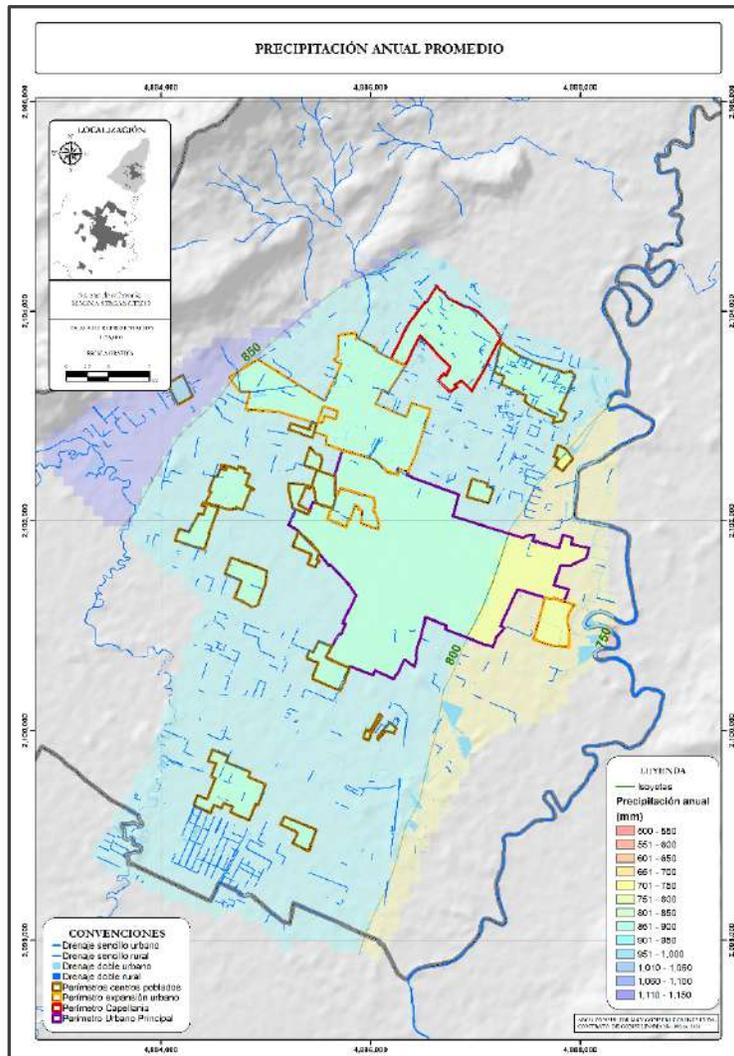


Ilustración 77. Precipitación anual promedio

Fuente: Arco C&C, 2021

El mapa de isoyetas muestra que la gran mayoría del casco urbano del municipio de Cajicá cuenta con precipitaciones promedio del orden de los 850mm, cuyo régimen se hace ligeramente menos húmedo en cercanías del Río Bogotá, e incrementa al noroccidente debido principalmente a la barrera orográfica presente.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

1.4.8.1.2. Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF)

Para la estimación de precipitaciones máximas, potenciales productoras o detonadoras de diferentes procesos degradativos, es necesario apelar a metodologías de estimación de lluvias de alta intensidad para distintos tiempos de recurrencia, como las curvas IDF, buscando establecer la frecuencia de precipitaciones que producen saturación en los suelos y eventos degradativos en superficie debido al gran volumen de agua generado; que suelen ocasionar contingencias y catástrofes.

Las curvas de Intensidad-Frecuencia-Duración (IDF) son insumos significativos en la estimación de los diferentes caudales de diseño para cada una de las cuencas establecidas que influyen dentro del área de estudio. Ante la ausencia de registros de caudales en los drenajes principales del municipio, se hace necesario recurrir a los modelos de lluvia escorrentía para el cálculo de los caudales máximos, donde las curvas IDF se hacen relevantes para este proceso, ya que representan las intensidades máximas de la lluvia para distintos intervalos de tiempo en una misma área, teniendo en cuenta diferentes periodos de retorno o probabilidades de excedencia de volúmenes de precipitación depositados en el área.

Para la determinación de las intensidades de los eventos se consultó en primera instancia la información disponible por el IDEAM, en la cual no se encontraron curvas IDF disponibles en la zona, razón por la cual las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia empleadas para el análisis hidrológico de las cuencas pertenecientes a Cajicá fueron construidas a partir del método de “regionalización de intensidad duración frecuencia para Colombia” elaborado por Vargas R. y Díaz Granados M. (1998), donde las curvas se generan a partir de la siguiente ecuación:

$$I = a \times \frac{T^b}{t^c} \times M^d \times N^e \times PT^f$$

Donde:

I: Intensidad de la tormenta (mm/h).

T: Período de retorno en años.

t: Duración en horas.

M: Promedio del valor máximo de precipitación diaria.

N: Número de días con lluvia en el año.



PT: Precipitación media anual en milímetros.

a, b, c, d, e y f: coeficientes estimados para cada región del país.

Siguiendo la metodología propuesta, los coeficientes de regionalización (a,b,c,d,e,f) de las curvas de Intensidad Duración y Frecuencia fueron estimados mediante regresiones, donde los resultados obtenidos por Vargas-Díaz para la Región Andina (R1), donde se localiza el municipio de Cajicá, se muestran en la **Tabla 17**.

Tabla 17. Coeficientes de regionalización de las Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia

a	b	c	d	e	f
1.61	0.19	0.65	0.75	-0.15	0.08

Fuente: Vargas & Díaz, 1998

Respecto a los parámetros M, N y PT, estos fueron determinados a partir de las series de precipitación diaria utilizada para el análisis climático del municipio de Cajicá. La **Tabla 18** exhibe el resumen de los parámetros utilizados para cada una de las estaciones de análisis, ubicadas en los extremos norte, sur, oriente y occidente del territorio sobre los municipios colindantes.

Tabla 18. Parámetros M,N y PT de las estaciones de análisis

ESTACIÓN	Precipitación máxima 24 horas promedio (M)	Número de días con lluvia (N)	Precipitación acumulada anual (PT)
ALCO [21201590]	33.61	194	649.18
GUANATA [21205890]	36.76	197	825.07
LA COSECHA - AUT [21205910]	43.91	163	826.84
TABIO GRANJA [21201630]	43.88	201	938.27

Fuente: Arco C&C, 2021

Haciendo uso de la expresión propuesta por Vargas & Díaz (1998) para los periodos de retorno de eventos de lluvia de 2.33 ,5, 10, 15, 20, 25, 50, 75, 80, 85, 90, 95 y 100 años, se construyeron las Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia exhibidas en el mosaico de la **Ilustración 78**.

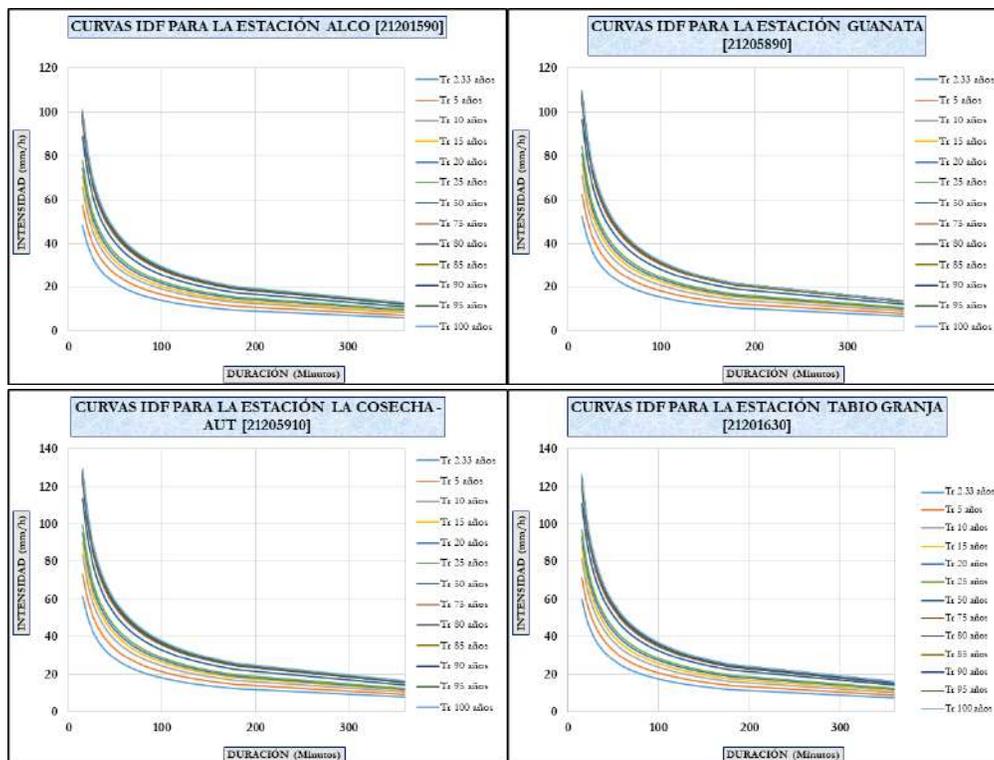


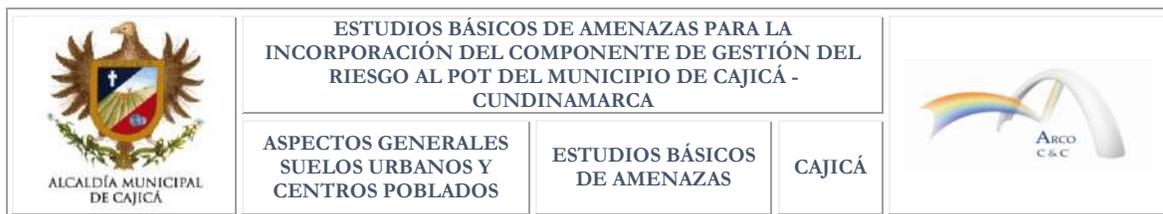
Ilustración 78. Mosaico de Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF) para las estaciones de análisis

Fuente: Arco C&C, 2021

Conforme los resultados obtenidos para la totalidad de estaciones utilizadas en el análisis de la precipitación en la región, se puede apreciar que se esperan lluvias intensas, del orden de los 50 a 60mm en la región en periodos de retorno de 2.33 años. Según las curvas IDF se esperarían volúmenes de precipitación superiores a los 70mm con un tiempo de recurrencia mínimo de 10 años, y eventos de lluvia de más de 100mm en 24 horas se espera que ocurran al menos una vez cada 100 años.

1.4.8.1.3. Análisis de frecuencias de eventos extremos

La ocurrencia de eventos de precipitaciones extremas no es posible de pronosticar a largo plazo y con suficiente exactitud a partir de procesos determinísticos, razón por la cual se requiere apelar a procesos probabilísticos para suponer la ocurrencia, en tiempo y magnitud, de lluvias de altas intensidades que puedan desencadenar procesos degradativos (Tito, Zamanillo, & Díaz, 2016). Para la descripción estadística de la precipitación se utilizan diferentes funciones de distribución



de probabilidades, mediante la estimación de frecuencias de ocurrencia de eventos extremos para diferentes tiempos de retorno o de recurrencia de las mismas.

Para determinar las precipitaciones máximas mediante funciones de probabilidad, se utilizan como insumos las precipitaciones máximas diarias registradas en cada mes y para cada año a lo largo del lapso temporal disponible de los datos observados, es decir, de los registros de las estaciones meteorológicas evaluadas en la caracterización hídrica del municipio de Cajicá.

A partir de estos valores de entrada, y organizados de mayor a menor volumen registrado, se estiman los eventos de precipitaciones máximos para distintos periodos de retorno mediante diferentes funciones de probabilidad, buscando elegir aquella metodología que muestre mejor bondad de ajuste con los datos observados. Para estimar las precipitaciones máximas en la región de estudio, se evaluaron las siguientes funciones probabilísticas:

- ✓ Gumbel
- ✓ Exponencial de Gumbel
- ✓ Normal
- ✓ Exponencial normal
- ✓ Gamma
- ✓ Pearson tipo III
- ✓ Exponencial de Pearson tipo III

Para establecer la función de probabilidad de mejor bondad de ajuste respecto a los valores observados desde las estaciones meteorológicas de la región, se utilizó la prueba de Chi o Ji Cuadrado, cuyo resumen se presenta en la **Tabla 19**.

Tabla 19. Prueba de Chi cuadrado para diferentes funciones de probabilidad

Estación	Gumbel	Exp Gumbel	Normal	Exp Normal	Gamma	Pearson III
GUANATA [21205890]	1	1	0.9999999 9	1	1	1
TABIO GRANJA [21201630]	0.9993765 7	0.9999826 5	0.8277479 4	0.99002320 5	0.973659293	0.999999761
ALCO [21201590]	1	1	0.9999716 7	0.99999977 1	0.99999906	1
LA COSECHA - AUT [21205910]	0.9999869 1	0.9999999 6	0.8591490 4	0.99924349 2	0.996257268	0.999999994

Fuente: Arco C&C, 2021

A partir de los resultados obtenidos, la función de distribución que mejor obtuvo resultados para las estaciones emplazadas en la región de estudios es la correspondiente a la metodología “Exponencial de Gumbel”.

Para representar gráficamente las precipitaciones máximas esperadas para periodos de retorno de 2.33 a 100 años, la Ilustración 79 muestra las gráficas correspondientes a la función exponencial de Gumbel a partir de los registros de las estaciones meteorológicas evaluadas.

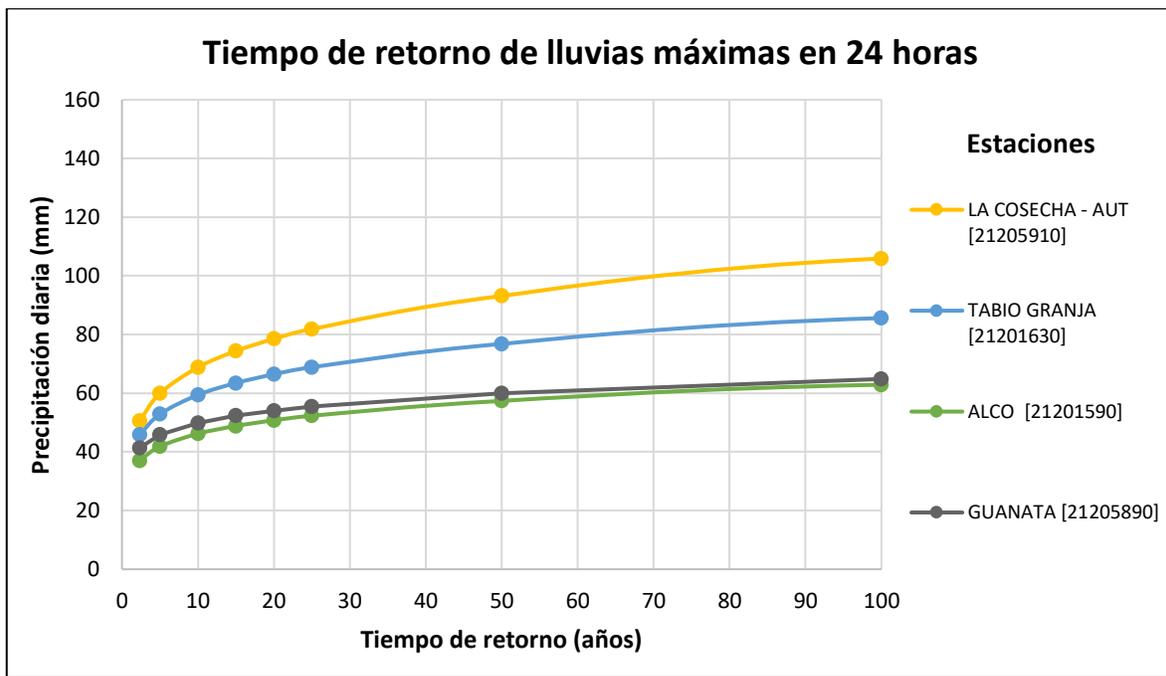


Ilustración 79. Lluvias máximas para periodos de retorno de 2.33 a 100 años.
Fuente: Arco C&C, 2021

Los resultados obtenidos sugieren la presencia de lluvias del orden de los 37 a 50mm con un periodo de recurrencia de mínimo 2.33 años, presentando los valores máximos en la estación “LA COSECHA – AUT” ubicada al norte del municipio de Cajicá y sus mínimos en la estación “ALCO”, ubicada en cercanías del Río Bogotá en sobre el extremo oriental del municipio. Así mismo, se pronostica al menos un evento extremo (60 a 100mm) cada 100 años, volúmenes de precipitación capaces de saturar el suelo y detonar diferentes procesos erosivos en la región.

Para establecer la distribución espacial de las lluvias máximas con recurrencia de 2.33, 25 y 100 años, se hizo una interpolación de los valores encontrados a partir de la función exponencial de Gumbel para las estaciones de la región, esto mediante la herramienta “Análisis Geoestadístico”

de ArcGIS. El mosaico de la **Ilustración 80** muestra la regionalización de las precipitaciones extremas para el municipio de Cajicá y sus alrededores.

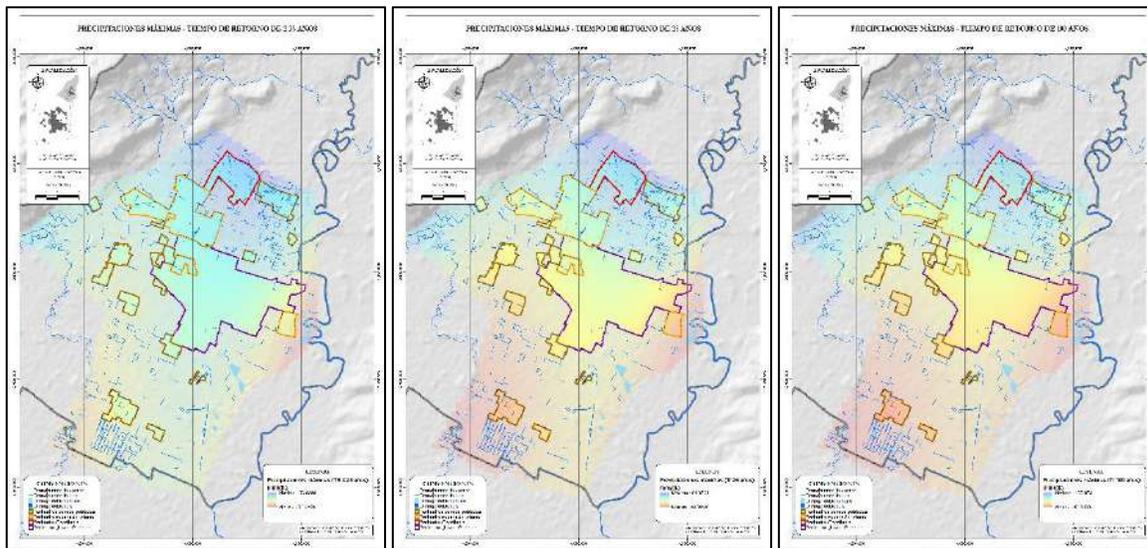


Ilustración 80. Mosaico de precipitaciones máximas esperadas para periodos de retorno de 2.33, 25 y 100 años

Fuente: Arco C&C, 2021

Conforme los resultados obtenidos para los tiempos de recurrencia de 2.33, 25 y 100 años de las lluvias máximas, y siguiendo la función de probabilidad exponencial de Gumbel, es posible apreciar que la región sur y occidental del municipio de Cajicá, en cercanías de los ríos Bogotá y Frío, representan las zonas donde se esperarían lluvias máximas de menores magnitudes, variando desde los 40 a los 70mm en 24 horas. Caso contrario, en la parte noroccidental y norte del municipio se pronostican los mayores volúmenes de precipitaciones del área, con eventos desde los 50 hasta los 100mm para los diferentes periodos de retorno.

Los valles de los ríos Bogotá y Frío cuentan con una mayor tasa evaporativa respecto a las regiones circundantes, incorporando vapor de agua a la atmósfera y favoreciendo la formación de nubes conforme se transporta la humedad en altura. La formación de estos sistemas convectivos es bastante común y repercute en un aumento del régimen de lluvias y de probabilidades de presentar lluvias de alta intensidad en las regiones topográficamente más elevadas respecto a las zonas circundantes a los drenajes principales del municipio.

1.4.8.2. Temperatura

La temperatura representa, junto con la precipitación, los elementos climáticos más relevantes y observados en la meteorología (Inzunza, 2006). Esta variable se ve principalmente influenciada por el ángulo de incidencia del sol sobre el territorio, el calentamiento diferencial de la atmósfera, el suelo y las fuentes hídricas, la altura, la posición geográfica y la cobertura nubosa (albedo).

Ante la limitante de la cantidad y calidad de la información de temperatura registrado en las estaciones meteorológicas circundantes al casco urbano del municipio, se hizo uso de la aproximación teórica del “gradiente adiabático húmedo” o “gradiente pseudoadiabático” para generar aquellos datos no registrados en las estaciones de interés, asumiendo un aumento o descenso de la temperatura a razón de -0.65°C por cada 100 metros.

A partir de la información generada, se puede establecer la distribución espacial y temporal de la temperatura para las estaciones de interés, donde las regiones de mayor altitud en general cuentan con temperaturas más bajas respecto a aquellas más bajas topográficamente. El resumen mensual de la temperatura se presenta en la tabla x

Tabla 20. Temperatura promedio mensual multianual

Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
ALCO [21201590]	13,9	14,0	14,3	14,4	14,4	14,2	13,8	13,9	13,9	14,2	14,3	14,1	14,1
GUANATA [21205890]	14,1	14,3	14,6	14,6	14,7	14,4	14,1	14,1	14,2	14,5	14,6	14,4	14,4
TABIO GRANJA [21201630]	13,8	14,0	14,3	14,3	14,4	14,1	13,8	13,8	13,8	14,1	14,3	14,0	14,1
LA COSECHA - AUT [21205910]	14,2	14,4	14,7	14,8	14,8	14,5	14,2	14,2	14,2	14,5	14,6	14,4	14,4

Fuente: Arco C&C, 2021

En general la temperatura oscila sobre los 14°C, contando con los valores máximos de temperatura, del orden de los 14,4°C, en los meses de altas precipitaciones en el municipio. Esto se debe a la saturación del suelo y la retención de humedad por parte de las plantas, agua que cuenta con un alto calor específico respecto al suelo circundante, atenuando las fluctuaciones de la temperatura en el día y en la noche y evitando descensos dramáticos de temperatura en las madrugadas, aumentando el valor promedio a lo largo de las 24 horas.

Para la distribución espacial de la variable, y haciendo uso de la correlación de la misma con la altitud, se ha regionalizado la temperatura para el casco urbano de Cajicá y sus alrededores, cuyo resultado se observa en la **Ilustración 81**.

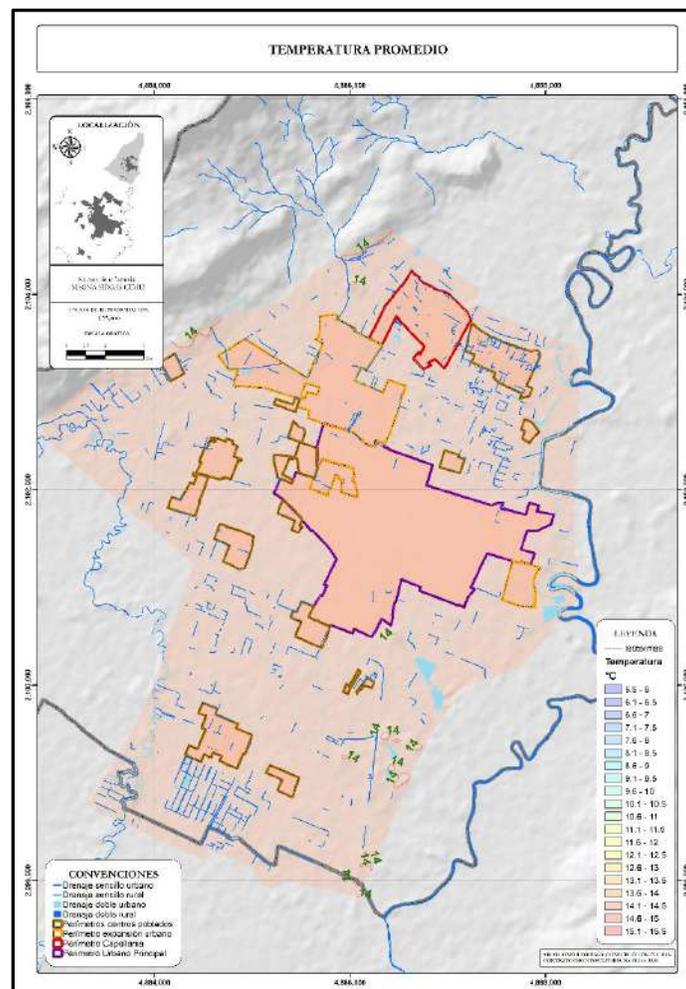


Ilustración 81. Temperatura anual multianual promedio
Fuente: Arco C&C, 2021



La temperatura promedio del casco urbano del municipio de Cajicá cuenta con valores del orden de los 14 a 14.5°C sin variaciones significativas a lo largo de la cabecera municipal, esto debido a que esta área no cuenta con contrastes topográficos considerables al ubicarse en el valle del Río Bogotá.

1.4.8.3. Clima

Entendiendo el clima como aquellas condiciones atmosféricas promedio de la región, evaluada a través de diferentes variables meteorológicas como la precipitación y la temperatura, se ha determinado para el municipio de Cajicá con la metodología de Thornthwaite. Este procedimiento involucra los promedios mensuales (o climatológicos) de la precipitación y la temperatura, variables que, junto con la latitud de la región, son los valores de entrada para encontrar el clima del municipio. A partir de los resultados obtenidos para las estaciones de análisis, donde se denotan climas de poca humedad, se ha regionalizado la variable utilizando la herramienta ArcGIS, cuyo resultado se muestra en la Ilustración 82.



ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA
INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL
RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ -
CUNDINAMARCA

ASPECTOS GENERALES
SUELOS URBANOS Y
CENTROS POBLADOS

ESTUDIOS BÁSICOS
DE AMENAZAS

CAJICÁ

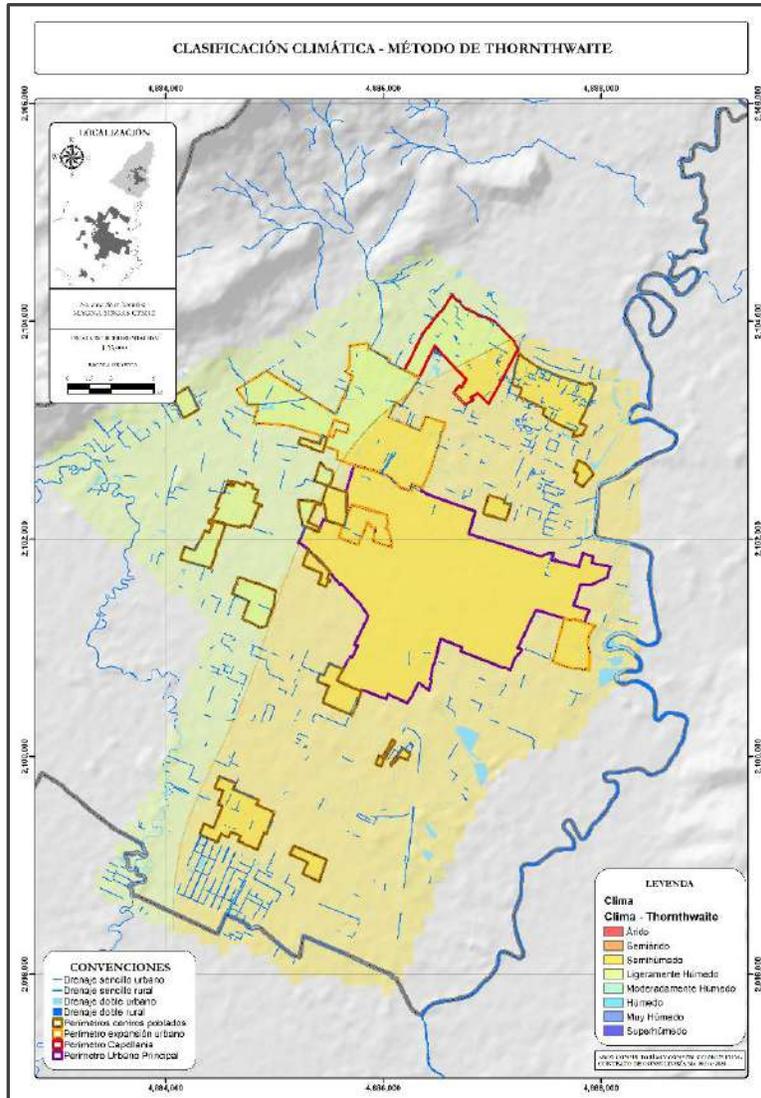


Ilustración 82. Clasificación climática por el método de Thornthwaite
Fuente: Arco C&C, 2021

La zona noroccidental del casco urbano del municipio de Cajicá cuenta entonces con un clima ligeramente húmedo mesotermal, con poco o nada de excesos de humedad en los meses de altas precipitaciones. Por otra parte, en la zona oriental del casco urbano y en inmediaciones del Río Bogotá el clima se hace semihúmedo mesotermal con leves déficits de agua en las épocas de bajas precipitaciones, siendo estas en los meses de enero-febrero y Agosto-septiembre.

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

1.5. CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad temático de la información consiste en determinar sus cualidades y características para la utilización en la realización de análisis en distintos tipos de estudios. Es importante tener en cuenta que tanto el control temático como el control cartográfico se deben llevar a cabo tanto para la información de entrada como para los productos generados del estudio.

1.5.1. Control De Calidad Temático

Entre los factores para tener en cuenta para el análisis de la calidad de la información a nivel temático se tienen:

- **Escala de trabajo**, esta se relaciona directamente con la finalidad del producto, por lo cual se convierte en un factor importante. La escala debe permitir generar información que se adecuó a las necesidades planteadas dentro de los objetivos y alcance del producto a desarrollar.
- **Exactitud temática**, la cual indica la fidelidad con que se clasifican y representa los rasgos en la base de datos de atributos (De León, 2007). La aplicación de este componente de la calidad permite la obtención de productos con un alto grado de confiabilidad y aplicabilidad en la planificación. Como este componente de la calidad temática de la información es difícil de determinar en los insumos, se recomienda que la información utilizada para el análisis de riesgos provenga de fuentes oficiales, con el fin de garantizar el mayor grado de confiabilidad. De no tenerse acceso a información oficial para alguno de los componentes, se hace necesario establecer protocolos de generación de información, compatibles con los estándares nacionales. Para los productos resultantes del proyecto, se debe tener en cuenta el cumplimiento de este aspecto de la calidad.
- **Credibilidad**, la credibilidad está fuertemente asociada a la exactitud temática y se refiere a la confiabilidad de la fuente que está generando la información, esto está relacionado con su tradición y función dentro de la temática a tratar, lo que le da la autoridad y capacidad para producir información confiable y buena calidad (Figueroa, 2007)

 ALCALDÍA MUNICIPAL DE CAJICÁ	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS PARA LA INCORPORACIÓN DEL COMPONENTE DE GESTIÓN DEL RIESGO AL POT DEL MUNICIPIO DE CAJICÁ - CUNDINAMARCA		 ARCO C & C
	ASPECTOS GENERALES SUELOS URBANOS Y CENTROS POBLADOS	ESTUDIOS BÁSICOS DE AMENAZAS	

- **Temporalidad**, este elemento de la calidad se refiere al período de tiempo a que corresponde la información, el cual puede causar o no interpretaciones erróneas de los riesgos que se van a estimar. Es importante tener en cuenta que algunos factores permanecen relativamente estables en el tiempo (geología, clima); sin embargo, existen otros factores que presentan altas dinámicas (suelo, población, infraestructura, etc.) por lo cual se debe tener en cuenta la temporalidad de la información a utilizar para cada uno de los factores de estudio. Es importante saber que muchos de los insumos utilizados en la determinación de riesgos provienen del nivel nacional y que esta información tiene una temporalidad de al menos 5 años, lo que quiere decir que, debido al alta dinámica del territorio, algunos de los factores pueden haberse transformado al momento de hacer los análisis, lo que puede influir en el resultado y hacer que este no refleje la realidad existente. Por lo tanto, cualquier análisis se debe tomar como una aproximación para la planificación.
- **Información mínima requerida**, los insumos a utilizar dentro del proceso de generación de los mapas de riesgos a movimientos en masa debe contener información que: a) facilite la localización espacial (poseer unas coordenadas, por consiguiente, un sistema coordenado); b) permita ubicarse geográficamente (un lugar); c) información de los valores o características que presenta el área representada por cada polígono que conforma la capa. Esto último es lo que permite llevar a cabo el proceso de calificación y categorización de los factores para cada uno de los componentes del riesgo a movimientos en masa. Igualmente, los productos generados deben cumplir con elemento de la calidad.
- **Polígonos adyacentes con el mismo código**, Para la generalización de polígonos adyacentes con el mismo código se pueden seguir dos procedimientos, cuya selección dependerá del producto que se esté trabajando. Una consiste en la realización de la generalización de los polígonos adyacentes con el mismo código de forma automatizada utilizando la herramienta disponible en el programa para tal fin que permite unir automáticamente polígonos adyacentes con el mismo código, esto solo se debe hacer en el caso de que se tenga la certeza de que la calificación realizada para cada uno de los polígonos es correcta. La otra es la generalización mediante revisión visual en pantalla, esta se utiliza en aquellos casos en que se puedan haber presentado errores en la asignación de valores de calificación y permite tomar una decisión acerca de si debe unirse el polígono y a qué polígono se debe hacer o si por el contrario se le debe asignar un nuevo valor de calificación al mismo.

- **Unidad mínima cartografiable**, la cual guarda relación con la escala de trabajo y hace referencia a la unidad cartografiable o elemento menor, que se puede apreciar a determinada escala de salida gráfica, lo que permite la “coherencia en la representación espacial, eficiencia en la lectura y utilidad del mapa”. Por norma cartográfica esta debe ser similar al área de un cuadrado de 0,5 cm x 0,5 cm (USAID, 2012). La **Tabla 21**, muestra las unidades mínimas de mapeo para las escalas de trabajo de mapas de zonificación, conforme las recomendaciones del IGAC para Colombia.

Tabla 21: Escalas de trabajo para los mapas de zonificación.

Corporación	Escala de Trabajo	Unidad Mínima de Mapeo (Ha)	Unidad Mínima de Mapeo (m ²)
CAR	1:100.000	25,0	250.000
CDMB	1:25.000	1,56	15.625
IGAC	5000	0,06	625
IGAC	2000	0,01	100

En este contexto, las capas deben ser revisadas, con el fin de generalizar los polígonos con áreas inferiores al área mínima cartografiable. Para llevar a cabo este proceso se debe tener en cuenta que dichos polígonos deben ser unidos a los polígonos adyacentes.

1.5.2. Control Cartográfico

El control cartográfico debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Concordancia de límites**, la información a utilizar debe cubrir toda el área de la corporación, con el fin de no generar vacíos en los resultados, sin embargo, si llega a presentarse el caso de que existan vacíos de información que no puedan ser subsanados, se hace necesario dejar constancia en los resultados de la existencia de estos.
- **Control topológico de la información**, este se refiere a la detección y corrección de huecos y superposiciones que puedan presentarse entre los polígonos que conforman las capas. Para ello se utiliza la herramienta topológica disponible en el programa que se esté utilizando, la cual permite detectar los errores que se presenten para que puedan ser corregidos. Para el ajuste topológico las capas deben ser trabajadas dentro de una geodatabase. El control topológico de la información busca detectar espacios vacíos entre polígonos (huecos) y polígonos superpuestos. La corrección se debe realizar de forma visual en pantalla.



- **Comprobación de sistema de proyección cartográfica**, se refiere a la determinación del sistema de proyección utilizado para la creación de la información en comparación con el seleccionado para el desarrollo del proyecto. En caso de que la información no se encuentre en el sistema de coordenadas requerido se debe llevar a cabo una re-proyección de dicha información. Si la información no tiene sistema de coordenadas, pero se conoce el sistema en que fue creada, se le puede asignar el sistema de referencia (proyectar) y realizar las transformaciones pertinentes para llevarlo al sistema de coordenadas deseado; de lo contrario se debe volver a la fuente para obtener la información con su sistema de coordenadas. Para la re-proyección se deben tener en cuenta que el sistema geodésico de referencia a utilizar debe ser Magna-Sirgas, el cual fue adoptado en el año 2005 por el IGAC que es la Institución encargada de la cartografía oficial en Colombia (IGAC, 2004); (IGAC, 2005).

1.6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- De León, D. P. (2007). Documentación de la calidad de la información edafológica digital: exactitud temática del mapa nacional de suelos (serie Habana). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 16(4), 79-83.
- Figueroa, B. (2007). *Criterios para evaluar la información*. España: Recinto de Ponce.
- IGAC. (2004). *Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS, con datum oficial de Colombia*. Bogotá: Subdirección de Geografía y Cartografía. Subdivisión de Geodesia.
- IGAC. (2005). *Resolución 068*. Bogotá D.C.: Diario Oficial No. 45.812.
- Inzunza, J. (2006). *Meteorología descriptiva, capítulo 4*. Obtenido de http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap4_Inzunza_Temperatura.pdf
- Sánchez, F. (2017). *Hidrología superficial y subterránea*. Salamanca: Createspace Independent Pub 414.
- Tito, M., Zamanillo, E., & Díaz, E. (2016). *Metodologías de análisis de frecuencia en variables hidrológicas y el Fenómeno del Niño*. Cuadernos del Curihan, vol. 22.
- USAID. (2012). *Definición del estado de conservación de los ecosistemas para recategorización y declaratoria de las áreas protegidas en el ámbito regional (áreas seleccionadas por la UAESPNN)*. Recuperado el Abril de 2014, de Identificación de vacíos y definición de prioridades de conservación, Documento de procedimiento para la homologación de categorías de áreas protegidas: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/pdf/InformeFinalTecnico3PoliticPublicasNoviembre.pdf>



INGEOMINAS (2003): Geología de la Plancha 209 Zipaquira. Bogotá

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (2015): Geología de la Plancha 228 Bogotá Noreste. Bogotá.

Servicio Geológico Colombiano. (2018). *Catálogo de Aceleración Sísmica*. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano.

Servicio Geológico Colombiano. (2018). *Catálogo de Sísmicidad*. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano.

Servicio Geológico Colombiano. (2021). *Mapa de Amenaza Sísmica*. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano.