



**DIAGNÓSTICO DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL Y FUNCIONAL DEL RECURSO HÍDRICO
Y SERVICIO PÚBLICO DE ASEO – RESIDUOS SÓLIDOS DEL PBOT DEL MUNICIPIO
GUATEQUE BOYACÁ**

DANNA VALERIA DELGADO ESTUPIÑAN

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

2021



**DIAGNÓSTICO DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL Y FUNCIONAL DEL RECURSO
HÍDRICO Y SERVICIO PÚBLICO DE ASEO – RESIDUOS SÓLIDOS DEL PBOT DEL
MUNICIPIO GUATEQUE BOYACÁ**

DANNA VALERIA DELGADO ESTUPIÑAN

Proyecto de grado, Práctica con proyección empresarial.

Presentado como requisito para optar al título de

Ingeniero Ambiental

Director:

JAVIER HUMBERTO CUERVO ALVAREZ

Ingeniero Sanitario

Magister Ingeniería de Sistemas

Codirector:

JAVIER GRISMALDO MORENO

Ingeniero Sanitario y Ambiental

Especialista en Recursos Hídricos

INCO A&J S.A.S

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

2021



Nota de aceptación.

Firma presidente del jurado.

Firma del jurado.

Firma del jurado.

Tunja, 01 de noviembre de 2021



Dedicatoria.

Quiero dedicarle este trabajo a mi familia (Ludibia, Diego y Sara), quienes sin importar las circunstancias me han apoyado incondicionalmente en este periodo de preparación profesional. A ellos les debo mi formación y vida, les agradezco por creer en mi aun cuando a veces sentía que quería darme por vencida, por su apoyo moral y económico para lograr esta meta. Sin ustedes no hubiera podido llegar a estas instancias, me siento feliz de poder dedicar este logro a los mejores seres que la vida me pudo dar.



Agradecimientos

De primera mano, doy gracias a Dios y a mi familia por su apoyo en esta etapa de formación profesional. En segundo lugar, le agradezco al Ingeniero Javier Grisinaldo por brindarme la oportunidad de trabajar y aprender en su empresa INCO A&J S.A.S, sin duda ha sido una gran escuela para incursionar en el ámbito laboral y aprender realmente lo que se aplica en la vida real en materia ambiental, de igual forma agradezco a todo el equipo de profesionales puesto que aprendí de cada uno ellos(as) en los proyectos de los que pude ser partícipe como apoyo ambiental. Especialmente quiero agradecer a los ingenieros Julián, Erik, Diego y Felipe quienes con paciencia y desde su experiencia, me orientaron en muchos aspectos para el desarrollo de mi proyecto de trabajo de grado. Por último, agradezco a mi director de práctica empresarial el ingeniero Javier Cuervo, por su disposición para de igual forma orientarme en el desarrollo del proyecto.



Tabla de Contenido

Resumen	11
Planteamiento del problema	13
Justificación y Pertinencia	14
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos.....	15
Alcance y Limitaciones	16
Marco Teórico	17
Marco Legal.....	19
Estado del Arte.....	21
Marco Geográfico.....	23
Diseño Metodológico	24
Fase de Prediagnóstico y Aprestamiento	24
Fase Diagnóstico	25
Dimensión Ambiental.....	25
Sistema Hídrico.	25
Ubicación del municipio de Guateque en la red hidrográfica.	25
Delimitación de las Subzonas - hidrográficas	28
Caracterización de las sub – zonas hidrográficas.....	30
Características morfológicas y Balance Hídrico de las sub – zonas hidrográficas.	33
Patrones de drenaje.	43
Evaluación del estado actual de la microcuenca Quebrada Suaitoque.....	45
Uso del recurso hídrico en el municipio de Guateque.....	49
Problemáticas asociadas al recurso hídrico.....	50



Zonificación y caracterización de las zonas de amenaza por riesgo de inundación.....	53
Dimensión Funcional	64
Sistema de Servicios Públicos y Saneamiento Básico – Residuos Sólidos.....	64
Revisión documental de herramientas de planificación.	64
Sector Urbano.	65
Sector Rural.	76
Sistema de Información geográfico	79
Síntesis del Diagnóstico Territorial	79
Conclusiones.....	85
Bibliografía	87



Listado de Tablas

Tabla 1. Marco Legal del Proyecto	19
Tabla 2. Río Súnuba – Somondoco.....	31
Tabla 3. Quebrada Suaitoque.....	32
Tabla 4. Morfología de las subzonas hidrográficas presentes en el municipio de Guateque	34
Tabla 5. Datos características generales de la microcuenca	35
Tabla 6. Índices Morfométricos.....	36
Tabla 7. Datos Pendiente de La Cuenca	36
Tabla 8. Parámetros Hidrológicos de la microcuenca	37
Tabla 9. Cálculos de áreas entre curvas de nivel microcuenca Quebrada Suaitoque	38
Tabla 10. Estaciones de Datos de Precipitación.....	40
Tabla 11. Estaciones Datos de Temperatura.....	40
Tabla 12. Descripción Patrones de Drenaje identificados en las microcuencas del municipio de Guateque	44
Tabla 13. Actividades sociales, económicas, productivas y económicas identificadas en la microcuenca Quebrada Suaitoque	46
Tabla 14. Permisos de Vertimientos del Municipio de Guateque	49
Tabla 15. Subunidades Geomorfológicas con mayor presencal en el municipio de Guateque	55
Tabla 16. Programas PGIRS Guateque Basura Cero 2017-2028	64
Tabla 17. Suscriptores servicio de aseo zona Urbana	65
Tabla 18. Tarifa servicio de Aseo	66
Tabla 19. Información básica de la recolección y transporte de residuos Sólidos.....	68
Tabla 20. Detalles Ruta de recolección 1	69
Tabla 21. Detalles Ruta de recolección 2	71
Tabla 22. Rutas de barrido lunes a sábado	74
Tabla 23. Disposición de Residuos y Cobertura de aseo en la zona Rural	78



Listado de Figuras

Figura 1. Localización geográfica municipio de Guateque – Boyacá	23
Figura 2. Modelo Conceptual Fase de Prediagnóstico y aprestamiento.....	24
Figura 3. Herramientas usadas en trabajo de campo	24
Figura 4. Ubicación Municipio de Guateque en Red Hidrográfica	26
Figura 5. DEM Municipio Guateque	28
Figura 6. Proceso Delimitación de Microcuencas	28
Figura 7. Delimitación de las microcuencas Municipio de Guateque Boyacá.....	29
Figura 8. Ubicación Quebrada Suaitoque Municipio Guateque.....	32
Figura 9. Mapa de Parámetros Morfométricos microcuenca Quebrada Suaitoque	35
Figura 10. Curva Hipsométrica Quebrada Suaitoque.....	38
Figura 11. Método Dinámico para determinar Balance Hídrico	39
Figura 12. Isoyetas e Isotermas Microcuenca Quebrada Suaitoque	41
Figura 13. Balance Hídrico Microcuenca Quebrada Suaitoque.....	42
Figura 14. Patrones de Drenaje Típicos	43
Figura 15. Patrones de Drenaje Identificados en las Microcuenca del Municipio de Guateque.....	43
Figura 16. Distribución Porcentual Tipos de Drenaje	44
Figura 17. Ponderación impactos generados en el recurso suelo - condición ambiental 2	48
Figura 18. Ponderación impactos generados en el recurso Agua - condición ambiental 2	48
Figura 19. Ponderación impactos generados en la condición ambiental 1	49
Figura 20. Vertimientos puntuales de la Quebrada Suaitoque	50
Figura 21. Registro Fotográfico Agua Residual Doméstica vertida en Quebrada Suaitoque.....	51
Figura 22. Metodología utilizada para la elaboración de la zonificación de amenaza por inundaciones.....	54
Figura 23. Especificaciones mínimas para Amenaza por Inundación	54
Figura 24. Unidades Geomorfológicas del área rural municipio de Guateque.....	56
Figura 25. Zonificación de amenaza por inundaciones para el Municipio de Guateque, según cartografía del POMCA del Río Garagoa.....	58



Figura 26. Mapa de amenaza por inundaciones (rural - 1:25.000) Municipio de Guateque Boyacá.....	60
Figura 27. Distribución Porcentual Amenaza por Inundación.....	61
Figura 28. Cauce Aluvial Río Súnuba-Somondoco	62
Figura 29. Mapas Zonificación de Inundación POMCA y PBOT	63
Figura 30. Días rutas de recolección por tipo de residuos	67
Figura 31. Distribución Porcentual Suscriptores servicio de aseo zona Urbana.....	67
Figura 32. Modelo Carro Compactador Municipio de Guateque	68
Figura 33. Ruta 1 recolección de residuos - Días lunes, martes, viernes.....	69
Figura 34. Ruta 2 recolección de residuos - Días Jueves y viernes	70
Figura 35. Registro fotográfico de la ruta de recolección municipio Guateque – Boyacá	71
Figura 36. Registro Fotográfico barrido día miércoles	72
Figura 37. Ruta de transporte al sitio de disposición final- municipio de Guateque al relleno sanitario de Pirgua en el municipio de Tunja.	73
Figura 38. Puntos Aprovechamiento de Residuos	75
Figura 39. Rutas de recolección zona urbana y rural.....	76
Figura 40. Distribución Porcentual Sistema de Disposición de Residuos.....	77
Figura 41. Árbol de problemas y árbol de objetivos – Dimensión Ambiental.....	80
Figura 42. Árbol de problemas y árbol de objetivos – Dimensión Funcional	82



Resumen

La desactualización del Plan de Ordenamiento Territorial genera un inadecuado manejo de recursos naturales y crecimiento urbanístico desordenado. Hoy por hoy, los municipios presentan carencias y desafíos como la falta de financiación, de recursos y presupuestos para llevar a cabo el ajuste y actualización de los instrumentos de ordenamiento territorial. A pesar de lo mencionado, municipios como Guateque ubicado en el departamento de Boyacá, decidió realizar la inversión del ajuste y actualización de su Plan Básico de Ordenamiento Territorial, puesto que a la fecha seguía vigente el formulado en el año 2002. En este proyecto se busca plasmar dos fases importantes para llevar a cabo el ordenamiento territorial: Fase Prediagnóstico y Aprestamiento donde se lleva a cabo un estudio previo sobre el contexto del territorio municipal por medio de información suministrada por fuentes oficiales (entidades públicas) y un trabajo de campo realizado por el equipo interdisciplinar con el fin de levantar información primaria.

Enseguida de esa etapa se desarrolla la Fase Diagnóstico de la Dimensión Ambiental, donde se da relevancia al tema del sistema hídrico y la zonificación por riesgo de inundación. En lo que concierne a sistema hídrico se abordará desde una perspectiva general a la particular. Es decir, se identifica la red hidrográfica a la que pertenece el municipio de Guateque incluyendo la delimitación a escala 1:25.000 de las microcuencas que corresponden al límite municipal. Luego se profundiza el análisis para una microcuenca representativa, en este caso la Quebrada Suaitoque (Escala 1:10.000) de la cual se calcularon parámetros morfométricos, los cuales nos permitirán realizar un análisis sobre el comportamiento del flujo, la oferta y demanda general de la microcuenca. Adicional, se realiza la evaluación ambiental identificando problemáticas asociadas a la microcuenca.

Para complementar esta dimensión, se llevará a cabo la zonificación por amenaza de inundación en la zona rural aplicando la metodología “Evaluación y Zonificación de Riesgos y Dimensionamiento de Procesos Erosivos en los 26 municipios de la jurisdicción de CORNARE (Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare) – Antioquia, 2012”. La cual nos permitirá obtener luego del cruce de mapas, un mapa final de Amenaza por Riesgo de Inundación a escala 1:25.000, útil para incorporarlo a la hora de ordenar el territorio.

Por último, se desarrolla el diagnóstico de la dimensión funcional relacionada con el Sistema de Servicios Públicos – Recolección de residuos sólidos donde se describirá información acerca de suscriptores y cobertura, rutas de recolección y de barrido, transferencia



y disposición final, recolección de residuos peligrosos, predios e infraestructura para el aprovechamiento de residuos. Para la zona rural se analizan los métodos para gestionar los residuos e identificación de puntos de disposición clandestina. Este capítulo finaliza con una síntesis del diagnóstico territorial donde se elabora un árbol de efectos - problemas y otro árbol donde se ilustran los medios y objetivos o fines para proyectar mejoras según las necesidades del territorio respecto a los temas relacionados en cada dimensión. Cabe aclarar que, de cada dimensión se obtiene el debido anexo cartográfico como producto de la implementación de un Sistema de Información Geográfico.



Planteamiento del problema

El ordenamiento territorial busca inducir escenarios de desarrollo, uso y ocupación, incluyendo el consenso de la comunidad que habita un municipio. Dicho proceso se lleva a cabo, por medio de un POT, Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) o Esquema de Ordenamiento territorial (EOT) según corresponda, siendo este un instrumento técnico y normativo de planeación y gestión del territorio. (Ordoñez, 2016) Según lo anterior, la actualización de este documento juega un papel determinante en la posibilidad del desarrollo municipal durante un corto, medio y largo plazo en su periodo de vigencia. Hoy por hoy, según el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, se encontró que el 88% de los municipios en Colombia tiene el POT desactualizado. El municipio de Guateque – Boyacá, hace parte de ese porcentaje puesto que, la actualización de esta herramienta tuvo que llevarse a cabo para el año 2015, fecha determinada para actualizar según la vigencia de 12 años.

Entre las causas de dicha desactualización se encuentran: Un efecto natural del calendario electoral y los cambios de gobierno, ya que detienen los procesos de revisión de los planes y se presentan cambios en la información, falta de financiación de recursos y presupuesto de los municipios. (Medina, 2020) En la actualidad, se tiene un territorio que no está adaptado al proceso de cambio continuo orientado a una triple condición de crecimiento, inclusión y sostenibilidad. Lo cual genera desórdenes urbanos y rurales, incertidumbres y normas débiles; incumplimientos del debido proceso y poca respuesta a las necesidades de los pobladores. Es fundamental definir reglas claras con una ocupación racional del suelo, incluyendo el área urbana y lo rural para que no existan tantos desequilibrios.

Se identifica la desactualización del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Guateque – Boyacá, con énfasis en la caracterización del componente ambiental y funcional en la zona rural y urbana. Entre los componentes generales del Plan de ordenamiento territorial que se van a actualizar y ajustar se encuentran: para la dimensión ambiental, la gestión del riesgo por amenaza de inundación en zona rural y sistema hídrico. Respecto al componente funcional, el servicio público de aseo y gestión de residuos sólidos. Dichos componentes no presentan información precisa y útil para identificar las necesidades del municipio, es decir, no está debidamente enmarcada como herramienta de planificación del territorio. En consecuencia, es necesaria la revisión y ajuste general del PBOT a las condiciones reales del territorio garantizando el desarrollo municipal, regulando la utilización, ocupación y transformación del espacio físico urbano y rural. (Ordoñez, 2016)



Justificación y Pertinencia

Hoy por hoy, los municipios y distritos del país se encuentran desactualizados en la implementación de herramientas de planificación territorial como los POT. La gran mayoría de estos planes, se formularon a comienzos de la década pasada con la información y recursos con que contaban los municipios en ese entonces. Pero hoy día, después de casi quince (15) años de su adopción, el país cuenta con normativa, instrumentos y lineamientos en materia rural, ambiental, de prevención del riesgo ante desastres, de gestión y financiación para el ordenamiento territorial, entre otros. Los cuales permiten optimizar el potencial y eficacia del POT en el desarrollo sostenible de los territorios. (DNP, 2015)

La revisión y ajuste general de los Esquemas de Ordenamiento territorial como herramienta de planificación, es la oportunidad para insertar o fortalecer componentes entre estos, la sostenibilidad ambiental teniendo en cuenta los contenidos exigidos por la Ley 388 de 1997. A pesar de que los municipios adoptaron los PBOT y lograron iniciativas de intereses económicos, culturales, sociales y ambientales, se ha identificado la necesidad de fortalecer la sostenibilidad ambiental puesto que, cada vez se reconoce con urgencia el estado de deterioro del ambiente y con ello la calidad de vida. La caracterización ambiental del PBOT debe considerar los desafíos ambientales desde una perspectiva regional ante el manejo de recursos naturales, incluyendo la oferta hídrica para los asentamientos humanos, la posible afectación por el riesgo de la población, los conflictos entre áreas protegidas, el crecimiento urbano y el desbordamiento de las ciudades sobre los municipios vecinos. (Pinzón Botero, 2018)

La sostenibilidad ambiental debe ser parte fundamental de la estructura teórica de los planes de ordenamiento territorial. Por lo tanto, llevar a cabo la propuesta de revisión y ajuste general del PBOT para el municipio de Guateque representa además de un reto, beneficios para adaptar al territorio las dinámicas reales que se presentan en la zona rural y urbana, identificando los polos de desarrollo estratégico que se pueden fortalecer o impulsar. Esto garantizando un crecimiento ordenado a través de condiciones óptimas como una adecuada asignación del uso del suelo, basada en las necesidades del ser humano, sin dejar de lado condiciones ambientales, donde el modelo poblacional y la red hídrica, la flora, la fauna, el clima y el paisaje se conviertan en determinantes para una adecuada delimitación y destinación del suelo. (Avendaño-Leadem et al., 2020)



Objetivos

Objetivo General

Realizar el diagnóstico de la dimensión ambiental y funcional del recurso hídrico y servicio público de aseo - residuos sólidos del PBOT del municipio de Guateque – Boyacá.

Objetivos Específicos

- Zonificar las zonas hídricas del municipio de Guateque.
- Delimitar, caracterizar y analizar la microcuenca Quebrada Suaitoque.
- Realizar la zonificación y caracterización de las zonas de amenaza por riesgo de inundación.
- Elaborar el diagnóstico de la dimensión Funcional del servicio público de aseo y gestión de residuos sólidos.
- Implementar un Sistema de Información Geográfico de los componentes: Sistema hídrico y servicio público de aseo - gestión de residuos sólidos como apoyo para las fases diagnóstico.



Alcance y Limitaciones

Alcance

- El desarrollo de la propuesta permitirá realizar la actualización de la dimensión ambiental y funcional, proceso útil en la planificación del territorio para la zona rural y urbana.
- Los resultados del proyecto, según su grado de implementación posiblemente servirán como base para llevar a cabo, un mejor uso de los recursos naturales y de la ocupación del territorio.
- La comunidad podrá disponer de esta información a detalle con el fin de, promover el conocimiento del territorio y con base a esta, puedan determinar solución a los problemas basados en las necesidades del manejo de recursos ambientales y uso del suelo.

Limitaciones

- La administración municipal y demás entidades, no faciliten a tiempo y con celeridad estudios o normas de superior jerarquía que se hayan realizado y aprobado durante el periodo de vigencia del PBOT como: POMCAS, Planes de Ordenamiento Forestal, distritos de manejo especial, distritos de conservación de suelos, caracterizaciones de Flora y Fauna, PGIRS, PSMV; de manera que se interrumpa el proceso de valoración sobre lo que se requiere para incorporar al PBOT.
- Interrupción del proceso metodológico al presentarse eventos de salud pública o alteración del orden público que impidan el desplazamiento al municipio para realizar las labores de campo y por consiguiente la obtención de la información.



Marco Teórico

El ordenamiento territorial hace parte de una de las políticas públicas de mayor interés a nivel nacional, puesto que representa un esfuerzo por hacer uso racional del suelo teniendo en cuenta las realidades para el mejoramiento de las condiciones económicas y de sustentabilidad ambiental. En Colombia, esta política se ha representado por medio de la adopción del Plan de Ordenamiento territorial (POT) y demás instrumentos que incluyen la organización de un territorio, participación ciudadana y asignación de recursos naturales que puede ser un foco de diversos conflictos entre agremiaciones. (Barón Colmenares, 2018) A pesar de los esfuerzos en la implementación de los POT, surge la necesidad de actualizar esta herramienta. Con el fin de, fortalecer el contenido integral que lo compone teniendo en cuenta factores culturales, económicos, sociales y ambientales. A continuación, se relacionan conceptos claves que amplían la descripción del problema de estudio:

Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), es un instrumento técnico y normativo que comprende un conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas, destinadas a orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo, emprendidas por los municipios y distritos, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes. (DNP, 2018)

Ordenamiento territorial ambiental, vincula las zonas de protección ambiental determinando directrices mediante las cuales se realiza la planificación de los territorios además identifica los impactos generados por la locomotora del desarrollo territorial describiendo los de mayor relevancia, en articulación con cada uno de los servicios eco sistémicos involucrados en los procesos. (Ardila Martinez, 2018)

Sistema Hídrico, el agua es un recurso natural renovable con funciones económicas, sociales y ambientales por esta razón es, importante definir el sistema hídrico municipal, el cual, se precisa como el conjunto de cuerpos de agua naturales y/o artificiales de tipo lótico o léntico que hacen parte de los drenajes ya sean superficiales o subterráneos en la zona urbana y rural. El sistema hídrico se desarrolla dentro de la Estructura ecológica del municipio de Guateque presentado a través de una red hídrica y corredores que proporcionan sostenibilidad y procesos ecológicos esenciales actuando como medio preservador y de restauración ecológica de los elementos que constituyen el sistema hídrico.



Balance Hídrico, Es el balance entre la entrada y la salida de agua de una determinada zona o cuenca, el cual ayuda a determinar la disponibilidad hídrica. Dicha entrada se debe al ciclo hidrológico, como entrada se tiene la precipitación en forma líquida y sólida y como salidas a la evapotranspiración, la escorrentía e infiltración.

Patrones de Drenaje, es un elemento compuesto, cuyo análisis es fundamental tener en cuenta el relieve, la distribución de la vegetación y las condiciones estructurales de la zona. Se relaciona con características físicas de la cuenca hidrográfica, además de condiciones climáticas. Puede definirse como el arreglo que presentan las vías de drenaje, permanentes y transitorias, que contribuyen a evacuar las aguas superficiales de la cuenca. Entre las variables más importantes que definen estos patrones, están la permeabilidad del suelo, la erosión existente, el nivel freático como condición hidrogeológica y la cobertura vegetal.

Gestión del Riesgo, es el proceso de identificar, analizar y cuantificar las probabilidades de pérdidas y efectos secundarios que se desprenden de los desastres. La manera efectiva de integrar la Gestión del Riesgo en los procesos de ocupación y ordenamiento territorial es que incorpore decisiones de reducción del riesgo en su reglamentación y regulación, como también en la definición de programas y proyectos tendientes a mejorar la calidad de vida y seguridad, garantizando la ocupación y urbanismo de sus pobladores. (Angela A, 2018)

Servicios Públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, constituyen una prestación que realiza el Estado o los particulares autorizados por aquel y que satisfacen necesidades colectivas. Desde la prestación se materializa tanto la calidad, cobertura y continuidad del acceso de agua potable, así como la disposición de las aguas residuales de manera directa por la población. (Ruiz et al., 2020)



Marco Legal

Tabla 1. Marco Legal del Proyecto

Título de la Norma	Contenido
Ley 388 de 1997 (modificada en lo pertinente por las leyes 507 de 1999 y 902 de 2004 y reglamentada por el decreto 1077 de 2015.	Capítulo II Art. 7 No 4. Ordenamiento del territorio municipal. Cap. III. Planes de Ordenamiento territorial.
Decreto 879 de 1998	Por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial.
Ley 507 de 1999	Por la cual se modifica la Ley 388 de 1997
Ley 902 de 2004	Por la cual se adicionan algunos artículos de la Ley 388 de 1997 y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1077 de 2015	“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.”
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Ley 1931 de 2018	Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.
Ley 142 de 1994	“Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.”
Ley 689 de 2001	“Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994.”
Decreto 2981 de 2013	El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos “es el instrumento de planificación municipal que contiene objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, basados en la política de gestión de los mismos”,
Resolución 471 de 2020	“Donde se establecen las especificaciones que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia “. Se determina la implementación del Origen CTM -12, el cual fue propuesto ya que el uso de varios orígenes causaba problemas de ambigüedad de datos, falta de continuidad en planchas cartográficas y la dificultad de tener un sistema de representación unificado que incluya información estadística, socio-económica, medioambiental, entre otras, a la cartografía base del país.



Título de la Norma	Contenido	
	Parámetro	Valor
	Proyección	Transversa de Mercator
	Elipsoide	GRS80
	Origen: Latitud	4° N
	Origen: Longitud	73° W
	Falso Este	5.000.000
	Falso Norte	2.000.000
	Unidades	Metros
	Factor de Escala	0.9992
Resolución 068 de 2005	“Por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS”	
Ley 1523 de 2012	“Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”	
Decreto 1807 de 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” capítulo 1 (Art. 9) Estudios básicos de amenaza de inundación.	



Estado del Arte

En las últimas décadas América latina ha vivido un proceso de transformación territorial más complejo, caracterizado por: procesos de urbanización descontrolados debido al creciente peso de las ciudades y emergencia de nuevas actividades productivas basadas en la explotación de los recursos naturales que causan alto impacto ambiental al no ser regulados. Esto deja en evidencia que las economías de los países dentro de la región son muy dependientes de sus recursos naturales. Tales impactos en la calidad de vida son hoy en día, grandes retos para la población de América latina, que implican el imperante de los recursos y la puesta en práctica de estrategias de ordenamiento territorial efectivas. (Villagómez et al., 2020)

No obstante, a pesar de las debilidades identificadas para América Latina, algunos países como Perú han tomado cartas en el asunto para fortalecer la planificación territorial. En el año 2016, el ministerio de ambiente publicó un documento titulado: “Instrumento técnico normativo del ordenamiento territorial” donde se proponen lineamientos y disposiciones con el fin de conducir el proceso de ordenamiento territorial. Entre los lineamientos de carácter permanente se resalta que, el proceso de ordenamiento territorial tiene una visión integral y se debe desarrollar sobre la base de un enfoque de sostenibilidad y aprovechamiento responsable de los recursos naturales, la conservación de la diversidad biológica y de los procesos ecológicos que lo sostienen, contribuyendo a promover el desarrollo seguro del territorio. Se plantea robustecer instrumentos técnicos sustentatorios como la metodología para la zonificación ecológica, estudio de evaluación de riesgo de desastres y vulnerabilidad al cambio climático, de servicios ecosistémicos, cambios de cobertura y uso de la tierra, ecosistemas y hábitat marino costero. (MINAM, 2016)

A nivel nacional según un análisis para el año 2020 del instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Nacional, se identificó que el 88% de los municipios de Colombia tienen el POT desactualizado. El panorama no es alentador teniendo en cuenta que algunos instrumentos que han sido actualizados están demandados o siendo cuestionados. Para los 200 municipios que adoptan el PBOT se encuentran 131 desactualizados. En consecuencia, el ministerio de vivienda, ciudad y territorio planteó dentro de sus metas, realizar el acompañamiento para asesorar por medio de un equipo técnico a 150 municipios al largo de un periodo de gobierno para llevar a cabo la actualización. Entre la adopción de los POT de primera generación, se dedicaron a reglamentar la zona urbana dejando de lado la rural y hubo poco desarrollo de los



instrumentos de gestión del suelo. A ello se suma, grandes dificultades en materia de titulación y legalización y un problema sistemático de desactualización de catastros. Estos problemas serán los nuevos retos para los municipios en su proceso de actualización. (Medina, 2020)

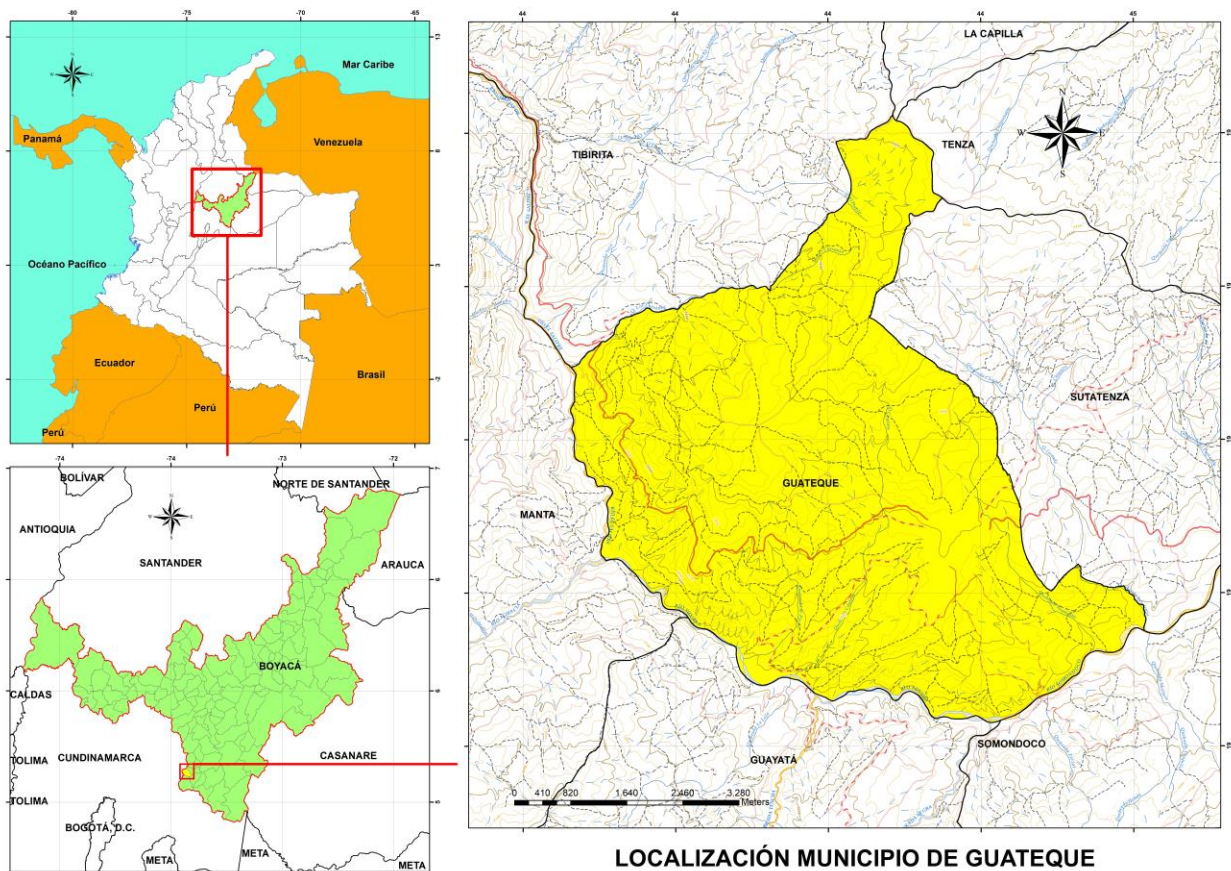
Es primordial que las ciudades grandes del país brinden pautas para el fortalecimiento de los diferentes ejes que componen los planes de ordenamiento territorial. Por ejemplo, Bogotá Distrito capital, se ordena en el largo plazo según una estrategia que se implementará bajo tres principios básicos: el primero, la protección y tutela del ambiente y los recursos naturales y su valoración como sustrato básico del ordenamiento territorial; el segundo, el perfeccionamiento y optimización de la infraestructura para la movilidad y la prestación de servicios públicos y sociales para todos los ciudadanos del Distrito Capital en perspectiva regional, y el tercero, la integración socio económica y espacial de su territorio urbano - rural a nivel internacional, nacional y con la red de ciudades prevista para la región Bogotá - Cundinamarca y departamentos vecinos. (Alcaldía de Bogotá, 2016)

A nivel local, según información de la Gobernación de Boyacá, en el año 2021; la Dirección Geográfica y de Gestión Territorial desde la Secretaría de Planeación, junto a las corporaciones autónomas regionales del Departamento, han identificado que, de los 123 municipios boyacenses, 109 no han actualizado sus planes o esquemas de ordenamiento territorial y 115 no han realizado actualización de la base catastral rural/urbana en su jurisdicción. El Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la Procuraduría Regional, han sido determinantes para la consolidación de instrumentos como la cartilla para Boyacá sobre planes de ordenamiento territorial, un importante documento metodológico y didáctico que busca ser útil para concertar, formular, revisar y actualizar aquellos planes en los municipios. (Gobernación de Boyacá, 2021) El municipio de Guateque hace parte de los 109 municipios que no han actualizado el PBOT. Por este motivo, se plantea el presente proyecto el cual, basará su planteamiento en instrumentos como la cartilla “Planes de Ordenamiento territorial POT” y documentos base que aporten a la planificación de territorio, con el objetivo principal de lograr avances en la sostenibilidad ambiental de los recursos naturales y de la ocupación del territorio.

Marco Geográfico

El proyecto se llevará a cabo en el municipio de Guateque, localizado en la cordillera Oriental al suroeste de Boyacá, conocido como la capital de la provincia de Oriente. Limita con los municipios de Guayatá, La Capilla, Somondoco, Sutatenza, Tenza, Tibirita y Manta en el departamento de Boyacá. Guateque tiene una superficie total del 36,04 km², el área urbana con 1,82 km² (11 barrios y dos urbanizaciones, con un 4,91% del total territorial) y 34,22 km² de sector rural (20 veredas).

Figura 1. Localización geográfica municipio de Guateque – Boyacá



Diseño Metodológico

Fase de Prediagnóstico y Aprestamiento

Figura 2. Modelo Conceptual Fase de Prediagnóstico y aprestamiento

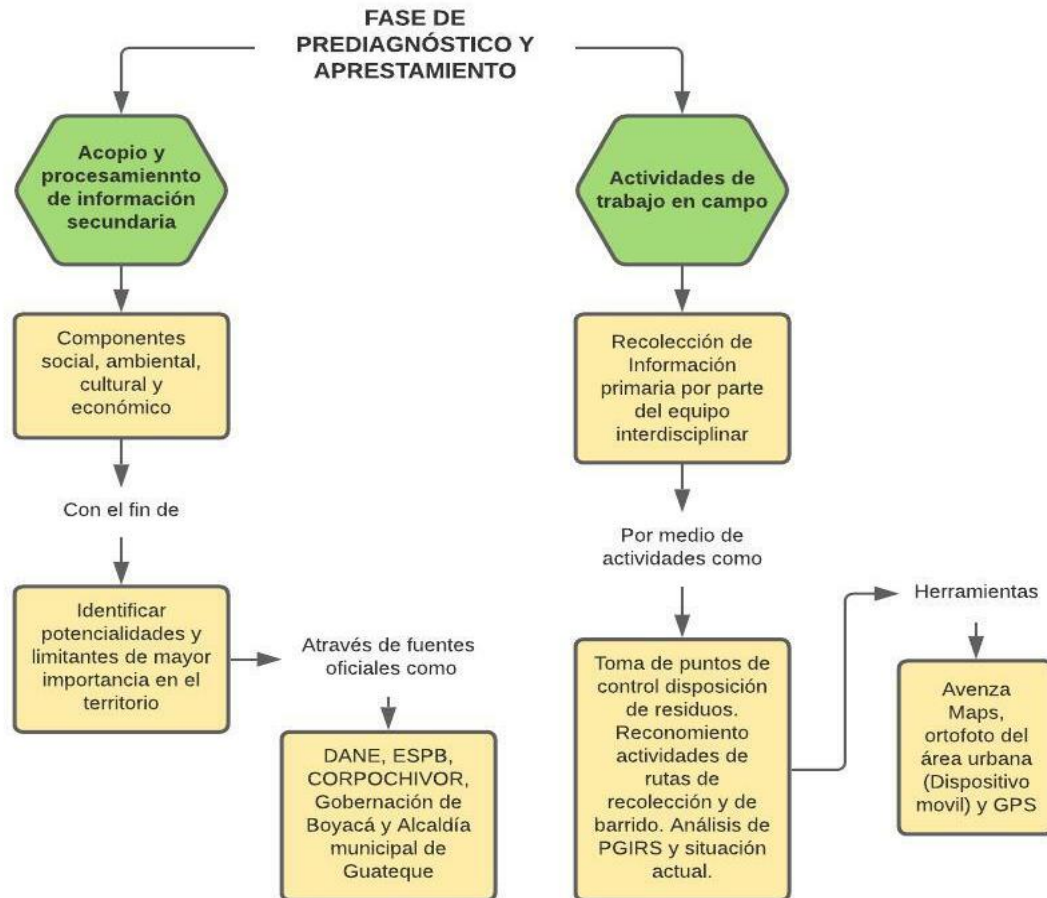
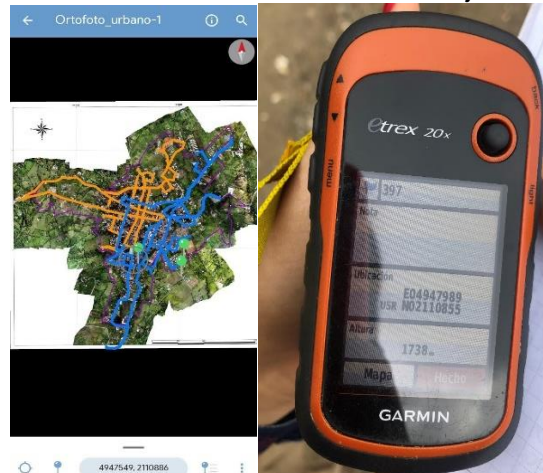


Figura 3. Herramientas usadas en trabajo de campo





Fase Diagnóstico

La fase diagnóstico en el ordenamiento territorial permite identificar, analizar y validar los elementos base del territorio consolidando así la imagen actual del territorio para compararlo con la imagen que sea desea, permitiendo previsualizar de manera adecuada el desarrollo del municipio según potencialidades, limitantes y conflictos existentes. Este proyecto se orienta para desarrollar la fase diagnóstico de los componentes de la Dimensión Ambiental – (Sistema hídrico y Zonificación Riesgo de Inundación) y Dimensión Funcional (Servicio Público de Aseo). Esta etapa brinda la oportunidad de identificar y analizar las problemáticas y a su vez las oportunidades que se ofrecen en pro del desarrollo territorial.

Dimensión Ambiental

Sistema Hídrico.

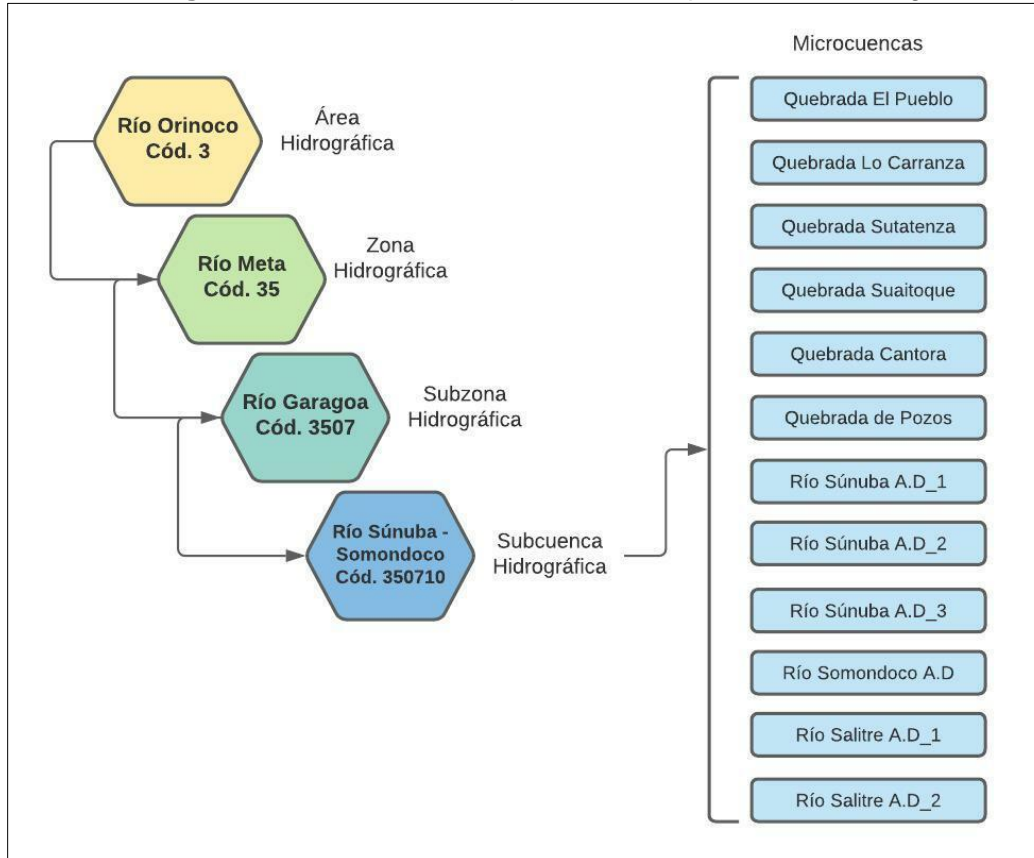
Para definir el sistema hídrico en el municipio de Guateque se realizó una revisión de información secundaria como el POMCA del Río Garagoa, cartografía del IGAC, IDEAM, alcaldía del municipio de Guateque y de fuentes oficiales como la Corporación Autónoma Regional de Chivor. Conforme a las fuentes mencionadas se determina que el sistema hídrico para el municipio corresponde en primer lugar a la Subzona hidrográfica del Río Garagoa en la cual confluye el Río Sunubá – Somondoco que se posiciona en segundo lugar y en tercer lugar se identifican corrientes permanentes e intermitentes como quebradas, nacimientos, aljibes, reservorios y pozos, lagunas, humedales y escorrentía superficial como los zanjones considerados drenajes intermitentes.

Ubicación del municipio de Guateque en la red hidrográfica.

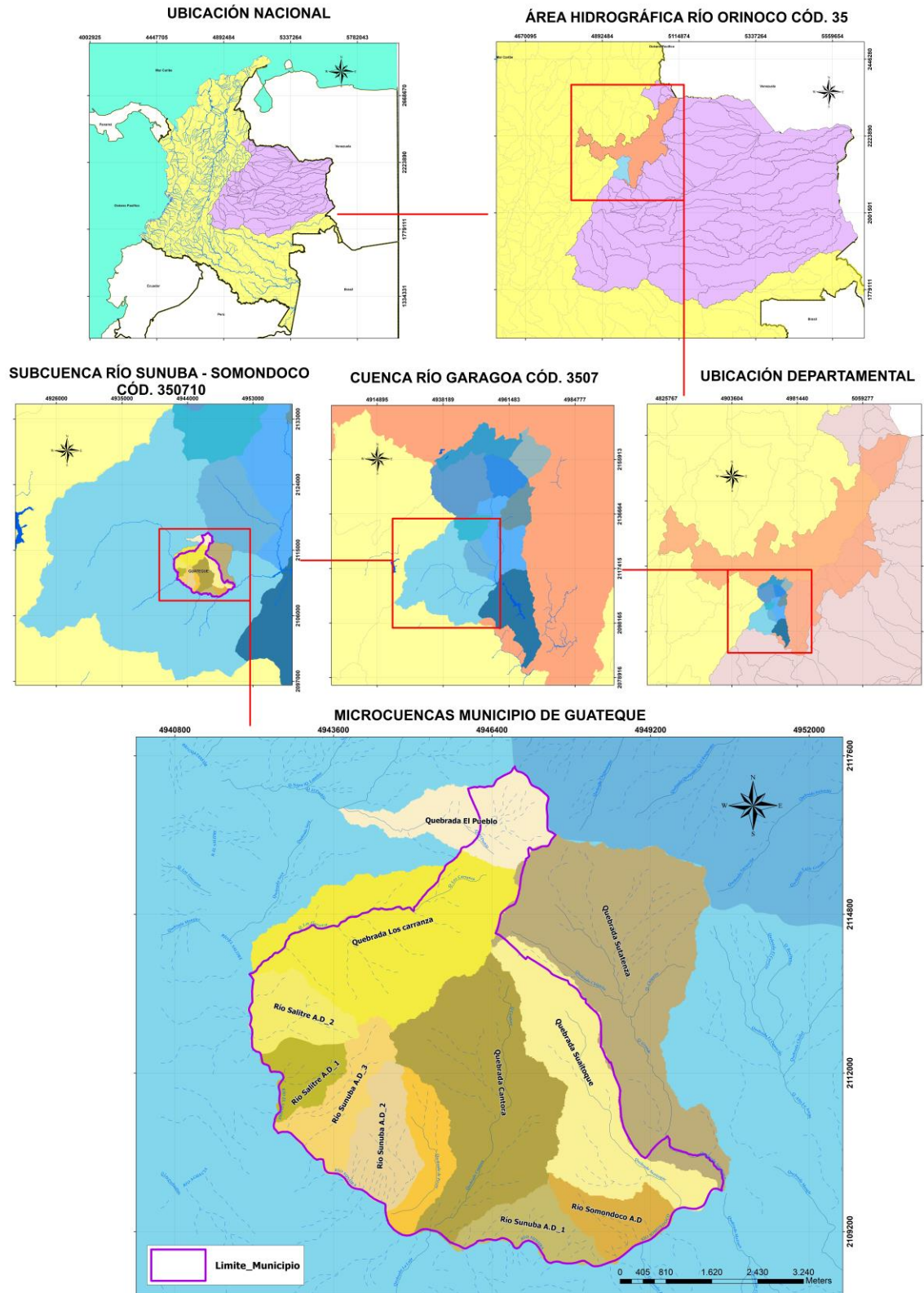
Conforme a la metodología de Zonificación y Codificación de Unidades Hidrográficas de Colombia, elaborada por el IDEAM en el año 2013, se identifica que Guateque pertenece a los 33 municipios que conforman la cuenca del Río Garagoa que a su vez forma parte del Área hidrográfica (RÍO ORINOCO – 3), zona hidrográfica (RÍO META – 5), subzona hidrográfica (RÍO GARAGOA – 3507) el cual desemboca en el embalse “La Esmeralda”, de este río se identifican dos niveles de unidades hidrográficas: Nivel 1 Río Sunubá – Somondoco y Nivel 2: 12 microcuencas. Según la información presentada en la Fase Diagnóstico del POMCA del Río Garagoa en el inciso 3. *Caracterización del medio físico-biótico ítem 3.4 Hidrografía*, se realiza la codificación de las subcuencas hidrográficas con base a la metodología del IDEAM (2013). A partir de esto se identifican las subcuencas hidrográficas de la cuenca, entre las cuales se

encuentra la del Río Súnuba-Somondoco (3507-10). En la **Figura 4** se presenta la ubicación del área, zona, subzona, nivel I Y II unidad hidrográfica:

Figura 4. Ubicación Municipio de Guateque en Red Hidrográfica



UBICACIÓN RED HIDROGRÁFICA MUNICIPIO DE GUATEQUE - BOYACÁ



Delimitación de las Subzonas - hidrográficas

Para realizar la delimitación de las microcuencas (Nivel II unidades hidrográficas) se realizó por medio del software ArcGIS (ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology) Estas herramientas se utilizan para modelar el flujo de agua a través de una superficie. Para realizar la delimitación de las cuencas se parte de un modelo de elevación digital (DEM) de 12,57 m resolución por pixel. (**Figura 5**)

Figura 5. DEM Municipio Guateque

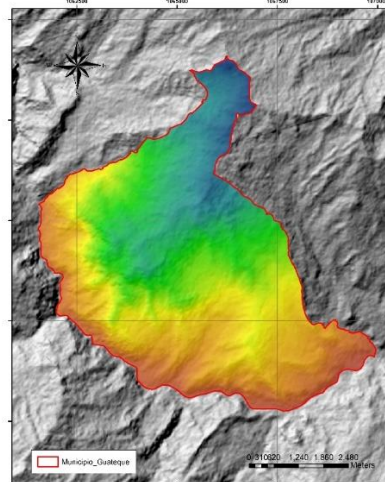
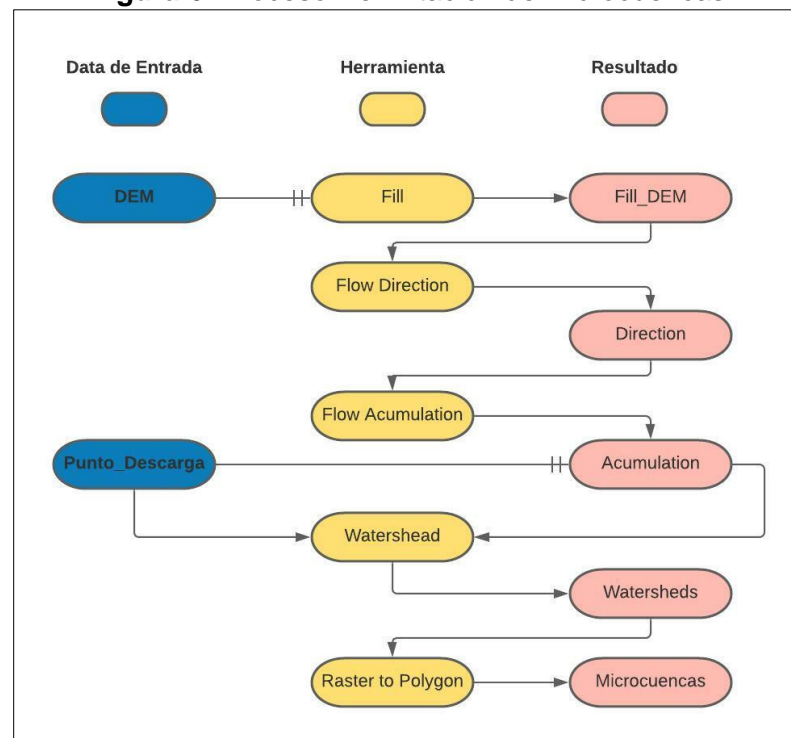
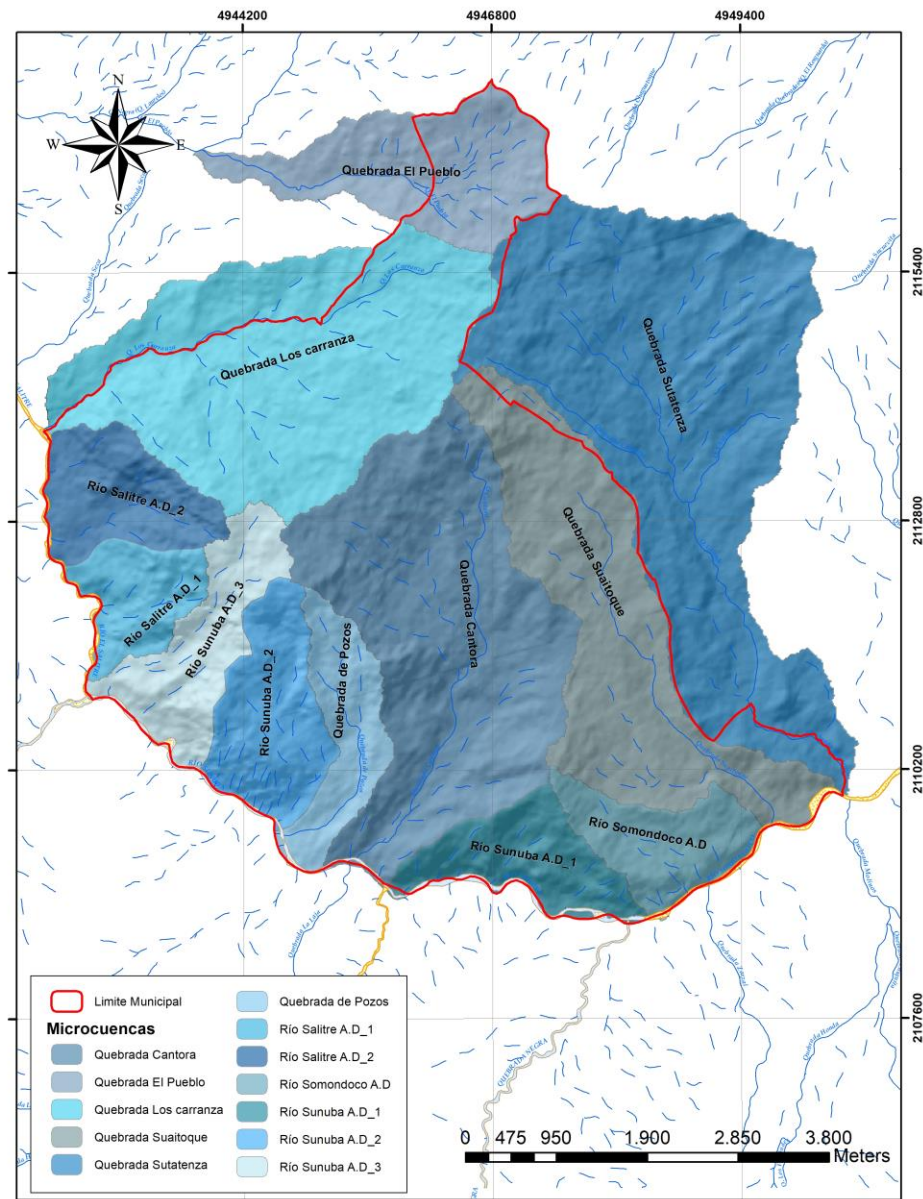


Figura 6. Proceso Delimitación de Microcuencas



Se identificaron doce (12) microcuencas correspondientes para el área del municipio de Guateque (**Figura 7**). “Una microcuenca es aquella cuenca que está dentro de una Subzona hidrográfica o su nivel subsiguiente, cuya área de drenaje es inferior a 500km²”. (MADS, 2012) Para cada una se calcularon los parámetros morfométricos como: perímetro, área, sumatoria de drenajes, longitud de Drenaje principal, densidad del drenaje, pendiente media, índice de Compacidad. Obtenidos mediante un sistema de información geográfica usando únicamente información del terreno.

Figura 7. Delimitación de las microcuencas Municipio de Guateque Boyacá





Caracterización de las sub – zonas hidrográficas.

- a) Río Garagoa** La cuenca del Río Garagoa se ubica sobre un área de 250.661,88 ha sobre el borde oriental de la cordillera Oriental, donde su extremo superior hace parte del Altiplano Cundiboyacense. Está conformada por 33 unidades territoriales (municipios) entre los cuales caben destacar a Guateque, Ramiriquí y Garagoa ya que al ser capitales de provincias se consideran como las poblaciones más importantes dentro del área, por su densidad de población y desarrollo económico.


El río Garagoa nace al suroriente del municipio de Samacá, en el páramo de Rabanal, desde su inicio toma el nombre de río Teatinos, que por la confluencia de numerosas quebradas toma el nombre de Río Boyacá al cual drenan las aguas del río Juyasía a una altura de 2150 msnm, a partir de allí se conoce como río Jenesano y unos cuantos metros hacia aguas abajo, luego de recibir el aporte de varios cauces se denomina río Tibaná. En cercanías de las veredas Manta y Mangles, el río Tibaná en su unión con el río Turmequé toma el nombre de río Garagoa sobre una altura de 2000 msnm. Aguas abajo recibe aportes de los Ríos El Bosque, Fusavita, Guaya y Súnuba, punto en el cual comienza el embalse "La Esmeralda", después del cual continúa su recorrido con el nombre de Río Garagoa o Batá.

El municipio de Guateque presenta un área superficial de 3656,18 ha, esto quiere decir que representa el 1,45% del área total de la cuenca del Río Garagoa el cual tiene un área de 250,661.88 ha. La relación directa del municipio con la cuenca se identifica por componentes como la calidad del Recurso Hídrico, según la información suministrada por el POMCA indica que Guateque hace parte de los municipios que por inhabilidad de la PTAR son los que mayor carga aportan a las fuentes hídricas por actividades domésticas al descargar sus aguas a las microcuencas que a su vez descargan a la subcuenca del Río Súnuba-Somondoco de la cuenca del Río Garagoa.

- b) Río Súnuba – Somondoco** El Río Súnuba, nace al suroriente del municipio de Machetá, con el nombre de Guatafur, el cual, luego de recibir numerosas corrientes pasa a llamarse Río Machetá. A lo largo de su recorrido, colecta las aguas de la Quebrada Tocola y del Río Aguacía, para finalmente tomar el nombre de Río Súnuba. En el sitio llamado las Juntas, el Río Garagoa y el Río Súnuba se encuentran y empieza el embalse La Esmeralda, al cual drenan las aguas de la Unidad Río Batá, la cual está conformada por ríos cortos y pequeños. Las aguas de este río en la parte alta son translúcidas, pero ya hacia la parte baja de la cuenca muestra una alta sedimentación. Sedimentos que se

desprenden de los municipios de Guateque, Guayatá, Sutatenza y Somondoco. El Río Súnuba y Somondoco es la subcuenca que representa la mayor extensión en la cuenca del Río Garagoa, al ocupar el 27% de área total.

Tabla 2. Río Súnuba – Somondoco

Nombre	Río Súnuba - Somondoco	
Coordenadas	x	y
	4948950	2108972
Registro Fotográfico		
		

- c) Quebrada Suaitoque** La microcuenca Quebrada Suaitoque nace en la vereda Rosales luego recorre la vereda Suaitoque, pasa por el área urbana, llano grande y finalmente pasa por la vereda Chinquica donde se une el caño Chinquica. La longitud de la quebrada desde su nacimiento hasta su desembocadura es de aproximadamente 4508,530 metros. Esta microcuenca vierte sus aguas al río Súnuba ubicado al sur-este del perímetro del municipio de Guateque, corresponde a un 64% del perímetro urbano y a un 20% del área total del municipio. Esta quebrada es representativa a nivel municipal ya que es usada como fuente receptora de vertimientos domésticos puntuales y se identifica una intervención considerable por la presencia de estructuras hidráulicas y procesos asociados a deslizamientos y remoción de masa.

Figura 8. Ubicación Quebrada Suaitoque Municipio Guateque

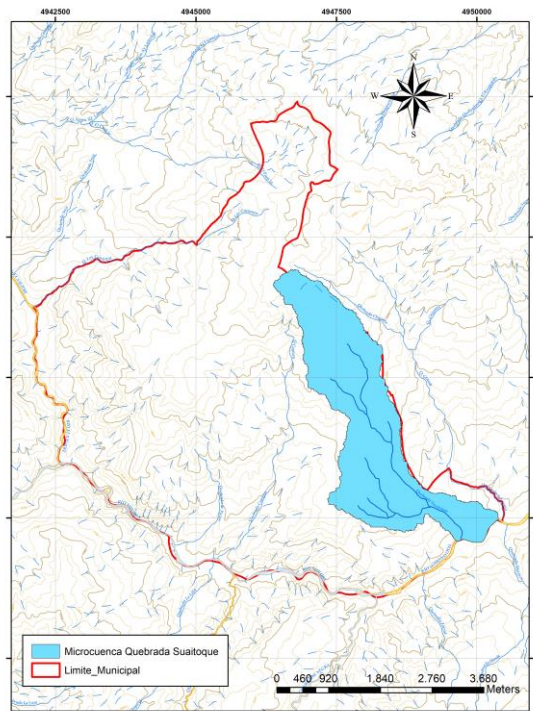





Tabla 3. Quebrada Suaitoque

Nombre	Quebrada Suaitoque Arriba	
Coordenadas	x	y
	4947443	2112450
Registro Fotográfico		
		

Nombre	Quebrada Suaitoque Abajo	
Coordenadas	x	y
	4948470	2111355
Registro Fotográfico		
		

Características morfométricas y Balance Hídrico de las sub – zonas hidrográficas.

Las características físicas de una cuenca tienen una relación estrecha con el comportamiento de los caudales que transitan por ella ya que son las que determinan la fisiografía de una zona en particular. La forma de la cuenca afecta los hidrogramas de esorrentía y las tasas de flujo máximo. Para una misma superficie, con características físicas y bióticas similares y para un mismo aguacero, el hidrograma en la salida de la cuenca amplia y bien ramificada, o sea semejante a un círculo, será muy diferente a la de una cuenca estrecha y alargada, presentando la cuenca circular un riesgo de avenida e inundación en el cauce principal, debido a que todos los puntos de la cuenca son equidistantes del canal principal. Dichos parámetros o indicadores morfométricos dependen de características generales de la cuenca, a continuación, se muestra en la **Tabla 4** los parámetros morfométricos calculados para las 12 microcuencas delimitadas en el municipio de Guateque Boyacá. Para obtener más información sobre el concepto y cálculo de cada parámetro remitirse al **Anexo- 1**.

Características morfométricas de las microcuencas.



Tabla 4. Morfología de las subzonas hidrográficas presentes en el municipio de Guateque

Nombre Microcuenca		Perímetro (km)	Área (km ²)	Sumatoria Drenajes Microcuenca (km)	Longitud Drenaje Principal (km)	Densidad de Drenaje (Dd)	Pendiente Media (Pm)	Índice de Compacidad ó coeficiente de Gravelius (Kc)
Quebrada El Pueblo	Quebrada	12.39	3.29	15.89	3.93	4.83	24.02	1.928
Quebrada Los Carranza		18.20	8.64	14.67	5.02	1.70	27.50	1.747
Quebrada Sutatenza		26.17	11.82	28.95	6.72	2.45	24.65	2.148
Quebrada Suaitoque		20.73	6.05	10.37	4.51	1.71	22.23	2.376
Quebrada Cantora		19.78	8.45	22.43	5.16	2.65	27.65	1.920
Quebrada de Pozos		9.76	1.67	5.68	2.42	3.39	32.64	2.128
Río Sunuba A.D_1	Río	9.28	1.86	6.27	0.73	3.38	45.79	1.920
Río Somondoco A.D		8.42	1.73	4.46	1.42	2.58	31.08	1.806
Río Salitre A.D_2		7.23	1.92	3.73	1.98	1.94	47.00	1.472
Río Sunuba A.D_3		10.32	2.18	4.89	2.71	2.25	45.74	1.972
Río Sunuba A.D_2		7.75	2.25	8.19	2.05	3.64	43.34	1.458
Río Salitre A.D_1		6.31	1.35	2.66	1.07	1.97	51.74	1.528

Para el desarrollo de este proyecto y según el alcance del mismo, se decide enfocar el análisis de los parámetros morfométricos y Balance hídrico hacia una sola microcuenca llamada Quebrada Suaitoque, considerada como la más representativa para el municipio de Guateque, la cual desemboca al Río principal que corresponde al Súnuba – Somondoco, la microcuenca está delimitada por la divisoria de aguas que corresponde a una corriente de orden 3.

Figura 9. Mapa de Parámetros Morfométricos microcuenca Quebrada Suaitoque

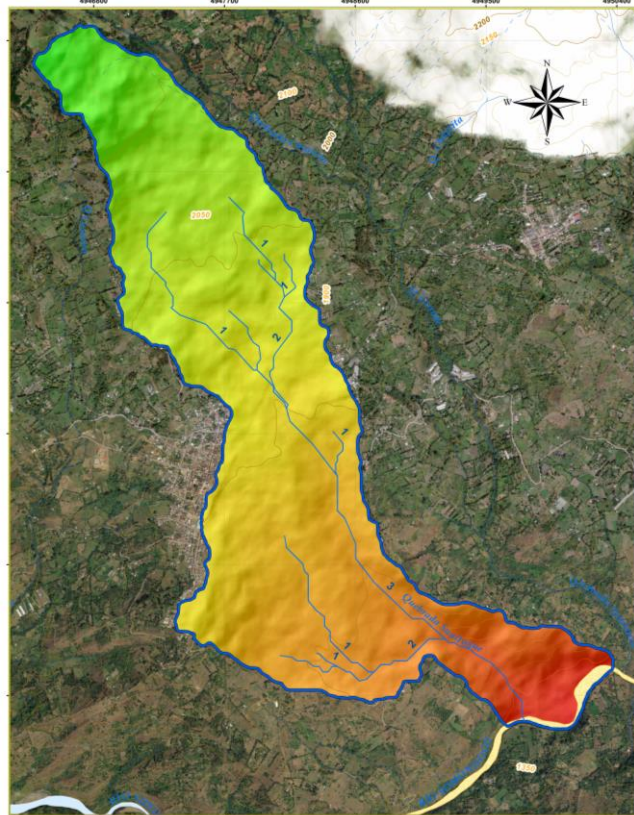


Tabla 5. Datos características generales de la microcuenca

Geometría		
Área	Km ²	5.92
Perímetro	km	20.37
Ancho	km	5.90
Largo	km	1.52
Valores de las Cotas		
Cota Máxima	msnm	2421
Coordenadas		
Centroide X	m	4948223.84
Centroide Y	m	2111855.63
Centroide Z	msnm	1875.51
Altitudes de la Microcuenca		
Altitud Media	msnm	1875.507526
Altitud de frecuencia (1/2)	msnm	1859.77
Pendiente de la Microcuenca		
Pendiente de la cuenca	%	21.25

Hidrografía		
Longitud del Cauce Principal	km	5.51
Orden de la red Hídrica	Adimensional	3
Longitud de la red Hídrica	km	16.54
Pendiente promedio de la red hídrica	%	16.30

Tabla 6. Índices Morfométricos

Parámetros Morfométricos de la Microcuenca			
Nombre del Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Factor Forma	F	0.29	S/N
Índice de Gravelious (Compacidad)	K	2.34	S/N
Rectángulo Equivalente (Lado Mayor)	L	9.57	km
Rectángulo Equivalente (Lado Menor)	I	0.62	km
Densidad de Drenaje	Dd	2.79	u/km ²

El factor de forma (F) calculado para la microcuenca Quebrada Suaitoque corresponde a un valor de 0,29 lo cual determina que la microcuenca presenta una forma Alargada, es decir, está sujeta a menor probabilidad de que ocurran eventos torrenciales gracias a su alargamiento (Valor bajo). Respecto al índice de Gravelius (k) se obtuvo un valor de 2.34 el cual es consecuente con el factor de forma ya que según las categorías de índice de compacidad se encuentra en el rango >1.5 microcuenca Oval – oblonga a rectangular, por lo tanto, presenta menor grado de susceptibilidad a crecidas.

Por otro lado, respecto a la Densidad de Drenaje (Dd) se obtuvo un valor de 2.79 1/km el cual se encuentra en un valor de densidad de drenaje moderado, esto significa que, la microcuenca demuestra un medio entre una respuesta lenta y rápida ante un evento de precipitación es decir que, drena según la intensidad de los factores climáticos que se presenten.

Tabla 7. Datos Pendiente de La Cuenca

PENDIENTE DE LA CUENCA				
Pendientes		Promedio (A)	Ocurrencia (B)	A * B
Min	Max			
0	10	5	4055	20275
10	20	15	15088	226320

PENDIENTE DE LA CUENCA				
Pendientes		Promedio (A)	Ocurrencia (B)	A * B
Min	Max			
20	30	25	11705	292625
30	40	35	4207	147245
40	50	45	1407	63315
50	60	55	533	29315
60	70	65	94	6110
70	80	75	33	2475
80	90	85	13	1105
90	100	95	6	570
Total			37141	789355
Pendiente promedio de la Cuenca			21.25292803	

Sobre la pendiente media de la cuenca, se obtuvo un valor de 21.25%, teniendo en cuenta la clasificación de las cuencas con respecto a la pendiente, este valor se ubica en el rango de 20 – 35% el cual corresponde a un tipo de relieve fuertemente accidentado, lo cual permite determinar que en época de intensa lluvia dicha pendiente permite generar un buen nivel de arrastre, consecuencia de la velocidad de escorrentía y a su vez en temporada seca puede generar un nivel erosivo considerable.

Tabla 8. Parámetros Hidrológicos de la microcuenca

Hidrografía de la Microcuenca					
Orden	Cantidad	Longitud (Km)	Coincidencias (A)	Pendiente prom (B)	A *B
1	10	5.51	565	16.14	9120.85885
2	3	5.51	229	13.94	3191.60964
3	1	5.51	296	18.44	5458.80714
Longitud Total		16.54	1090		17771.2756
Pendiente promedio				16.30392259	

La curva hipsométrica refleja el comportamiento global de la altitud de la cuenca y la dinámica del ciclo de Erosión. Con base en la gráfica de curva hipsométrica tomada de Strahler (ver **Anexo -1**), donde se muestran las curvas características del ciclo de erosión de cuencas con potenciales evolutivos diferentes. Es posible señalar que, según la **Figura 10** la

microcuenca Quebrada Suaitoque se encuentra en una etapa intermedia entre la fase de equilibrio erosivo relativo o de madurez y la fase de desequilibrio erosivo o juventud.

Figura 10. Curva Hipsométrica Quebrada Suaitoque

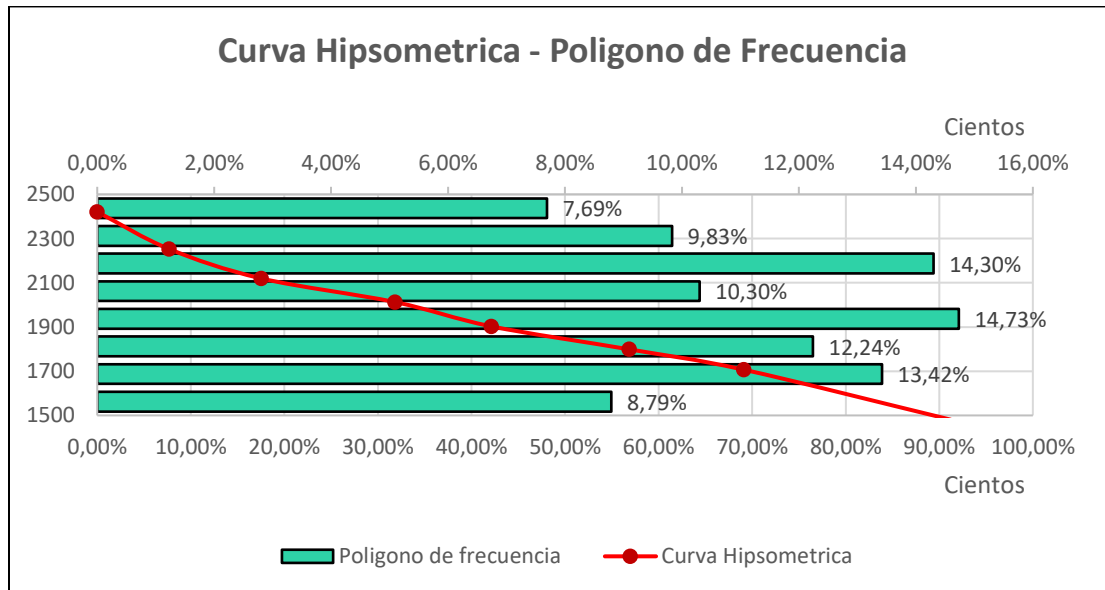


Tabla 9. Cálculos de áreas entre curvas de nivel microcuenca Quebrada Suaitoque

Min	Max	Promedio	Áreas (Km ²)	Área Acumulada	Área Sobre la Curva	Áreas en %	Área Sobre la Curva (%)
1333	1481	1407	0.53	0.53	5.52	8.79	91.21
1610	1707	1658.5	0.81	1.87	4.19	13.42	69.10
1707	1799	1753	0.74	2.61	3.44	12.24	56.86
1799	1903	1851	0.89	3.51	1.93	14.73	42.12
1903	2013	1958	0.62	4.13	1.93	10.30	31.82
2013	2120	2066.5	0.87	5.00	1.06	14.30	17.52
2120	2253	2186.5	0.60	5.59	0.47	9.83	7.69
2253	2421	2337	0.47	6.06	0.00	7.69	0.00
			6.057211401			100	

Balance Hídrico

La fórmula de balance hídrico está determinada como:

$$BH = Precipitación - (ET + Escorrentía + Infiltración)$$

Donde: ET = Evapotranspiración

A partir de la formula se deduce: si el valor de Balance hídrico es >1 se presenta exceso hídrico, si es < 1 presentará déficit hídrico y si es igual a cero se obtiene un equilibrio hídrico. Para calcular el Balance hídrico de la microcuenca Quebrada Suaitoque se realiza por medio de un método dinámico y de demostración gráfica donde se trabaja con la precipitación y evapotranspiración, para ello se utilizarán datos de estaciones meteorológicas como precipitación y temperatura. A partir de la temperatura se obtendrá la Evapotranspiración por la fórmula de Holdridge:

$$ET = T^{\circ} * (58.93)$$

Por ser un método dinámico no se tendrán en cuenta valores de escorrentía e infiltración, solo se usará la relación de precipitación/evapotranspiración (**Figura 11**). A continuación, se presenta la información de las estaciones utilizadas para los valores de precipitación de las cuales se tomaron los valores medios en mms de un registro entre los años de 1987 – 2017 (**Tabla 10**). Asimismo, se relaciona la información de las estaciones que proporcionan datos de temperaturas útiles en el área de influencia cerca a la microcuenca Quebrada Suaitoque. (**Tabla 11**)

Figura 11. Método Dinámico para determinar Balance Hídrico

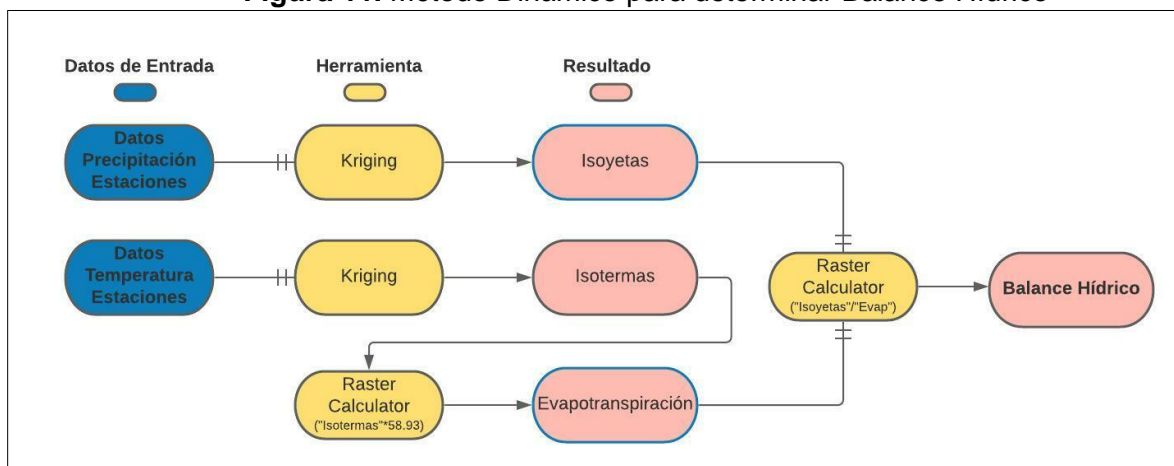


Tabla 10. Estaciones de Datos de Precipitación

Estación	Nombre	Código	Este	Norte	Altitud	Valor Medio (mms)
1	GARAGOA	35070080	5.078861	-73.368528	1700	1465.1
2	SOMONDOCO	35070100	4.983	-73.433028	1600	1238.2
3	GUAYATA LA GRANJA	35070110	4.976361	-73.4835	1580	1185.9
4	PACHAVITA	35070210	5.13925	-73.395639	2160	1370.5
5	ALMEIDA	35070260	4.970833	-73.379861	1954	1554.1
6	MARTOTA	35070320	4.936472	-73.436083	2620	1870.9
7	ESC LOS MOLINOS	35070470	4.950417	-73.410167	2150	1863.1
8	CAMPO REAL	35070500	4.995778	-73.381528	1430	1328.7
9	VALLE GRANDE	35070550	5.056611	-73.426917	1830	1284.9
10	SUTATENZA	35075020	5.022278	-73.449167	1930	1185.1

Nota: Adaptado de IDEAM

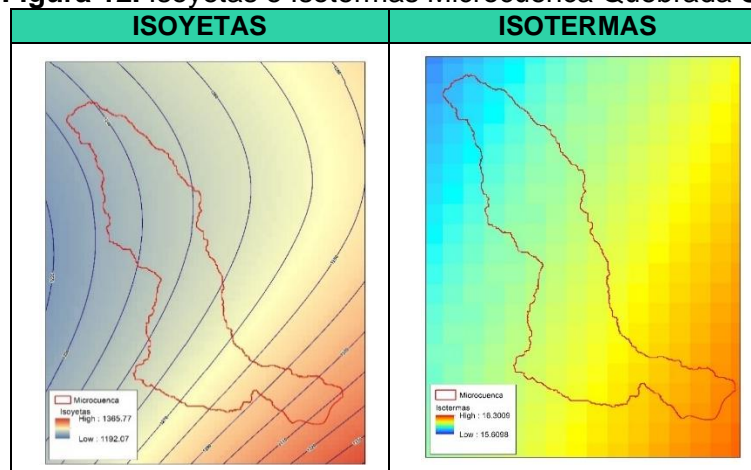
Tabla 11. Estaciones Datos de Temperatura

Estación	Nombre	Código	Este	Norte	Altitud	Valor Medio (°C)
1	GUASCA	21205700	4.879861	-73.868111	2750	13.16
2	SILOS	21205740	5.117722	-73.701417	2709	12.29
3	HDA STA ANA AUTOMATICA	21206790	5.0905	-73.88125	2572	5.14
4	ISLA DEL SANTUARIO	24015120	5.467278	-73.734806	2580	15.44
5	GACHETA	35065010	4.830389	-73.646472	1752	18.43
6	SAN CAYETANO AUTOMATICA	23125170	5.341111	-74.022472	2807	10.42
7	CARMEN DE CARUPA	24015380	5.347222	-73.898333	2970	11.75
8	NUEVO COLON	35075010	5.353806	-73.4565	2438	14.3
9	CAMPOHERMOSO	35085050	5.0345	-73.103667	1300	21.2
10	RONDON	35085020	5.358417	-73.203611	2120	16.1
11	SUTATENZA	35075020	5.022278	-73.449167	1930	17.8

Nota: Adaptado de IDEAM

A partir de estos datos, se utiliza la herramienta de ArcToolbox – Interpolation- Kriging es un método geoestadístico de interpolación que ha probado ser útil y popular en muchos campos (Burgess y Webster, 1980). Dicho método provee, a partir de una muestra de puntos, ya sean regular o irregularmente distribuidos, valores estimados de aquellos sitios donde no hay información, sin sesgo y con una varianza mínima conocida. (Se elige este método de interpolación puesto que, según un Estudio de caso de ordenación forestal realizado por la FAO se obtuvo que el kriging comparado con otros métodos aporta mejores resultados. A su vez refleja precisión por el valor del error medio cuadrático el cual debe estar cerca de 1) Para los datos de precipitación arroja un error medio cuadrático de 0.96 y para los datos de temperatura arroja un error medio cuadrático de 0.82 lo cual genera confiabilidad ya que son datos próximos al valor de 1.

Figura 12. Isoyetas e Isotermas Microcuenca Quebrada Suaitoque

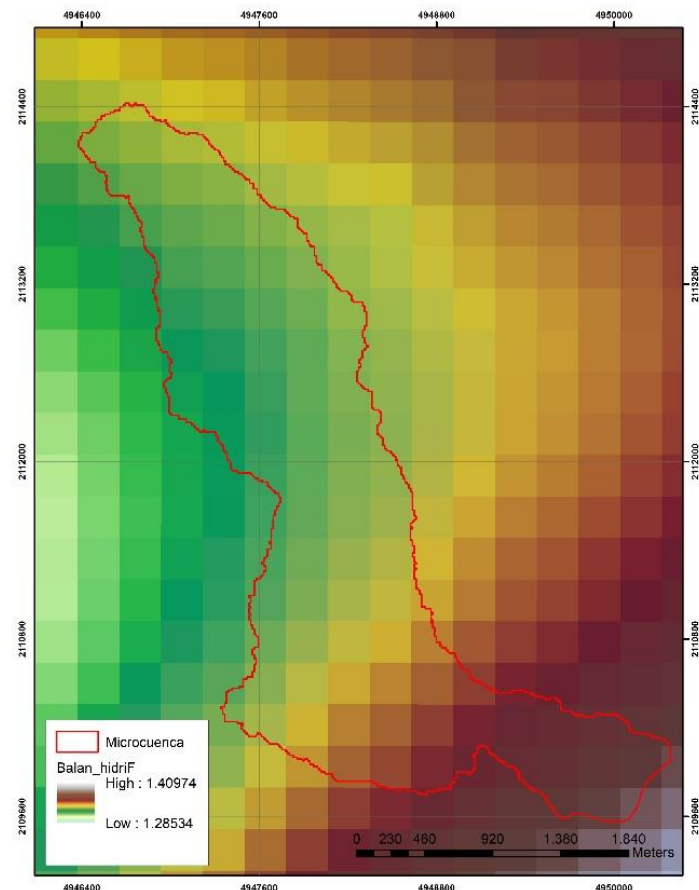


Se puede observar que, sobre las isoyetas las zonas con mayores valores de precipitación corresponden al color rojo (High 1365.77 mms) y color azul para las zonas de menor precipitación (Low 1192.07 mms). Por otro lado, respecto a las isotermas las zonas con valores de temperatura altos corresponden al color rojo (16.30 °C) y las zonas con valores de temperatura bajos corresponden al color azul (15.61 °C).

Con el fin de obtener el Balance Hídrico de la microcuenca se relacionan los valores de Precipitación / evapotranspiración, cabe aclarar que no se tiene en cuenta los valores de escorrentía e infiltración, el objetivo de este método es determinar a partir del balance que zonas presentan déficit, exceso o un equilibrio de agua lo cual permitirá planificar una adecuada gestión del recurso hídrico en la microcuenca. La precipitación se representará por

las isoyetas y la evapotranspiración con la fórmula aplicada teniendo en cuenta los valores de temperatura. Según el resultado obtenido en la **Figura 13**, se determina un exceso hídrico en la microcuenca de la quebrada Suaitoque ya que sus valores oscilan entre 1.40974 – 1.28534, teniendo en cuenta que el valor es mayor a uno se determina que hay exceso de agua sobre la superficie de los terrenos y en el perfil del suelo, esto puede ocurrir por diferentes causas: precipitaciones, inundaciones, limitaciones edáficas, limitaciones topográficas, y recarga del agua freática por agua subterránea proveniente de las zonas más altas. Tomando en consideración que la pendiente de la microcuenca corresponde a un relieve fuertemente accidentado se demuestra que el balance hídrico es consecuente con los valores de exceso que se indican en la parte baja de la microcuenca.

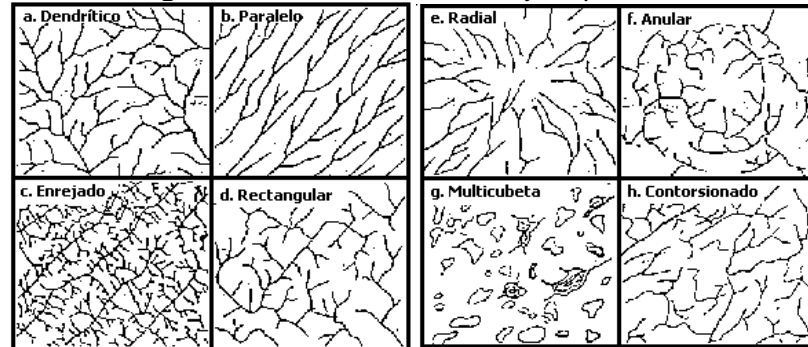
Figura 13. Balance Hídrico Microcuenca Quebrada Suaitoque



Patrones de drenaje.

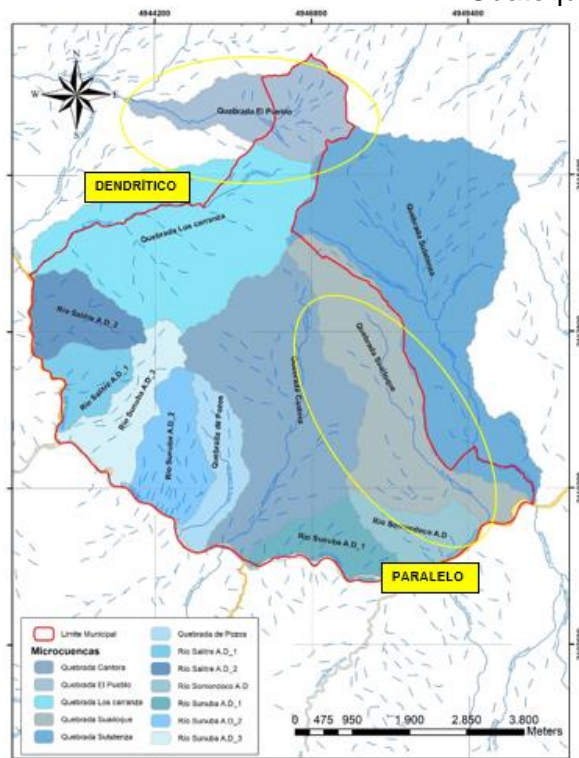
Los patrones de drenaje permiten interpretar la dinámica fluvial, la resistencia a la erosión, disposición de las diferentes litologías del terreno y del ordenamiento de las estructuras de deformación tectónicas de la superficie terrestre. A continuación, se presenta la **Figura 15** los patrones de drenaje típicos identificados en el municipio de Guateque:

Figura 14. Patrones de Drenaje Típicos



Nota: Adaptado de HOWARD, 1968

Figura 15. Patrones de Drenaje Identificados en las Microcuenca del Municipio de Guateque



Nombre Microcuenca	Tipo de Patrón
Quebrada El Pueblo	Dendrítico
Quebrada La carranza	Paralelo
Quebrada Sutatenza	Paralelo
Quebrada Suaitoque	Paralelo
Quebrada Cantora	Dendrítico
Quebrada de Pozos	Paralelo
Río Súnuba A.D._1	Paralelo
Río Somondoco A.D	Paralelo
Río Salitre A.D._2	Dendrítico
Río Súnuba A.D._3	Paralelo
Río Súnuba A.D._2	Paralelo
Río Salitre A.D._1	Dendrítico

Tabla 12. Descripción Patrones de Drenaje identificados en las microcuencas del municipio de Guateque


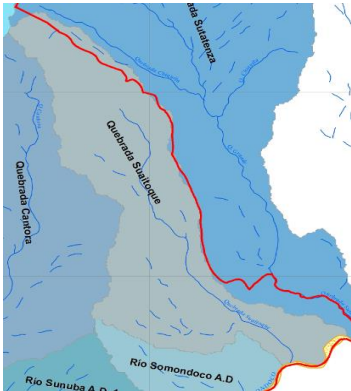
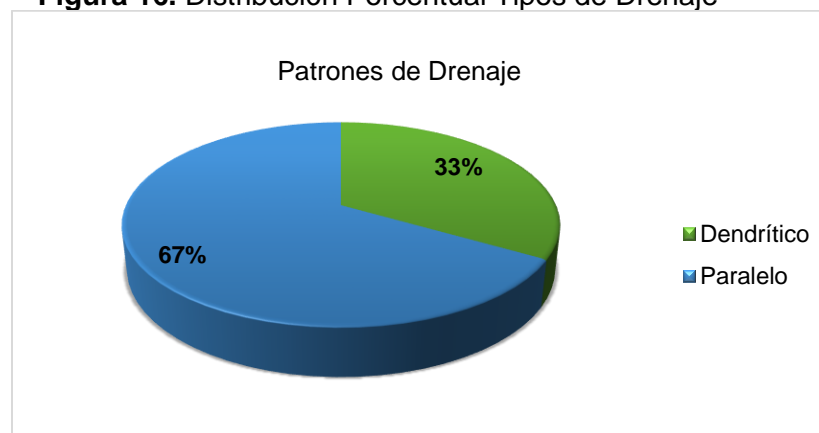
	CARACTERÍSTICAS	CASOS EN LOS QUE SE PRESENTA	FIGURA
PATRON DENDRÍTICO	Se caracteriza por mostrar una ramificación arborecense en la que los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos. Se desarrolla en suelos homogéneos, moderadamente permeables, con pendientes suaves y sin ningún tipo de control. Se presenta con frecuencia en zonas de rocas sedimentarias blandas, aluviones finos, tobas volcánicas, depósitos de till glacial.	Se forma en áreas de litología de baja permeabilidad no afectada por fallas, en pendientes moderadas, caudales reducidos y baja cobertura vegetal. La densidad de los cursos de agua de una red detrítica depende de las precipitaciones y del escurrimiento.	
PATRON PARALELO	Se presenta cuando varias corrientes corren paralelas entre sí, sin importar el orden o la importancia en el conjunto total de tributarios. Son canales paralelos que tienen una dirección definida por la pendiente regional del terreno. Cuando mayor sea la pendiente en una dirección, mayor y más paralelos serán los canales.	Se presenta cuando las pendientes son altas, los materiales son de baja permeabilidad, cobertura vegetal reducida y existe un tipo de control estructural que mueve los escurrimientos.	

Figura 16. Distribución Porcentual Tipos de Drenaje





Según el análisis por tipo de patrón de las microcuencas que corresponden al municipio de Guateque y su distribución porcentual se obtuvo que el 67% corresponden a drenajes de tipo paralelo, estos drenajes se encuentran ubicados en las veredas Gaunza Arriba, Gaunza abajo, Piedra Parada, Rosales, Suaitoque, Llano Grande, Chinquica, Siravita, Goteras, Ubajuca, Pozos, Tincachoque. Debido a que, en estas zonas se presentan pendientes altas, su suelo se compone de materiales de baja permeabilidad, cobertura vegetal reducida y existe un tipo de control estructural que mueve los escurrimientos.

Respecto al 33% de la distribución corresponde a drenajes de tipo dendrítico que en este caso son pocos y se presentan en las microcuencas de la Quebrada El Pueblo, Quebrada Cantora, Río Salitre A.D_2 y Río Súnuba A.D.1 en las siguientes veredas de influencia Gaunza Arriba, Munantá y parte de Mortiño, Sibatá, Chorro de Oro, Chorro Tinto, Cantoras y Puentes. Este tipo de drenajes se caracteriza por su formación en áreas de litología de baja permeabilidad no afectada por fallas, en pendientes moderadas, caudales reducidos y baja cobertura vegetal.

Evaluación del estado actual de la microcuenca Quebrada Suaitoque.

Conforme al alcance planteado en este proyecto no es posible realizar la evaluación del estado actual para todas las microcuencas por esto, se eligió la Quebrada Suaitoque ya que se identifica como una quebrada representativa puesto que presta el servicio de fuente receptora de vertimientos en el municipio de Guateque. La evaluación de la microcuenca se llevó a cabo según la Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas – PNAM propuesta por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2018 (Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico).

Luego de caracterizar la microcuenca, se identifican los aspectos establecidos para cada una de las problemáticas clasificándolos entre un nivel de incidencia Bajo, Medio o Alto teniendo en cuenta características físicas y geográficas de cada zona entre otros aspectos. Cada nivel de incidencia tiene un ponderado con el fin de obtener una calificación para cada problemática según la evaluación realizada, esto permite identificar a que problemas se les debe dar prioridad.

- Actividades Antrópicas

El inicio de la evaluación consiste en identificar mediante información primaria, las actividades antrópicas desarrolladas por los habitantes del municipio de Guateque, con el

fin de describir las problemáticas que generan un impacto sobre los recursos naturales y ocasionan modificaciones en el ecosistema de la microcuenca. A continuación, se presenta en la **Tabla 13** las actividades que se desarrollan en la microcuenca de la Quebrada Suaitoque.

Tabla 13. Actividades sociales, económicas, productivas y económicas identificadas en la microcuenca Quebrada Suaitoque

Actividades sociales, productivas y económicas	Descripción
Actividades Pecuarias	La actividad pecuaria constituye una de las principales actividades económicas del municipio de Guateque. Su finalidad es el autoconsumo y la comercialización, se destaca las actividades porcinas y la actividad lechera. La actividad pecuaria, encuentra mercado en Guateque, Manta, Machetá y Bogotá.
Actividades Agrícolas	La agricultura es la principal actividad económica en la zona rural del municipio de Guateque. Los principales cultivos son: caña, arveja, maíz, frijol, plátano, tomate, café y algunos cítricos. Producto de la baja rentabilidad, la intermediación, los altos precios de los insumos y los bajos precios de las cosechas, la mayoría de los cultivos son para el autoconsumo, a excepción de aquellos que se realizan de manera tecnificada en invernaderos y se comercializan fuera del municipio
Actividades Desarrollo poblacional	Actividades antrópicas desarrolladas en el área urbana y rural en relación a la disposición de agua residual, aprovechamiento de recurso hídrico, disposición de residuos sólidos, infraestructura vial, entre otros.
Comercio	La actividad comercial es la de mayor ocupación e incidencia en el área urbana. Allí, se presenta comercio al por mayor y al por menor. Adicionalmente, Guateque ofrece a la provincia, principalmente, los servicios de transporte, almacenamiento y comunicaciones; establecimientos financieros, seguros y servicios empresariales; y, servicios comunales y empresariales.

A partir del conocimiento recopilado sobre las actividades identificadas en el municipio de Guateque se determina el nivel de incidencia para cada uno de los componentes y condición ambiental entre nivel bajo, medio y alto y a su vez se proponen condiciones ambientales que corresponden a una problemática en general como se muestra a continuación:

1. *"Desequilibrios físicos, químicos o ecológicos del medio natural derivados del aprovechamiento de sus recursos naturales renovables"*. Corresponde a la problemática: Conflicto por el uso de los recursos naturales renovables.



2. *"Degradación de las aguas o de los suelos y en general de los recursos naturales renovables, en su calidad y cantidad, que pueda hacerlos inadecuados para satisfacer los requerimientos del desarrollo sostenible de la comunidad asentada en la microcuenca"*. Corresponde a la problemática: Conflicto por la disponibilidad del recurso hídrico: Oferta y Demanda.
3. *"Cuando las sub zonas hídricas son fuentes abastecedoras de acueductos y se prevea afectación de la fuente por fenómenos antrópicos o naturales"*. Corresponde a la problemática: Contaminación de las fuentes de abastecimiento de acueductos.

Para obtener más información sobre la aplicación de la metodología y evaluación dada por las matrices según el nivel de incidencia ver **Anexo – 2: Matrices de evaluación por niveles de incidencia para cada una de las condiciones ambientales asociadas a las actividades antrópicas identificadas.**

Análisis: conforme a los resultados determinados a partir de las matrices de nivel de incidencia y calificación se obtuvo que la principal condición ambiental que genera impactos en la microcuenca de la Quebrada Suaitoque corresponde a la *"Degradación de las aguas o de los suelos y en general de los recursos naturales renovables, en su calidad y cantidad, que pueda hacerlos inadecuados para satisfacer los requerimientos del desarrollo sostenible de la comunidad asentada en la microcuenca"* la cual presenta un ponderado final de 47. Respecto al recurso suelo las actividades asociadas con incidencia alta corresponden al uso doméstico generando impactos a través de vertimientos y por ende alteración de las propiedades físicas y de cobertura vegetal. **(Figura 17)** Sobre el recurso Agua la actividad de uso doméstico también genera impactos considerables con incidencia alta por la disposición de vertimientos que por su parte provoca una incidencia media respecto al cambio de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de la fuente hídrica. **(Figura 18)**

Como se ha mencionado, esta quebrada se considera como la más representativa del municipio puesto que su extensión, abarca gran parte del área urbana, en consecuencia, se evidencia una presión demográfica relacionada con la densidad poblacional la cual se ve reflejada en las descargas de agua doméstica, disposición de residuos sólidos, cambio de coberturas y modificación del ecosistema por actividades pecuarias, agrícolas y de desarrollo poblacional que produce un nivel de incidencia medio.

Figura 17. Ponderación impactos generados en el recurso suelo - condición ambiental 2

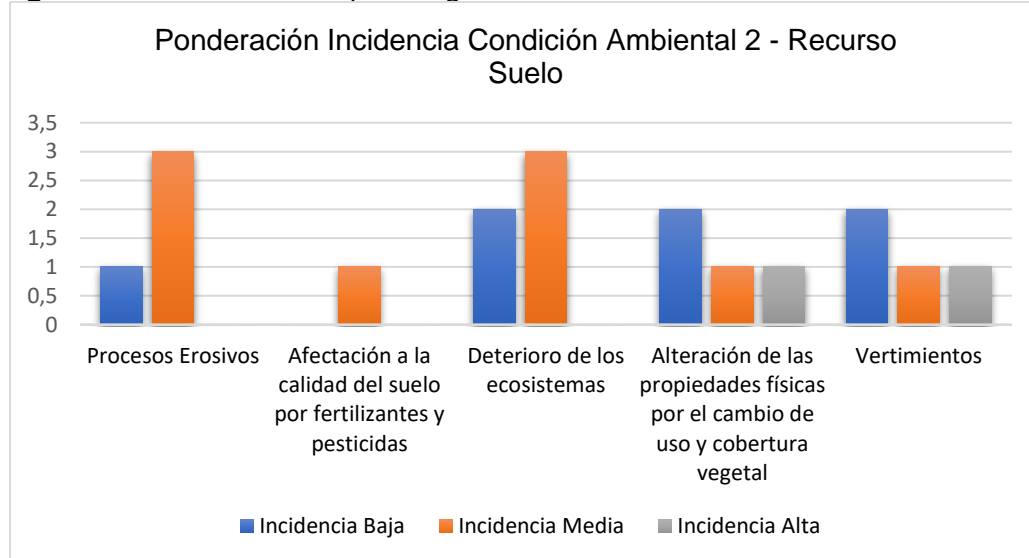
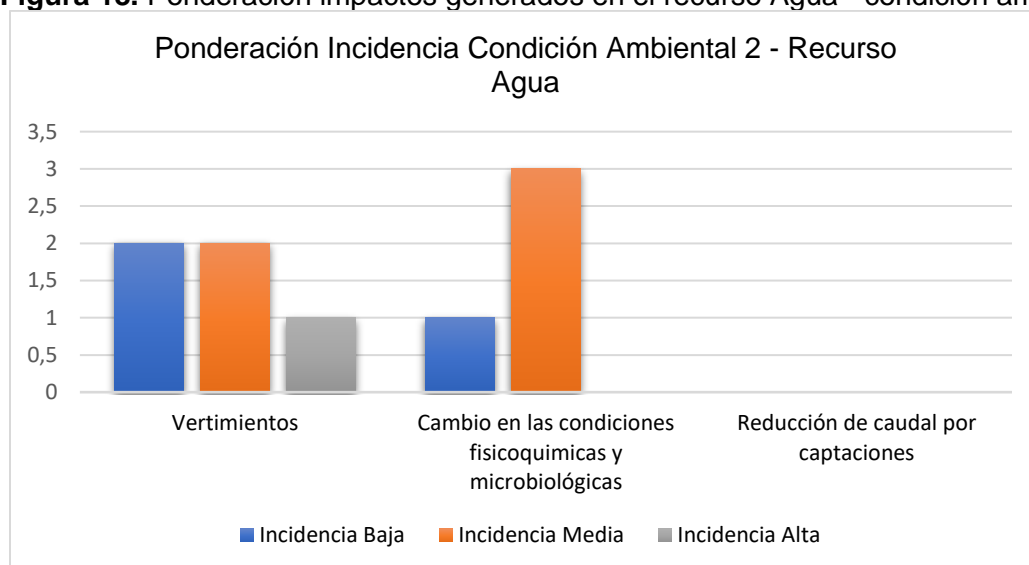
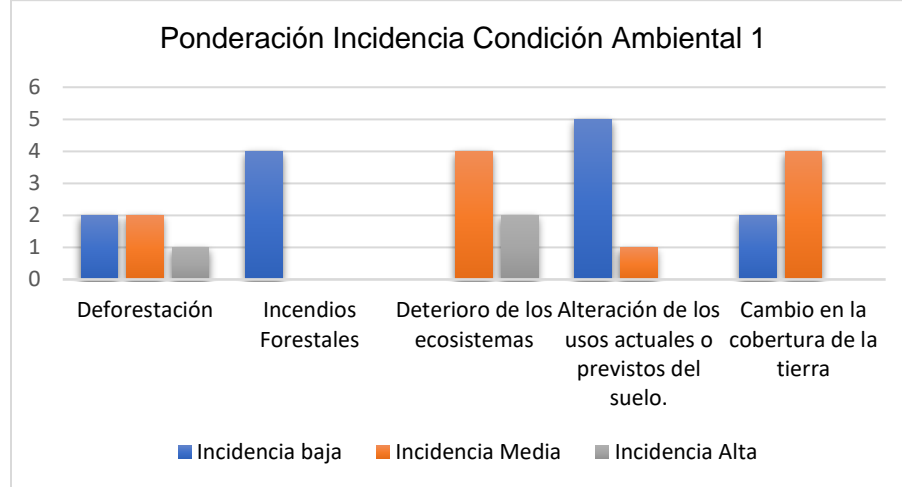


Figura 18. Ponderación impactos generados en el recurso Agua - condición ambiental 2



La segunda condición ambiental de la cual se obtuvo un ponderado alto con un valor de 44 corresponde a “*Desequilibrios físicos, químicos o ecológicos del medio natural derivados del aprovechamiento de sus recursos naturales*”. cabe destacar que las actividades puntuales de alta incidencia corresponden al Uso doméstico, agropecuario industrial y actividades de desarrollo poblacional los cuales generan impactos como la deforestación y evidente deterioro del ecosistema. (**Figura 19**)

Figura 19. Ponderación impactos generados en la condición ambiental 1



Uso del recurso hídrico en el municipio de Guateque.

Con el fin de identificar la demanda, uso y aprovechamiento del recurso hídrico de la microcuenca Quebrada Suaitoque , se realizó la solicitud de información oficial a la Corporación Autónoma Regional de Chivor – CORPOCHIVOR, para relacionar los permisos otorgados, hasta la fecha se tienen registrado 3 permisos de vertimientos. Esto corrobora el impacto al recurso hídrico hacia la fuente receptora de vertimientos, la información suministrada se encuentra consignada en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Permisos de Vertimientos del Municipio de Guateque

Expediente	Nombre del representante	Fuente receptora	Vereda	Resolución de aprobación
PV 010-18	Municipio de Guateque casco municipal (Edwin Crisanto Bohórquez Mora)	Alcantarillado municipal	Zona Urbana	283/2019
PV 002-19	Estación de Servicio Las 24 (Diego Eduardo Ruíz Castro)	Alcantarillado municipal	Zona Urbana	247/2019
2021ER8381	Alcaldía Municipal de Guateque	Quebrada Cantoras y La Laja	Cantoras y Llano Grande	En trámite

Nota: Corporación Autónoma Regional de Chivor – CORPOCHIVOR

Problemáticas asociadas al recurso hídrico.

Sobre la calidad de agua se identifica que la Quebrada Suaitoque como recurso hídrico se ve gravemente afectada puesto que se descargan aguas residuales domésticas – ARD por ubicarse cerca al casco urbano. Según la información de alcantarillado recolectada se identifican 8 vertimientos puntuales como se puede apreciar en la **Figura 20**. Dicha microcuenca se considera como la más densificada del municipio, en consecuencia, se evidencian las afectaciones de calidad de agua respecto a parámetros físicos, químicos y microbiológicos y por tanto una alta carga contaminante puesto que las aguas descargas no son tratadas. (**Figura 21**)

Figura 20. Vertimientos puntuales de la Quebrada Suaitoque

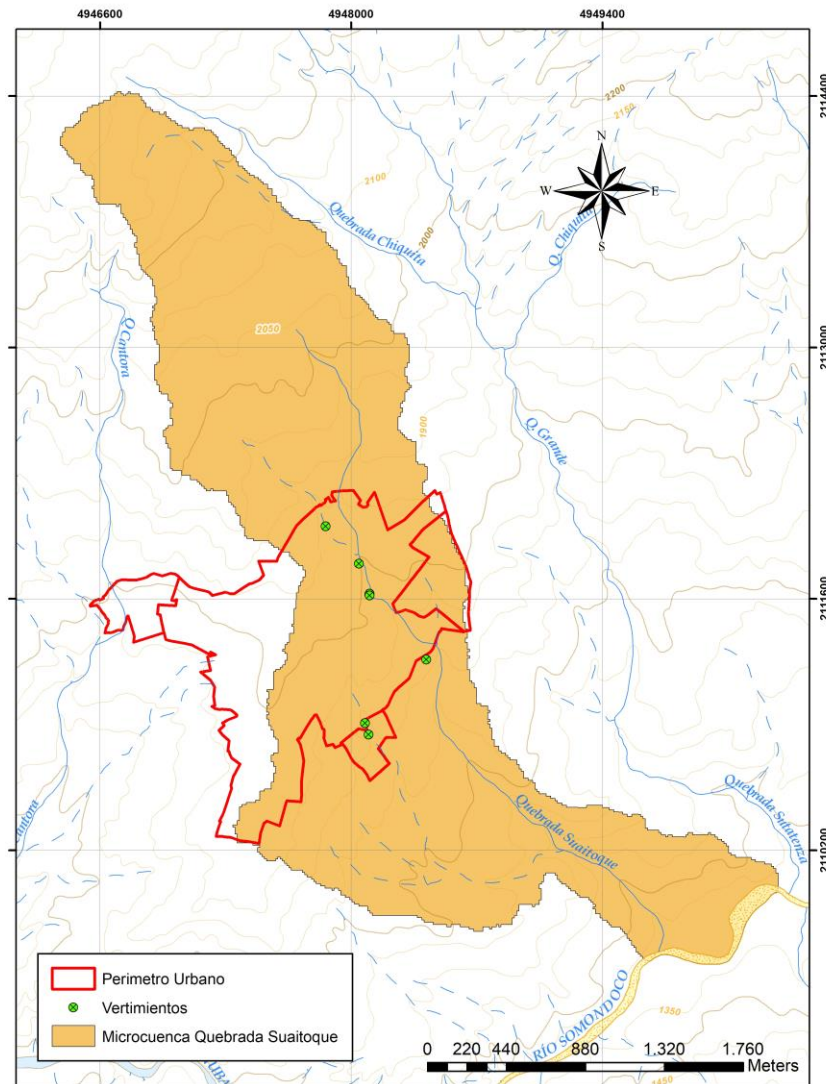


Figura 21. Registro Fotográfico Agua Residual Doméstica vertida en Quebrada Suaitoque



Con el fin de describir más allá la problemática es preciso tomar en cuenta la información del POMCA Río Garagoa capítulo de Prospectiva y Zonificación Ambiental donde se describen diferentes índices referentes al recurso hídrico entre los cuales se encuentran: Índice del Uso de Agua Superficial (IUA), Índice de Retención hidráulica (IRH), índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH), índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) además de lo descrito de la microcuenca en incisos anteriores. Para obtener más información sobre el análisis de los índices mencionados remitirse al **Anexo – 3: Índices del Recurso Hídrico POMCA Río Garagoa.**

Los resultados obtenidos se desarrollan a nivel municipal puesto que la escala de la cartografía base del POMCA del Río Garagoa es de 1:25.000. No obstante, se evidencia con claridad el resultado de la microcuenca que se está evaluando. Respecto al índice de Uso de Agua Superficial se obtiene un resultado bajo lo cual indica que la presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible, puede deberse a la baja demografía en zona rural y en zona urbana. Respecto al Índice de Retención y Regulación Hidráulica se obtiene un resultado muy bajo, esto significa que tiene poca capacidad de retención en las microcuencas, la causa de este comportamiento puede ser porque la mayoría de las fuentes hídricas del municipio son intermitentes.

Sobre el Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH) se obtiene un nivel medio pues se evidencia una oferta de caudal baja además de ser fuentes hídricas intermitentes, en especial para los acueductos de la zona rural. Por último, respecto al Índice



de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) se obtiene un grado de presión antrópica moderada, a pesar de que algunas fuentes receptoras de vertimientos se encuentran altamente afectadas, en su mayoría las demás fuentes aunque intervenidas por actividades antrópicas (uso doméstico, agropecuario industrial, pecuarias, agrícolas, desarrollo poblacional y comercio) presentan impactos moderados.



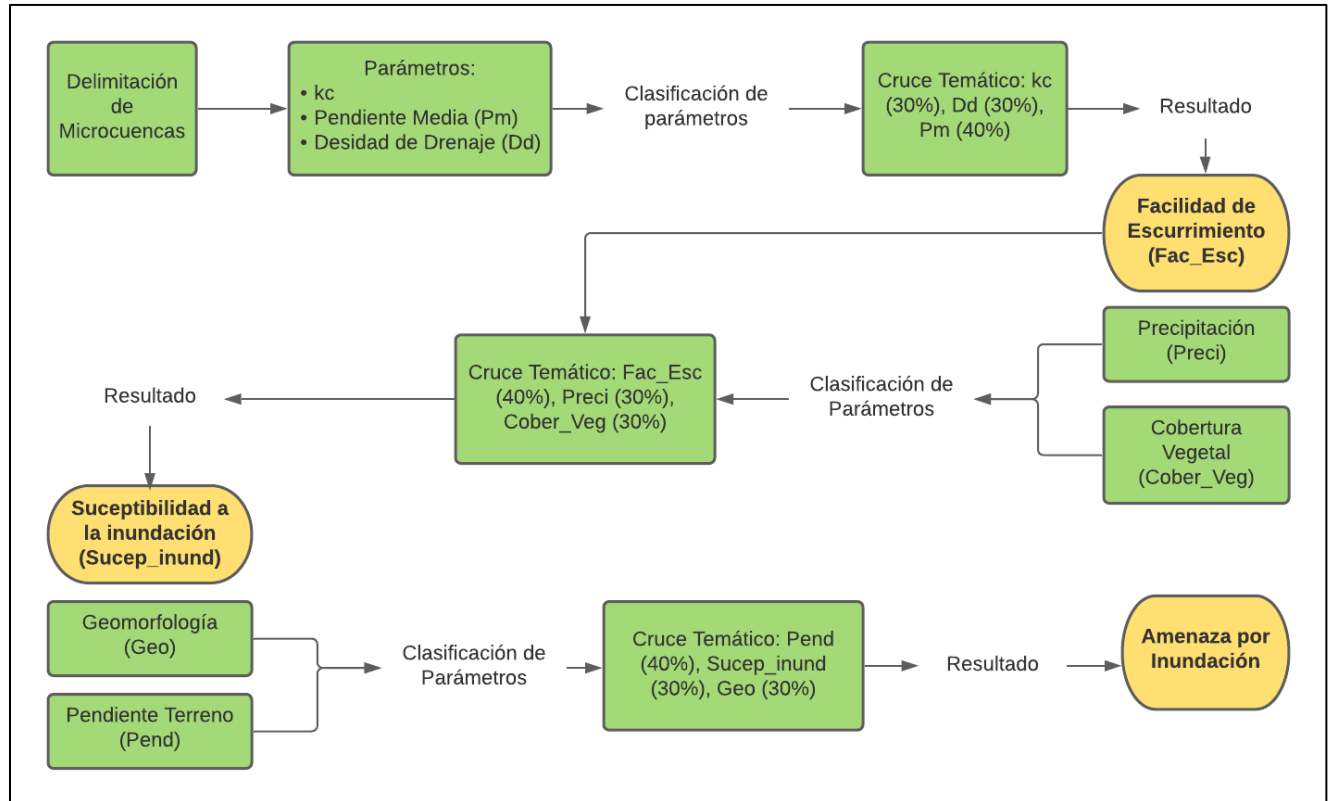
Zonificación y caracterización de las zonas de amenaza por riesgo de inundación.

La zonificación y caracterización del nivel de amenaza de inundación tiene como finalidad identificar las áreas que son afectadas por el aumento del nivel de agua en las corrientes y sobre las llanuras de inundación, también obliga a reconocer el comportamiento de las áreas que aportan los caudales que descargan en las corrientes de las microcuencas. Lo anterior se realiza conforme al Decreto 1807 de 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” específicamente el capítulo 1 (Art. 9) Estudios básicos de amenaza de inundación. A continuación, se presentan los resultados de los estudios que se llevaron a cabo para la zonificación de amenazas por inundaciones, en el marco de la Revisión, Ajuste y Actualización del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del Municipio de Guateque, Boyacá.

Metodología

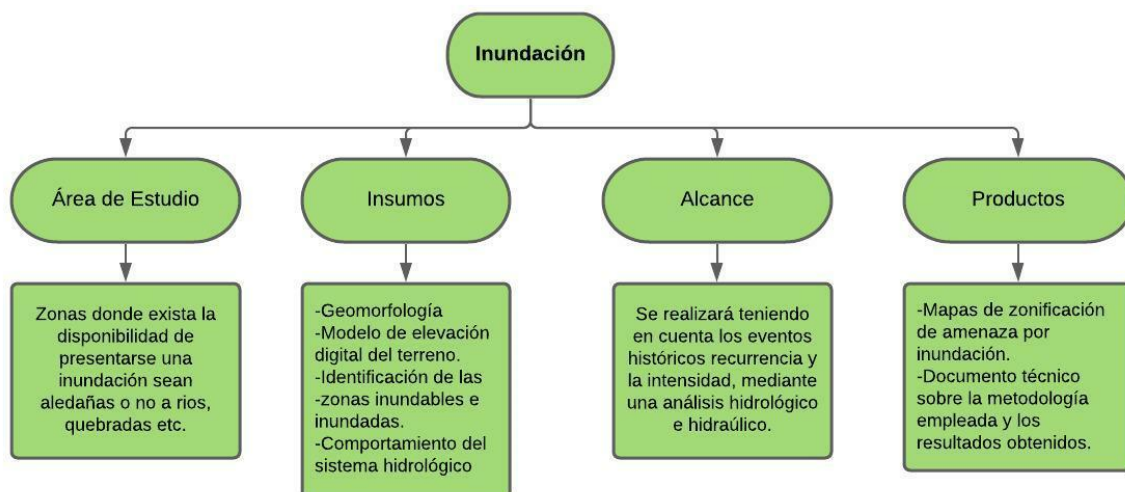
La zonificación de amenazas por inundación, se desarrolló según lo establecido en el Decreto 1807 de 2014, aplicando la metodología utilizada en el estudio de “Evaluación y Zonificación de Riesgos y Dimensionamiento de Procesos Erosivos en los 26 municipios de la jurisdicción de CORNARE (Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare) – Antioquia, 2012”.

Figura 22. Metodología utilizada para la elaboración de la zonificación de amenaza por inundaciones



La zonificación de amenazas por inundación, se articuló en cuatro grandes tópicos de acuerdo a lo dispuesto por el Decreto 1807 de 2014 (**Figura 23**).

Figura 23. Especificaciones mínimas para Amenaza por Inundación



Nota: Adaptado de INCO A&J S.A.S


a) Insumos

Se realiza la zonificación de amenaza por inundación en la zona rural a escala 1:45.000 teniendo en cuenta los siguientes insumos:

- Geomorfología, el análisis geomorfológico tiene como objetivo la descripción de las formas del terreno y la explicación de su origen, la evolución a través del tiempo, definición de la naturaleza de los materiales. Teniendo en cuenta el diagnóstico Geodésico realizado para el municipio de Guateque se definen las unidades (subunidades) geomorfológicas (**Tabla 15**) Respecto a la geoestructura que aplica para el tramo de estudio, corresponde al **Sistema Orogénico Andino** y la provincia geomorfológica de la **Cordillera Oriental**.

Luego de hacer los respectivos análisis, se identifican 3 tipos de subunidades geomorfológicas en el municipio de Guateque entre las cuales se encuentran: Cono o lóbulo coluvial o de solifluxión (Dco), Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal (Ssalc) y Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale), dichas subunidades se clasifican con baja susceptibilidad de inundación como se explicará más adelante.

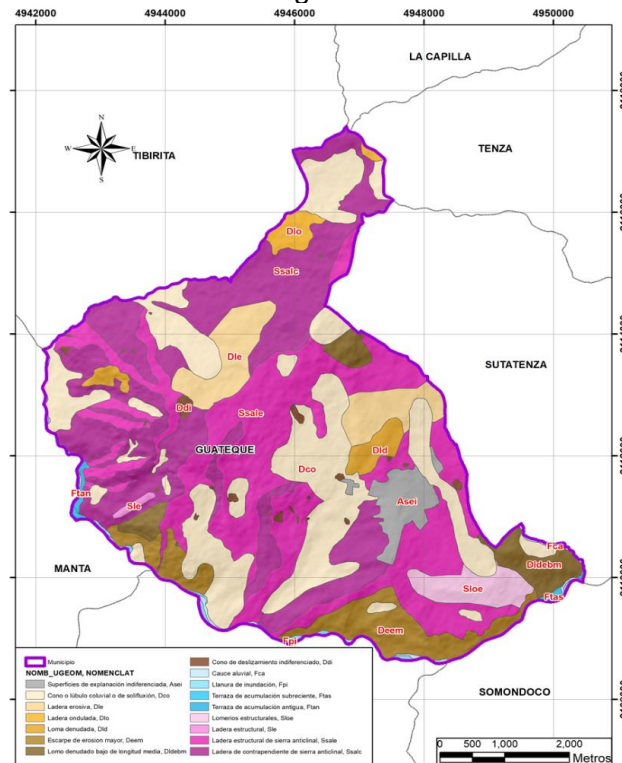
Tabla 15. Subunidades Geomorfológicas con mayor presencal en el municipio de Guateque

Cono o lóbulo coluvial o de solifluxión (Dco) – Vereda ChorroTinto	
	Geoformas definidas y delimitadas por depósitos coluviales, generalmente con una composición de bloques angulares embebidos en una matriz arcillo limosa y cubiertos por pastos. Esta unidad se localiza en todas las veredas.
Ladera de contrapendiente de sierra anticlinal (Ssalc) – Vereda Las Juntas	

	<p>Superficie vertical a subvertical, corta a moderadamente larga de forma irregular o escalonada con estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, desarrollada en la zona de charnela del Anticlinales, Su origen se puede asociarse al control estructural ejercido por fallas inversas, Se localiza en varias veredas como Guaniza Arriba, Piedra Parada, Mortiño, Las Juntas.</p>
<p>Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale) – Vereda Pozos</p>	
	<p>Superficie con estratos inclinados a favor de la pendiente, de longitud corta, formas convexas a recta y pendiente inclinada a muy abrupta, relacionada al flanco de una estructura anticlinal. Localmente los estratos se presentan con inclinaciones menores de la pendiente natural del terreno. Se localiza en varias veredas como Chorro de Oro, Piedra Parada, Sibata, Pozos.</p>

Nota: Adaptado de Diagnóstico Geosférico Guateque INCO A&J S.A.S., 2021

Figura 24. Unidades Geomorfológicas del área rural municipio de Guateque



Nota: Adaptado de Diagnóstico Geosférico Guateque INCO A&J S.A.S., 2021



- Modelo de elevación digital del terreno (DEM), se usó un modelo digital de elevación de 12.571 m de resolución de pixel para los diferentes análisis en ambiente SIG.
- Estudio hidrológico de la microcuenca, orientado para hallar la facilidad de escurrimiento, se tuvo en cuenta los parámetros morfométricos calculados en el capítulo de Diagnóstico – Sistema hídrico de las 12 microcuencas delimitadas.
- Cartografía Base, ortofoto de 50 cm de resolución proporcionada por la Gobernación de Boyacá, además de la cartografía base escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Con base en estos insumos la recopilación de información primaria, conseguida por salidas de campo del equipo interdisciplinar (ingenieros geólogos y forestal) se obtuvo como resultado los mapas rurales de coberturas vegetales y pendientes del terreno.

b) Fuentes de Información y herramientas utilizadas

Los datos e información utilizada para el análisis provienen de las siguientes fuentes: Información hidrometeorológica del municipio, IDEAM, aspectos temáticos de amenazas del POMCA del Río Garagoa 2018.

Sistema de Información Geográfico (ArcGIS 10.5), sistema de Información Geográfico (Global Mapper 18.0), GPS, cámaras fotográficas, equipos de cómputo.

Aplicación de la Metodología

a) Evaluación del riesgo – Estudios y análisis de antecedentes para la identificación de zonas inundables (Registro de eventos)

En la elaboración del mapa de amenaza por inundación del Municipio de Guateque, se tuvieron en cuenta los estudios que se muestran a continuación:

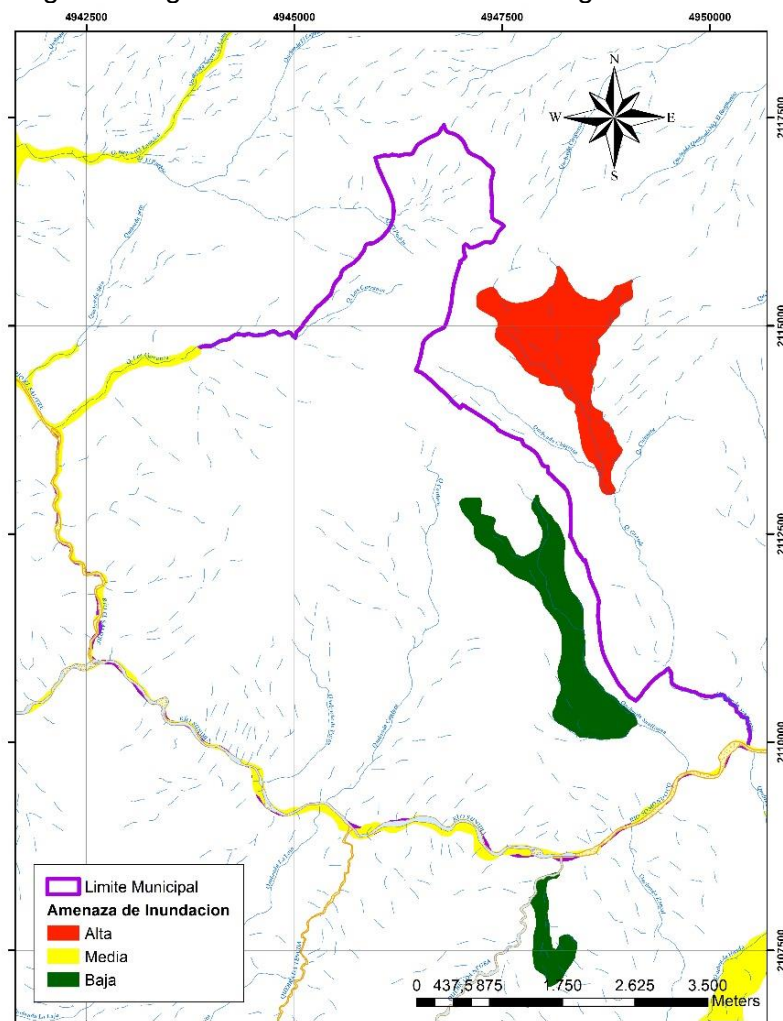
- Actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Garagoa 2018.

El componente de Caracterización de las condiciones de Riesgo del POMCA Río Garagoa, determina la zonificación de la susceptibilidad de inundaciones por una metodología parte de dos procesos: 1. Análisis históricos de eventos y 2. de la caracterización geomorfológica y definición de áreas inundables. En todo momento es imprescindible trazar la evolución del

medio fluvial, con el apoyo y soporte del componente de hidrología, mediante análisis multitemporal de imágenes de sensores remotos o fotografías aéreas que estén disponibles por el proyecto.

Para el municipio de Guateque se observa que hay presencia de nivel medio para la microcuenca Quebrada Los Carranza, Río Salitre, Río Súmba-Somondoco. Por otro lado, un nivel Bajo de inundación para la microcuenca de la quebrada Suaitoque y un nivel Alto para la microcuenca Quebrada Sutatenza que presenta una influencia baja en el municipio (**Figura 25**).

Figura 25. Zonificación de amenaza por inundaciones para el Municipio de Guateque, según cartografía del POMCA del Río Garagoa



Nota: Adaptado de POMCA Río Garagoa, 2018



- Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Guateque Boyacá año 2002

En el Plan Básico de Ordenamiento territorial (PBOT) del año 2002, no se tuvo en cuenta la amenaza por inundaciones para el Municipio de Guateque Boyacá.

- Plan municipal de gestión del riesgo de desastres (PMGRD)

No se tiene conocimiento o información existente del Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres para el municipio de Guateque.

b) Trabajo de Campo

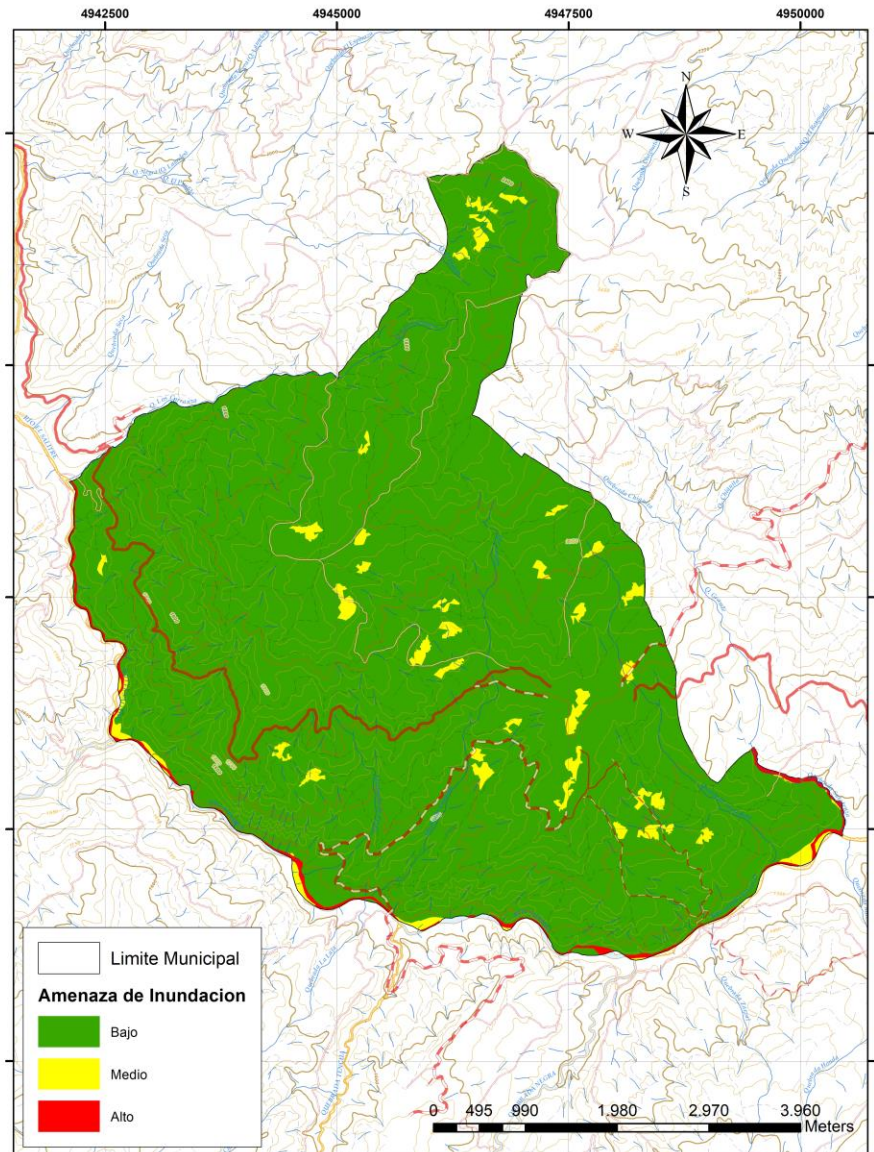
La mayor parte de información utilizada para determinar la zonificación por amenaza de inundación, fue recolectada en campo por el equipo de ingenieros geólogos a través de recorridos en campo durante aproximadamente 1 mes. Entre la información recopilada se encuentra: identificación de unidades geomorfológicas, unidades geológicas, actualización de coberturas y uso actual del suelo, inventario de procesos de remoción en masa, etc.

c) Análisis y resultados de la Amenaza

Siguiendo la metodología adaptada se procedió a hacer el análisis, calificación y cruces temáticos de los mapas que se tuvieron en cuenta para la zonificación de amenaza por inundaciones en la zona rural del municipio. Para consultar la metodología a detalle remitirse al **Anexo – 4: Metodología para la zonificación de Amenaza por Riesgo de Inundación en el municipio de Guateque.**

Después del cruce temático de los mapas intermedios se obtiene finalmente el mapa de amenaza por inundación del Municipio de Guateque en su zona rural a escala 1:25.000. Para determinar los niveles de inundación se clasificaron así: Nivel bajo (0-1.9), nivel medio (1.9-3.4) y nivel alto (>3.4).

Figura 26. Mapa de amenaza por inundaciones (rural - 1:25.000) Municipio de Guateque Boyacá



Se infiere de la **Figura 26** que el municipio presenta una Amenaza Baja de inundación ya que corresponde al mayor porcentaje con un 96,51% (3482,14 ha) con respecto al área total del municipio, enseguida se encuentra una amenaza media la cual corresponde un porcentaje de 2,63% (95,03 ha) y una amenaza Alta con un 0,85% (30,85 ha) como lo presenta la **Figura 27** en su distribución porcentual.

Figura 27. Distribución Porcentual Amenaza por Inundación



A pesar de que hay muy pocas zonas susceptibles de inundación alta, cabe aclarar que se encuentran ubicadas al suroeste de las veredas Munantá y Juntas por el paso del Río El Salitre, más adelante en la vereda Juntas, Ubajuca, Tincachoque, Puentes y Goteras por el paso del Río Súnuba. Y, por último, en las veredas Siravita, Chinquica y parte de Llano Grande en el límite de cada vereda hacia el sur, debido al paso del Río Súnuba- Somondoco. Pese a que no son áreas de gran extensión cabe aclarar que se clasifican según las subunidades geomorfológicas, como Cauce Aluvial (**Figura 28**). Esta subunidad se define como: canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales. Dichos cauces recorren grandes distancias y 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. Debido a dichos cambios de dirección de flujo y corrientes algunos tramos del Río Salitre – Súnuba – Somondoco presentan nivel de inundación alto.



Figura 28. Cauce Aluvial Río Súnuba-Somondoco



Nota: Adaptado de INCO A&J S.A.S., 2021

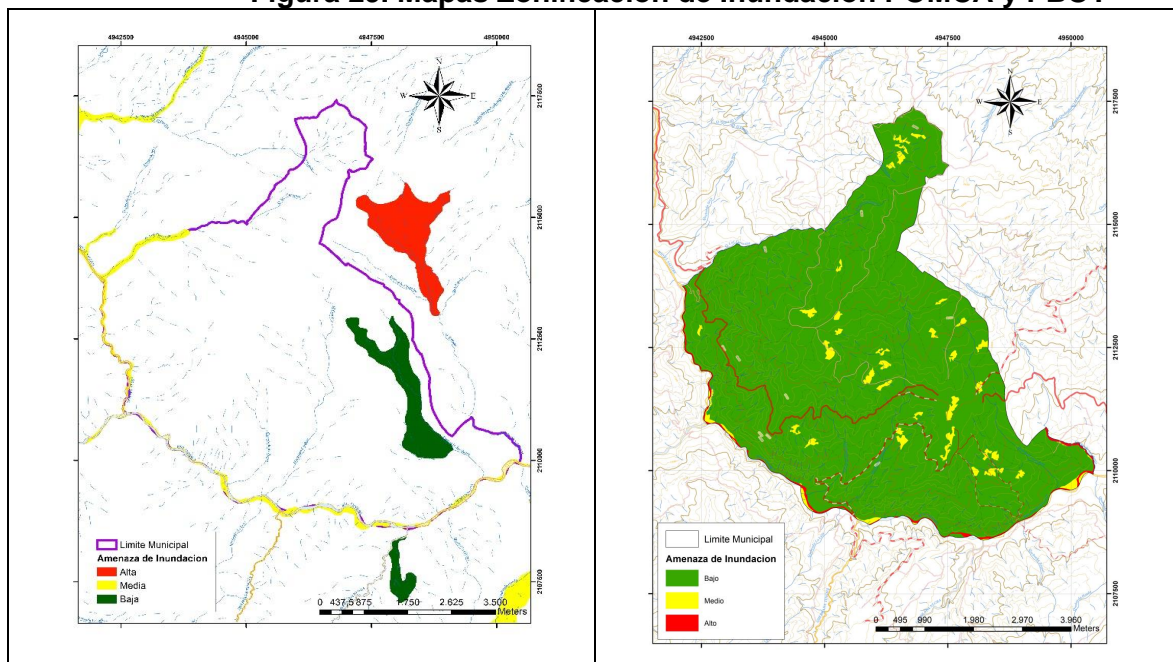
Por otra parte, respecto a los niveles de amenaza media y baja se identifica que todas las veredas presentan en su extensión los dos niveles excepto por las veredas Mortiño, Pozos y Sibatá las cuales se clasifican en un nivel bajo. La presencia de los dos niveles, bajo y medio se debe a que en general el municipio dispone de parámetros como: principalmente pendientes muy bajas, unidades geomorfológicas con susceptibilidad de inundación baja, valores de precipitación muy bajo y cobertura vegetal con susceptibilidad de inundación media. Dichos parámetros favorecen para que el resultado demostrara un escenario favorable ante el riesgo de inundación en la Zona Rural del Municipio de Guateque.

d) Consideraciones Metodológicas y Análisis de Resultados

La fase de revisión general del ordenamiento territorial consta del desarrollo de estudios básicos para los contenidos de mediano y largo plazo, y se establecen los sitios prioritarios para que durante la ejecución del ordenamiento se realicen estudios detallados. El Decreto 1807 de 2014 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” conforme a dicha norma, este documento buscar dar su cumplimiento en lo relacionado a las condiciones y escalas de detalle cómo se indica en al artículo 1, y delimitación y zonificación de las áreas de amenaza (suelo rural 1:25.000) solicitado en el artículo 3. Para el desarrollo de los estudios básicos el artículo 6 propone llevar a cabo un análisis de información técnica disponible, considerando aspectos como lo establecido en el ordenamiento vigente, estudios regionales, información cartográfica del IGAC y bases de datos de institucionales públicas y privadas.

Y por último, para dar cumplimiento al artículo 9, se adelantaron dentro de toda el área del municipio de Guateque estudios básicos donde se emplearon insumos asociados a la cartografía base del IGAC actualizada, geología, subunidades geomorfológicas y la definición de unidades de cobertura de la tierra a nivel de información primaria. Por otro lado, se reconoce el POMCA del Río Garagoa como documento de superior Jerarquía, del cual se obtiene la zonificación de inundación a nivel de la cuenca y Subcuenca Río Súmba – Somondoco, donde se llevaron a cabo estudios básicos de amenaza por inundaciones y se generó una zonificación como se muestra en la **Figura 29** donde se compara con el resultado obtenido.

Figura 29. Mapas Zonificación de Inundación POMCA y PBOT



Es evidente que la zonificación determinada por el POMCA no cubre la totalidad del municipio, por ello se vio la necesidad de analizar a una menor escala el riesgo por amenaza de inundación. Cabe resaltar algunas variaciones que influyen en la diferencia del resultado de la zonificación de amenazas obtenidos en el POMCA y el presente estudio como: la información geológica utilizada se obtuvo por la consultoría como información primaria de campo, el modelo digital de elevación DEM precisa una resolución espacial de 12,5 m y las coberturas de la tierra se identificaron usando la ortofoto del municipio, así como imágenes satelitales Planetscope, posteriormente validadas en campo por el profesional forestal y generando un insumo primario actualizado de alto detalle. Esto permitió obtener una zonificación de amenazas a una escala más detallada, la cual coincide de forma general con la obtenida por la zonificación del POMCA.

Dimensión Funcional

Sistema de Servicios Públicos y Saneamiento Básico – Residuos Sólidos.

Los Servicios públicos hacen parte de los componentes estratégicos y prioritarios en el ordenamiento territorial puesto que indican nivel de cobertura y calidad en la prestación de servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica y gas. Este análisis permitir identificar el estado actual y las acciones que se requieren para atender el déficit actual y proyectado teniendo en cuenta la infraestructura disponible para el aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos y los equipamientos intermedios (estaciones de transferencia, centros de acopio y/o centros de aprovechamiento).

Revisión documental de herramientas de planificación.

Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIRS). El municipio de Guateque Adopta el Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGIRS Guateque Basura Cero 2017-2028) a través del Decreto No. 131 el 21 de diciembre de 2016 en el cual se formulan los siguientes programas con sus respectivos objetivos:

Tabla 16. Programas PGIRS Guateque Basura Cero 2017-2028

Programa 1. Programa institucional de prestación del servicio público de aseo.	Objetivo. Mejorar la capacidad de gestión institucional para la prestación del servicio público de aseo y el manejo de residuos sólidos.
Programa 2. Programa de generación, recolección, transporte y transferencia de residuos sólidos.	Objetivo. Mejorar la prestación del servicio de recolección, transporte y transferencia de residuos sólidos
Programa 3. Programa de barrido y limpieza de vías y áreas pública	Objetivo. Mejorar la prestación del servicio de barrido y limpieza de áreas públicas.
Programa 4. Programa de corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas	Objetivo. Mejorar la prestación de servicio de corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas.
Programa 5. Programa de lavado de áreas públicas	Objetivo. Mejorar la prestación de servicio de lavado de vías y áreas públicas.
Programa 6. Programa de aprovechamiento e inclusión de recicladores.	Objetivo. Aumentar el aprovechamiento de residuos sólidos.
Programa 7. Programa de disposición final.	Objetivo. Garantizar la disposición final técnica y ambientalmente adecuada de los residuos sólidos no aprovechados.
Programa 8. Programa de residuos sólidos especiales.	Objetivo. Promover la recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final adecuada de residuos sólidos especiales.
Programa 9. Programa de gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)	Objetivo. Garantizar la gestión técnica y ambiental adecuada de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).
Programa 10. Programa de gestión de residuos sólidos en área rural	Objetivo. Promover el acceso a sistemas de aseo público en las zonas rurales del municipio.



Programa 11. Programa de gestión de riesgo

Objetivo. Mejorar la gestión de riesgo de desastre en la prestación del servicio público de aseo.

Nota: Adaptado de PBOT 2002 Residuos Sólidos

Sector Urbano.

Suscriptores y cobertura

De acuerdo con la información suministrada por el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI-DNP) la cobertura de servicio de aseo en la zona urbana para el municipio de Guateque en el año 2020, corresponde a un porcentaje de 92,94% y a nivel municipal una cobertura de 40,13%. La cobertura se calcula con respecto al número de predios con acceso al servicio, para la zona urbana corresponden 2924 predios de los 3211 predios municipales. Respecto a los suscriptores de servicio de aseo para el año 2021, el municipio de Guateque cuenta con 2,731 suscriptores que corresponden a la zona urbana como se muestra en la **Tabla 17**.

Tabla 17. Suscriptores servicio de aseo zona Urbana

Estado/Uso	Suscriptores
Comercial 2	27
Industrial 1	4
Oficial 2	28
Provisional 2	2
Residencial 1	489
Residencial 2	1571
Residencial 3	695
Residencial 4	16
TOTAL	2832

Nota: Adaptado de Estadísticas de facturación Unidad Administrativa de Servicios Públicos

Con base en la distribución porcentual presentada, para el municipio de Guateque se identifica que el mayor porcentaje corresponde a un valor de 55% y pertenece a usuarios de tipo residencial 2. Este dato es importante ya que deja en evidencia que tipos de residuos son los que más se recolectan, es decir, los comunes de uso doméstico.

Conforme a la Resolución 853 de 2018 en la cual “se establece el régimen tarifario y metodología tarifaria aplicable a las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de hasta 5000 suscriptores y se dictan otras disposiciones” y el estudio



de costos y tarifas realizado por la Alcaldía municipal se estableció por medio del decreto 096 de 2020, la adopción de las tarifas del servicio público de aseo que debe aplicar la Unidad Administrativa de Servicios Públicos de Guateque como se presenta en la **Tabla 18**.

Tabla 18. Tarifa servicio de Aseo

Tipo de Usuario	Tarifa Final por Suscriptor (TFS)
Estrato 1	\$ 7,902.96
Estrato 2	\$ 9,220.12
Estrato 3	\$ 12,513.02
Estrato 4	\$ 13,171.60
Estrato 5	\$ 19,757.40
Estrato 6	\$ 21,074.56
Comercial	\$ 19,757.40
Industrial	\$ 19,757.40
Oficial	\$ 13,171.60

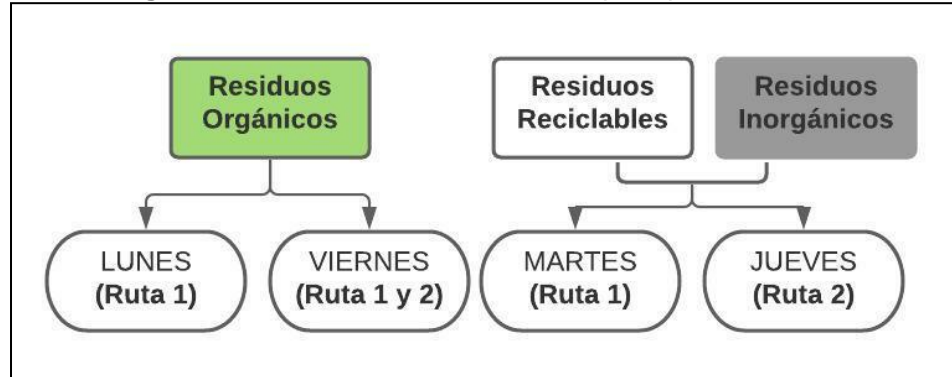
Nota: Adaptado de Unidad Administrativa de Servicios Públicos

Rutas de Recolección

Teniendo en cuenta el Decreto 044 de 2021 “Por el cual se adoptan y socializan las rutas de del servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios del municipio de Guateque Boyacá” se corroboran dichas rutas con el acompañamiento del personal encargado de residuos sólidos en los días que corresponde la recolección de los diferentes tipos de residuos. Con el fin de establecer la cobertura del servicio, distancias, duración, punto de acopio y disposición final.

La unidad administrativa propone dos rutas de recolección para dar cumplimiento a los establecido en el programa 2 del PGIRS denominado: Programa de generación, recolección, transporte y transferencia de residuos sólidos. **(Figura 30)** Cabe resaltar que se han aunado esfuerzos para que los Guatecanos adquieran cultura ambiental sobre la separación de residuos en la fuente, por medio de campañas de educación ambiental realizadas en conjunto con Corpochivor.

Figura 30. Días rutas de recolección por tipo de residuos



La unidad administrativa de servicios públicos cuenta con 2 carros compactadores adquiridos desde 2009 y 2011 su capacidad máxima de transporte es de 15 Ton para disponer en el relleno sanitario. Y 2 volquetas con una capacidad de carga de 10 Ton aproximadamente. **(Figura 32)** Cabe aclarar que el día viernes se realizan las rutas 1 y 2 cuando hay disponibilidad de los dos compactadores, en caso de que se cuente solo con uno, se elige alguna de las dos rutas. La no disponibilidad de los dos carros compactadores se debe al mantenimiento o fallas en el sistema del mismo.

Figura 31. Distribución Porcentual Suscriptores servicio de aseo zona Urbana

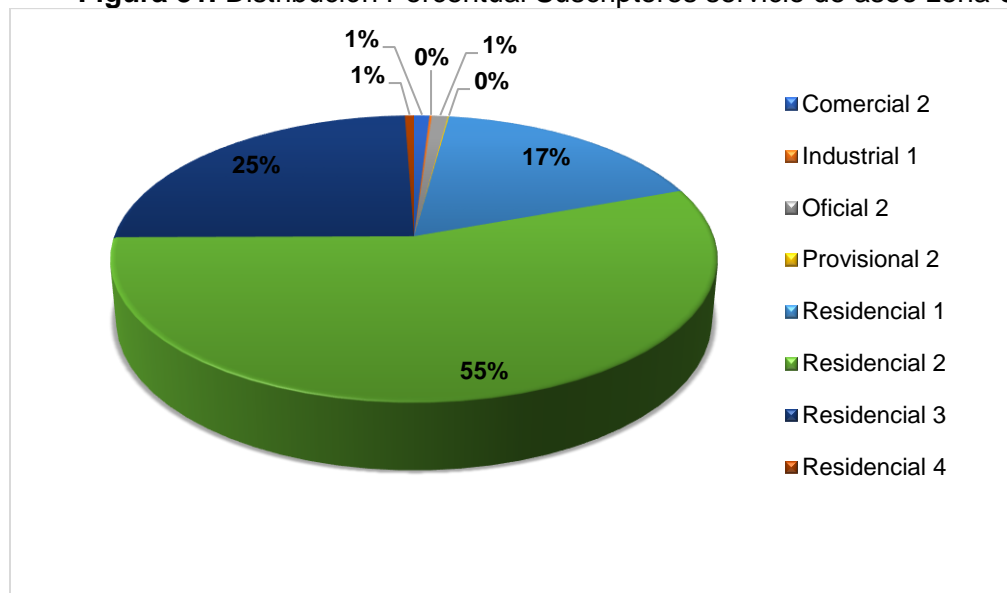


Figura 32. Modelo Carro Compactador Municipio de Guateque
Freightliner Business Class M2 106 modelo 2009 y 2011



Tabla 19. Información básica de la recolección y transporte de residuos Sólidos

Aspecto	Resultado Ruta 1 y Ruta 2
Tipo de Recorrido	Manual y mecánico
Tipo de Ruta	Micro ruta
Método de recolección	Acera
Vehículo de recolección y transporte de residuos sólidos	2 carros compactadores
Identificación de ruta selectiva	Residuos Orgánicos (lunes y viernes) Residuos Inorgánicos y reciclables (martes y jueves)
Frecuencia de recolección de residuos	4 veces a la semana
Horario y jornada de recolección de residuos	Los horarios varían con respecto a la disponibilidad de los carros compactadores. Usualmente se da inicio entre las 7 a.m. y las 9 a.m. la finalización de las rutas es variable.
Cobertura de la recolección	100%

Ruta 1: Inicia desde la plaza de mercado (Calle 7) para luego subir por la carrera 6 (Barrio centro), Barrio Santa Bárbara, Barrio Libertador (Plaza de ferias y matadero municipal) enseguida recorre el Barrio La Quinta, pasa de nuevo por Santa Bárbara toma la carrera 7 (Barrio Centro), luego Barrio Olaya Herrera hasta la vía principal a Bogotá. Se devuelve y recorre el barrio Las Villas para terminar en el Barrio Centro (Garaje Plaza de Mercado) (**Figura 33**)

Figura 33. Ruta 1 recolección de residuos - Días lunes, martes, viernes

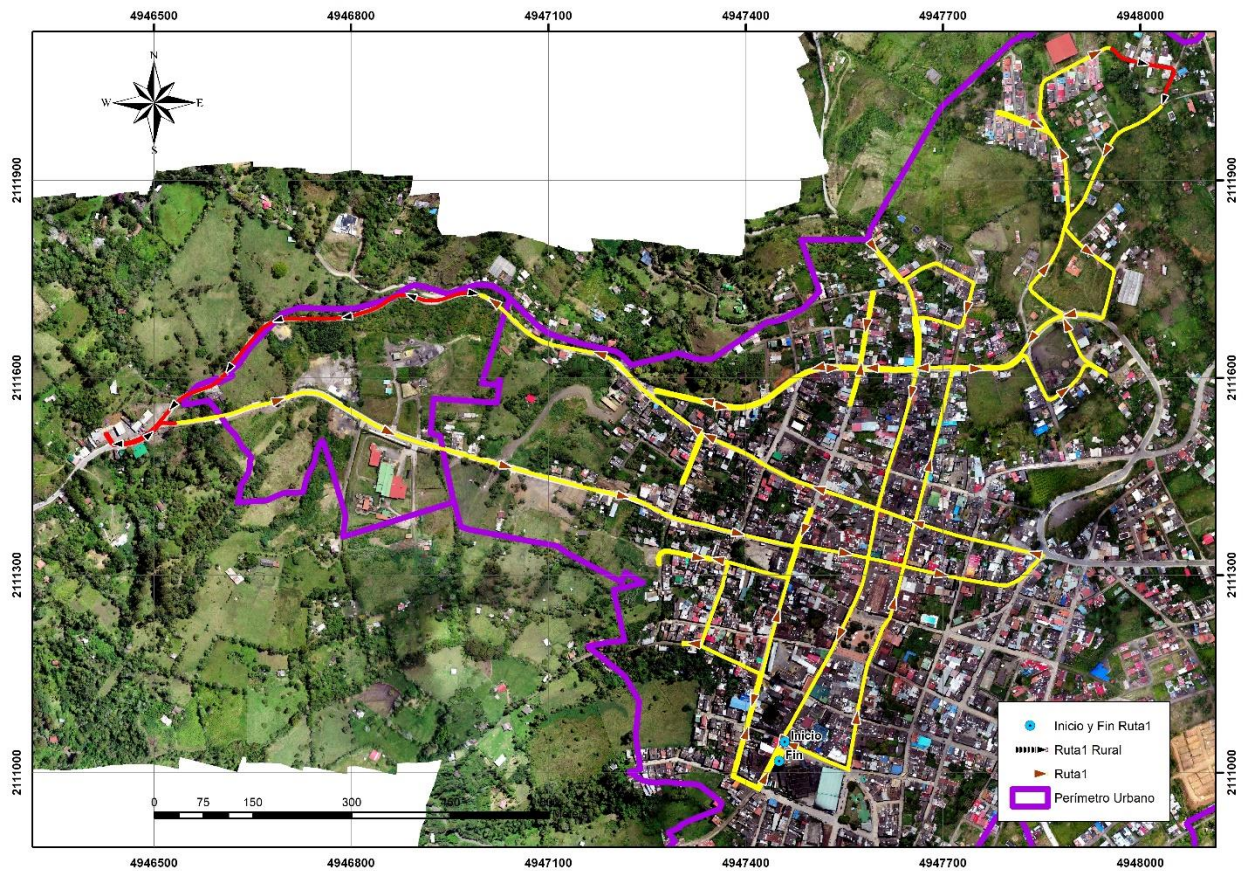



Tabla 20. Detalles Ruta de recolección 1

RUTA 1		
Frecuencia	3 veces por semana	
Tipo de residuo	Residuos Orgánicos (lunes – viernes)	
	Residuos Inorgánicos (martes)	
Distancia del recorrido	9,05 km	
Duración	4 – 5 horas	
Punto Inicial	x	y
Calle 7 plaza de mercado	4947459,25973	2111046,67975
Punto Final	x	y
Garaje plaza de mercado	4947450,66516	2111017,46969
	Lugar de Disposición	
	Relleno sanitario “Pirgua” - Tunja	

Ruta 2: El punto de partida se ubica en la carrera 7 barrio El Dorado, continua hacia el barrio El Progreso, Barrio libertador por la transversal 10 y se devuelve por la carrera 4 hasta el Barrio El Progreso. Después pasa por la Urbanización del Prado, Barrio El Prado, Barrio Centenario, luego recorre el Barrio Libertador hasta la vía Garagoa y se devuelve. Pasa por la calle 13 hasta el hospital regional y la Urbanización Los Pinos. En seguida se devuelve y recorre el Barrio Santa Barbara por la Calle 13, pasando por el Barrio Centro sobre la carrera 8 hasta la calle 6, para terminar en la Plaza de Mercado. (**Figura 34**)

Figura 34. Ruta 2 recolección de residuos - Días Jueves y viernes

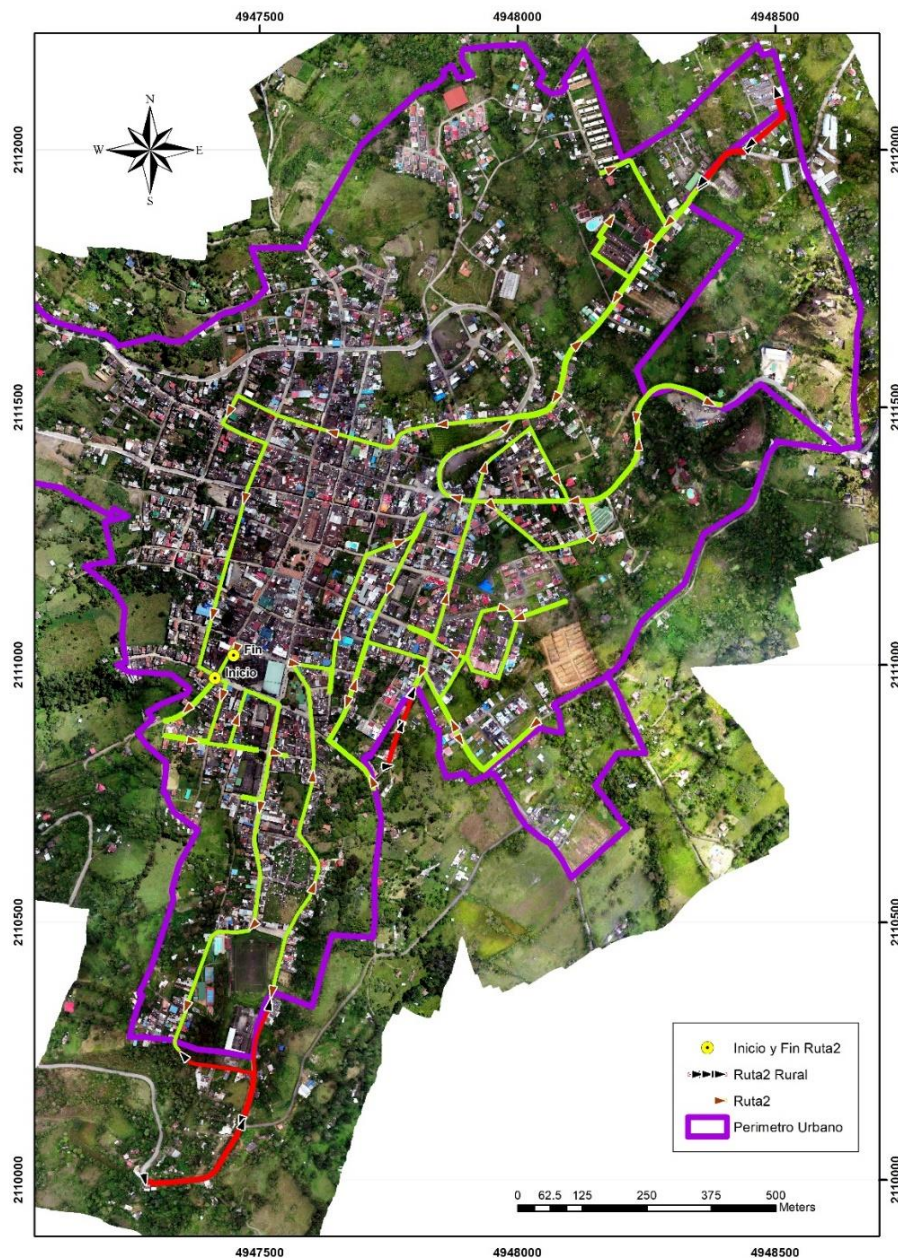


Tabla 21. Detalles Ruta de recolección 2


RUTA 2		
Frecuencia	2 veces por semana	
Tipo de residuo	Residuos Orgánicos (viernes)	
	Residuos Inorgánicos (jueves)	
Distancia del recorrido	11,42 km	
Duración	4 – 5 horas	
Punto Inicial	x	y
Carrera 7 con calle 6	4947413,13733	2110973,73182
Punto Final	x	y
Garaje plaza de mercado	4947449,34475	2111018,18268
		Lugar de Disposición
		Relleno sanitario "Pirgua" - Tunja

Figura 35. Registro fotográfico de la ruta de recolección municipio Guateque – Boyacá



Como se describió, las rutas 1 y 2 se desarrollan entre los días lunes, martes, jueves y viernes, en cuanto al día miércoles (Día de plaza de mercado) se realiza un barrido de 6:00 p.m. a 7:00 p.m. con el fin de recoger todos los residuos que se desechan durante el día. Los residuos de barrido son dispuestos en contenedores de basura, los cuales se transportan hasta el garaje de la Plaza de mercado para que sean depositados de forma manual en el carro compactador.



Figura 36. Registro Fotográfico barrido día miércoles

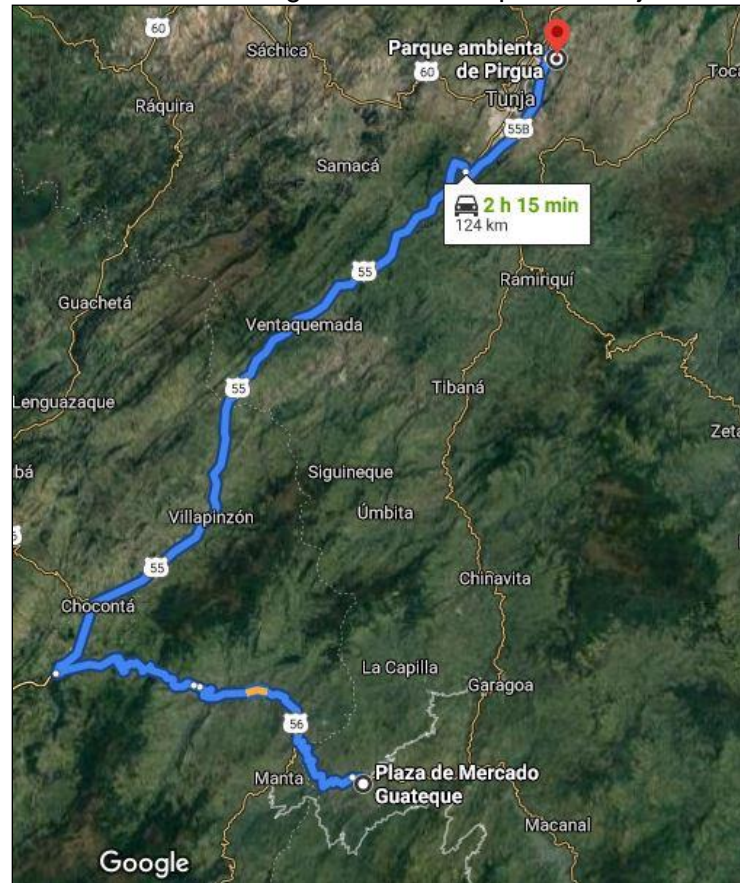


Transferencia y disposición final

Los residuos sólidos provenientes del área urbana del municipio de Guateque son dispuestos en el Relleno Sanitario Pírgua, propiedad de Urbaser Tunja S.A.E.S.P como entidad prestadora de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de Tunja. Esta disposición se fundamenta a partir del contrato interadministrativo número UT-C-005-2021 cuyo objeto contempla la prestación del servicio de disposición final de residuos sólidos ordinarios en el relleno sanitario Parque Ambiental de Pírgua del municipio de Tunja.

El Relleno Sanitario Pírgua se encuentra ubicado a 4 km del casco urbano de la ciudad de Tunja. Se realizan alrededor de 3 viajes a la semana si solo se cuenta con disponibilidad de un carro compactador. A pesar de que la capacidad de los carros sobrepasa las 15 Ton, debe cumplirse con ese valor puesto que es el peso máximo permitido en el relleno sanitario. El recorrido dura alrededor de 5 horas ida y vuelta y transita una distancia de aproximadamente 124 km.

Figura 37. Ruta de transporte al sitio de disposición final- municipio de Guateque al relleno sanitario de Pirgua en el municipio de Tunja.



Nota: Adaptado de Google Earth

Recolección de residuos peligrosos - envases de Agroquímicos

La recolección de este tipo de residuos se lleva a cabo gracias al Convenio Regional de cooperación Técnica para el manejo de Residuos Peligrosos de envases, empaques y embalajes de plaguicidas post-consumo, celebrado entre la Alcaldía del municipio de Guateque y la Corporación Campo Limpio los cuales realizan 2 veces cada año.

Rutas de Barrido

Se tienen propuestas 9 rutas de barrido realizadas de lunes a viernes en horario de 7 a.m a 4 p.m y el día sábado de 7 a.m a 12 m. En cada ruta se asignan como responsable de 2 a 3 personas las cuales son variadas en los diferentes horarios durante la semana. A continuación, se detallan las rutas de barrido:

Tabla 22. Rutas de barrido lunes a sábado

Día	No	Sector
Lunes - jueves	1	Parque principal, carrera 7 (Bajando cuadra del hotel Sunuba hasta El Rompe Precio), carrera 6 (Bajando cuadra hasta el estadio Alfonso Araujo) y la colina.
	2	Carrera 7 (Subiendo cuadra de los bancos hasta la PTAP), carrera 6 (subiendo cuadra de la casa cural hasta la circunvalar), calle 15 (frente a la PTAP) y calle 14 ^a .
	3	Calle 14 (Virgen saliendo para Bogotá), plaza de ferias, barrio la quinta y circunvalar (Bomba Terpel saliendo para Garagoa).
Martes - viernes	1	Carrera 5, transversal 10, calle 10, carrera 4, barrio centenario, el prado y villas del prado.
	2	Parque principal, carrera 7 (Cuadra del hotel Sunuba hasta el rompe precio), carrera 6 (cuadra el fogón hasta el ara), calle 13 y carrera 5 (alto del resguardo cristo caído).
	3	Calle 6 (Detrás de la plaza de mercado), carrera 7, calle 5, transversal 5 (Detrás de la cuadra del depósito de Coca Cola), calle 13 (Frente de la entrada la capilla del cementerio), transversal 5 (jardín central), calle 5 desde la carrera 6 hasta la esquina carrera 5.
Miércoles - sábado	1	Carrera 7 (cuadra del hotel Sububa hasta el rompe precio), carrera 6 (cuadra El fogón hasta el ara), parque principal, calle 1 (subiendo por la cuadra del hotel central), calle 10 (cuadra de la Defensa Civil hasta la entrada de la piscina del Valle), calle 9 (cuadra de la notaria hasta la cuadra de la estación de policía), calle 8 (cuadra del restaurante Casa Montepaz hasta la carrera 5)
	2	Calle 13 (salida para Bogotá hasta el coliseo) y Diagonal 12 (cuadra de la parabólica).
	3	Carrera 8 (desde circunvalar hasta la cuadra del taller del oro), terminal y barrio Las Villas.

Nota: Adaptado de Unidad Administrativa de Servicios Públicos

Para más información sobre las rutas remitirse al **Anexo - 3: Rutas de Barrido Municipio de Guateque.**

En cada recorrido los operadores son autónomos respecto al punto de inicio para desarrollar las actividades, siempre y cuando se cumpla con la ruta establecida. En algunas ocasiones, los días sábado son destinados para jornadas de limpieza en sectores específicos cuando se requiera.

Predios e infraestructura para el servicio de aseo

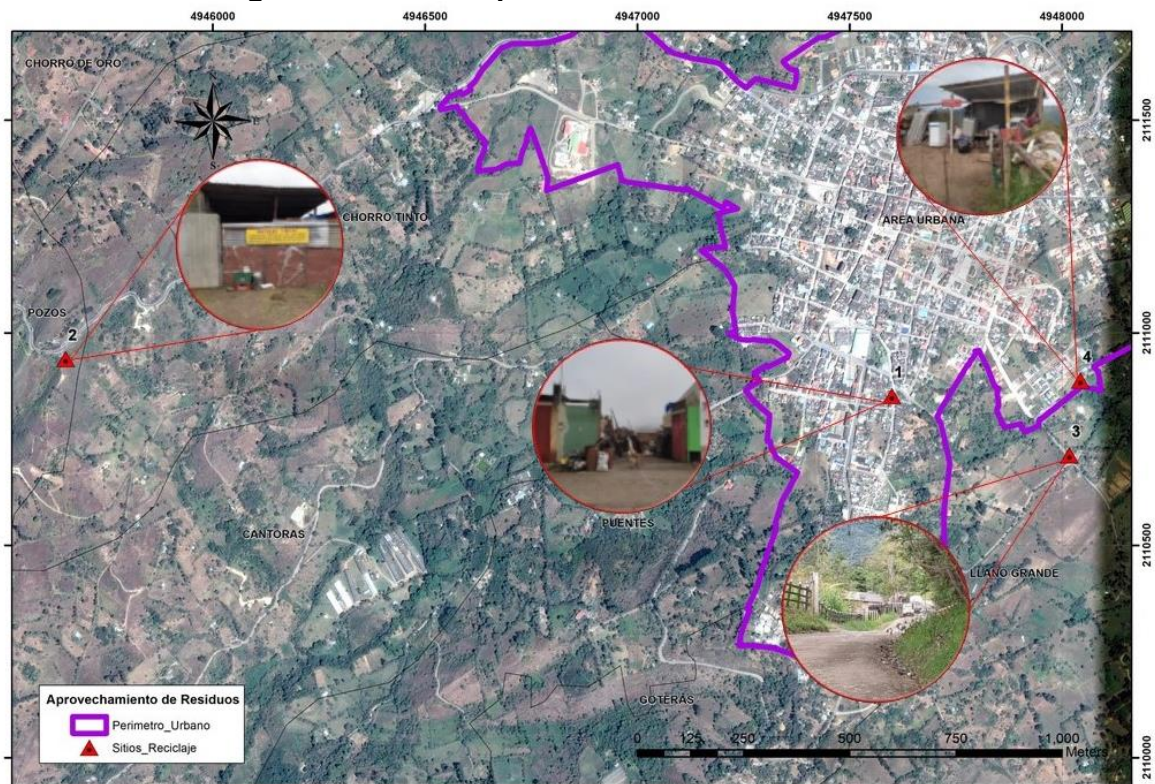
Actualmente el municipio no cuenta con una celda de contingencia para disponer los residuos. A pesar de que se ha motivado a separar en la fuente, el municipio no aprovecha ningún tipo de residuo, en consecuencia, todo se dispone en el relleno sanitario de Pirgua. Por otro lado, no se cuenta con un lugar de disposición de RCD ni con estación de transferencia de

residuos sólidos y tampoco se identifican puntos de disposición de residuos (contenedores públicos) en los diferentes barrios o espacios públicos.

Aprovechamiento de residuos

La unidad administrativa de servicios Público no registra actualmente recicladores de oficio puesto que, los que se encuentran activos no cumplen con los requisitos de conformación legal exigidos por la Alcaldía municipal. No obstante, se identifican algunos de los lugares de acopio para el aprovechamiento de residuos de algunos recicladores activos en el municipio. Con base en la información del PGIRS Basura Cero 2017-2028 para el año 2017 se registraron 6 sitios de reciclaje en el municipio de Guateque, al corroborar esta información se encuentran algunas modificaciones. El municipio cuenta actualmente con 4 sitios de aprovechamiento de residuos (Metales, Cartón, plástico, papel).

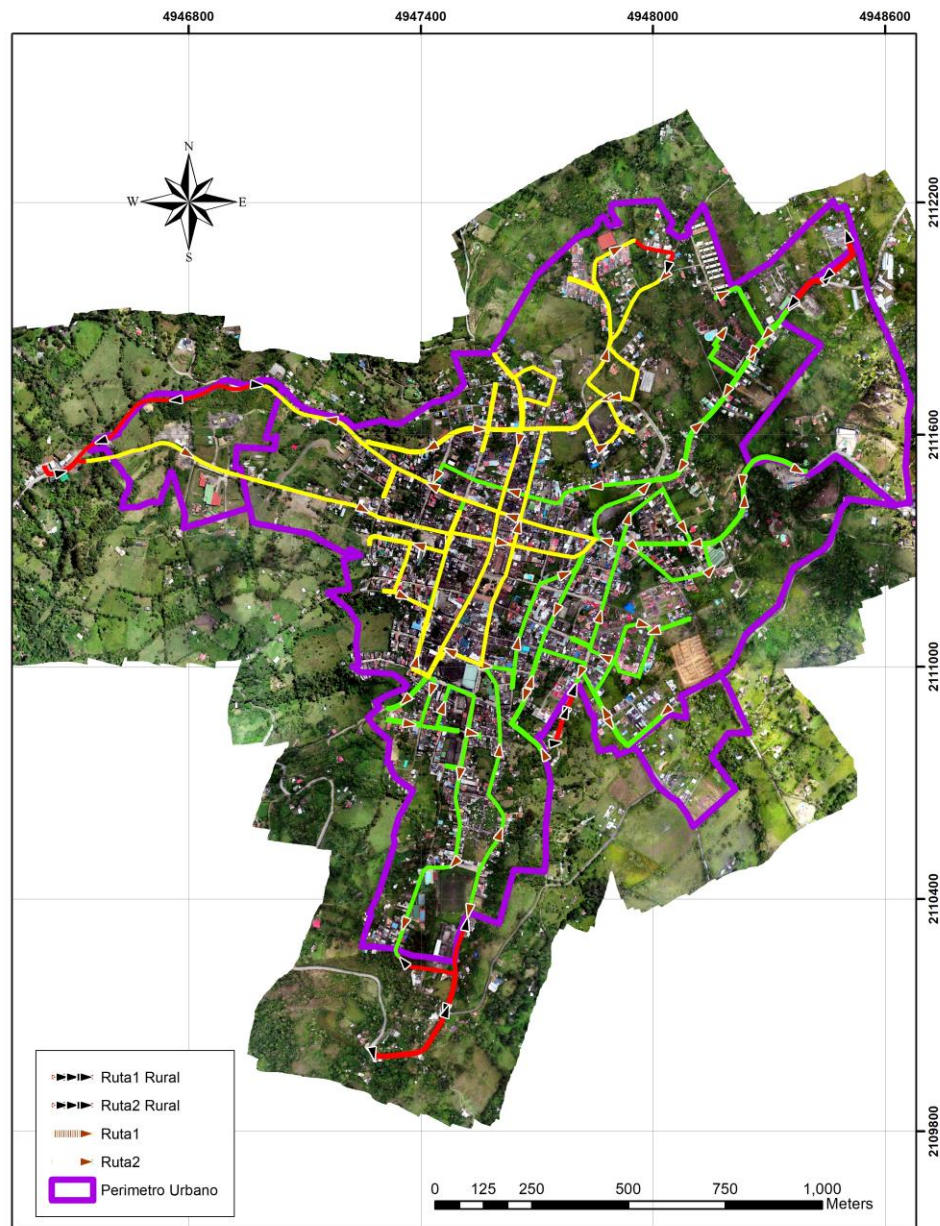
Figura 38. Puntos Aprovechamiento de Residuos



Sector Rural.

Según la información suministrada por el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI-DNP) la cobertura de servicio de aseo para la zona rural del municipio de Guateque en el año 2020, corresponde a un porcentaje de 5,91% y a nivel municipal una cobertura de 40,13%. La cobertura se calcula con respecto al número de predios con acceso al servicio, para la zona rural (Centros Poblados y Fincas y Viviendas Dispersas) corresponden 287 predios de los 3211 predios municipales.

Figura 39. Rutas de recolección zona urbana y rural



Debido a la expansión urbana por nuevos condominios, las 2 rutas de recolección recorren tramos que salen del perímetro urbano y corresponden a las veredas Sibatá, Chorro tinto, Goteras, Llano grande y Suaitoque. Entre los suscriptores de servicio de aseo se encuentran registradas 42 personas. En la **Figura 39** se identifican los tramos que corresponden a la zona rural, dichos tramos abarcan a una distancia de 0,95 km para la ruta 1 y 1,9 km para la ruta 2.

De acuerdo con la información recolectada en campo, se realizaron recorridos a todas las veredas del municipio con el fin de identificar los sitios de disposición clandestinos, esto apoyado de la caracterización socioeconómica elaborada a partir de información secundaria como datos DANE y Sisbén (Para obtener información de los puntos de disposición identificados, remitirse al **Anexo -6: Puntos de disposición en la zona rural**). Además, se tuvo en cuenta la ficha socioeconómica en la cual se relacionan los sistemas de disposición. Es preciso aclarar que, el diligenciamiento de la ficha se aplicó por medio de encuestas a una muestra poblacional estadísticamente representativa, inicialmente con base a los datos de la oficina del Sisbén, el nivel de confiabilidad corresponde al 99% y un margen de error del 10%. A continuación, se relaciona la distribución porcentual de los sistemas de disposición:

La disposición de residuos sólidos en el sector rural se realiza por medio de diferentes sistemas como se muestra en la **Figura 40**, donde se identifica que el sistema más usado es la quema (78%), seguido de Quema + abono (24%), entierro (14%), quema (78%), campo abierto (8%) y reciclaje con abono (4%).

Figura 40. Distribución Porcentual Sistema de Disposición de Residuos

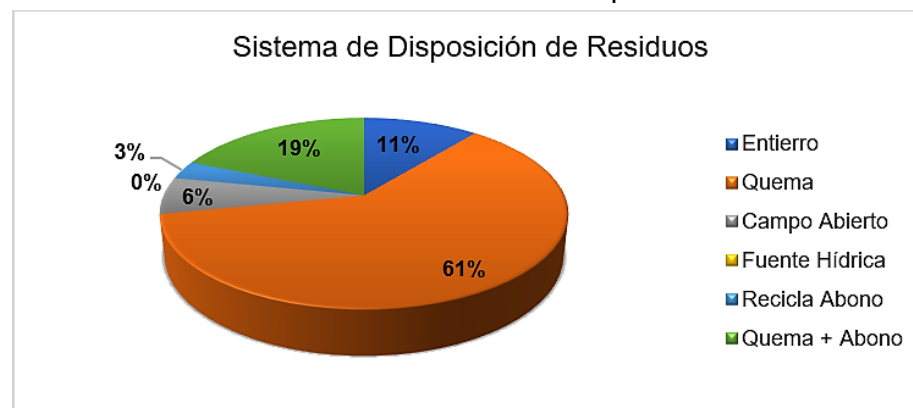




Tabla 23. Disposición de Residuos y Cobertura de aseo en la zona Rural

Zona Rural	Sistema de Disposición de Residuos						Cobertura Servicio de Aseo	
Vereda	Entierro	Quema	Campo Abierto	Fuente Hídrica	Recicla Abono	Quema + Abono	Si	No
Tincachoque	16,7%	50%	0%	0%	0%	33,3%	0%	100%
Chiniquica	40%	40%	0%	0%	0%	20%	0%	100%
Ubajuca	0%	60%	20%	0%	0%	20%	0%	100%
Piedra Parada	0%	80%	20%	0%	0%	0%	0%	100%
Mortiño	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Cantoras	28,6%	71,4%	0%	0%	0%	0%	11,1%	88,9%
Pozos	25,0%	50%	0%	0%	0%	25,0%	0%	100%
Gaunza Arriba	11,1%	55,6%	5,6%	0%	0%	27,8%	0%	100%
Rosales	20%	60%	0%	0%	0%	20%	0%	100%
Gaunza Abajo	0%	80%	20%	0%	0%	0%	0%	100%
Chorro Tinto	9,1%	54,5%	18,2%	0%	18,2%	0%	9,1%	90,9%
Siravita	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Sibatá	14,3%	71,4%	14,3%	0%	0%	0%	22,2%	77,8%
Puentes	0%	50%	0%	0%	25,0%	25,0%	0%	100%
Las Juntas	11,1%	66,7%	0%	0%	0%	22,2%	0%	100%
Llano Grande	33,3%	50%	0%	0%	0%	16,7%	25,0%	75,0%
Goterias	0%	50%	0%	0%	16,7%	33,3%	0%	100%
Chorro de Oro	0%	72,7%	0%	0%	0%	27,3%	0%	100%
Munantá	0%	42,9%	14,3%	0%	0%	42,9%	0%	100%
Suaitoque	0%	0%	0%	0%	0%	100%	7,7%	92,3%

Nota: Adaptado de INCO A&J SAS, 2021



Sistema de Información geográfico

Para el desarrollo de cada uno de los ítems anteriores: Sistema hídrico (Ubicación de la red hidrográfica, delimitación de las microcuencas, características morfométricas - Balance hídrico de la Quebrada Suaitoque y problemáticas asociadas al recurso hídrico), Zonificación y caracterización de las zonas de amenaza por riesgo de inundación, Sistema de Servicios Públicos y Saneamiento básico – Residuos Sólidos. Se obtuvo como producto un sistema de información geográfico donde se tabuló y almacenó toda la información en la carpeta de ANEXOS/ANEXO_CARTOGRÁFICO, la cual contiene una Geodatabase (colección de datasets) creada para almacenar los productos obtenidos para el diagnóstico y análisis de los componentes principales de la Dimensión Ambiental y Funcional. A su vez, se encuentran los mapas temáticos obtenidos del desarrollo de las metodologías entre los cuales se encuentran: *1. Delimitación Microcuencas, 2. Quebrada Suaitoque, 3. Amenaza Riesgo de Inundación, 4. Rutas de Recolección.*

Nota: Para detallar las figuras de los mapas que no se pueden observar con nitidez en el documento, remitirse a ANEXOS/ANEXO_CARTOGRÁFICO/2.MAPAS TEMÁTICOS/FIGURAS DOCUMENTO.

Síntesis del Diagnóstico Territorial

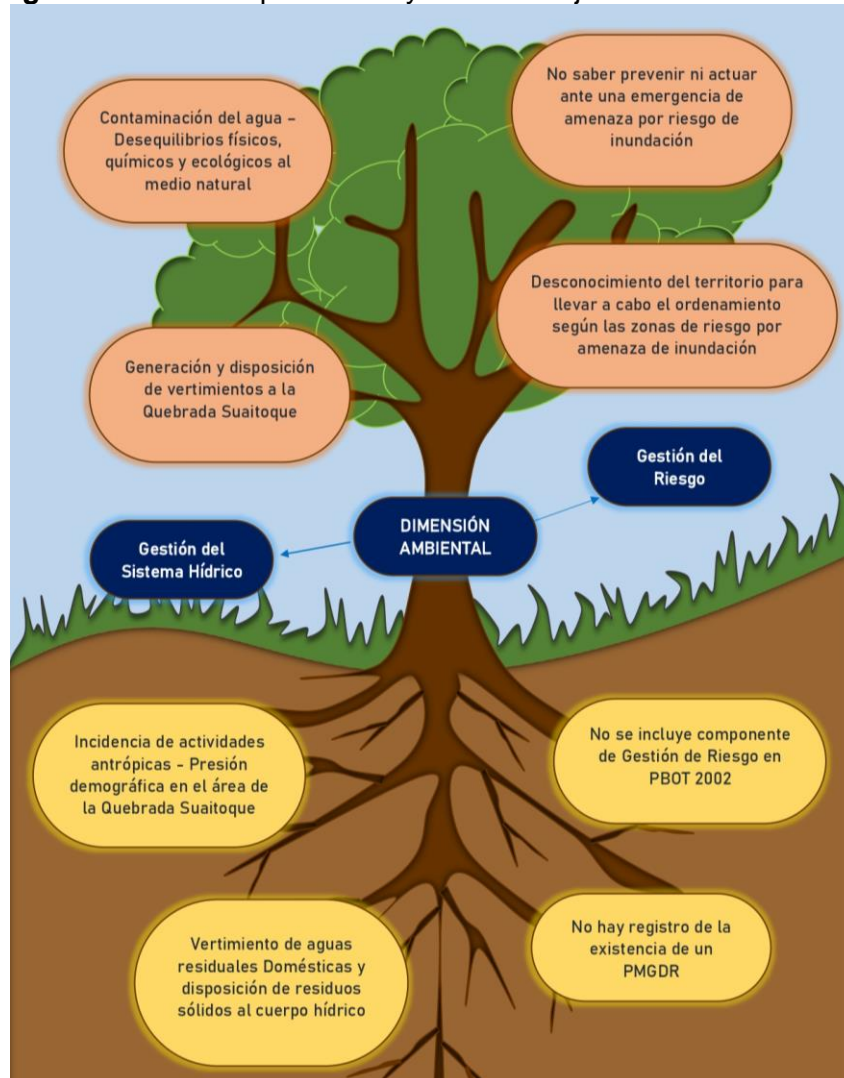
Dimensión Ambiental

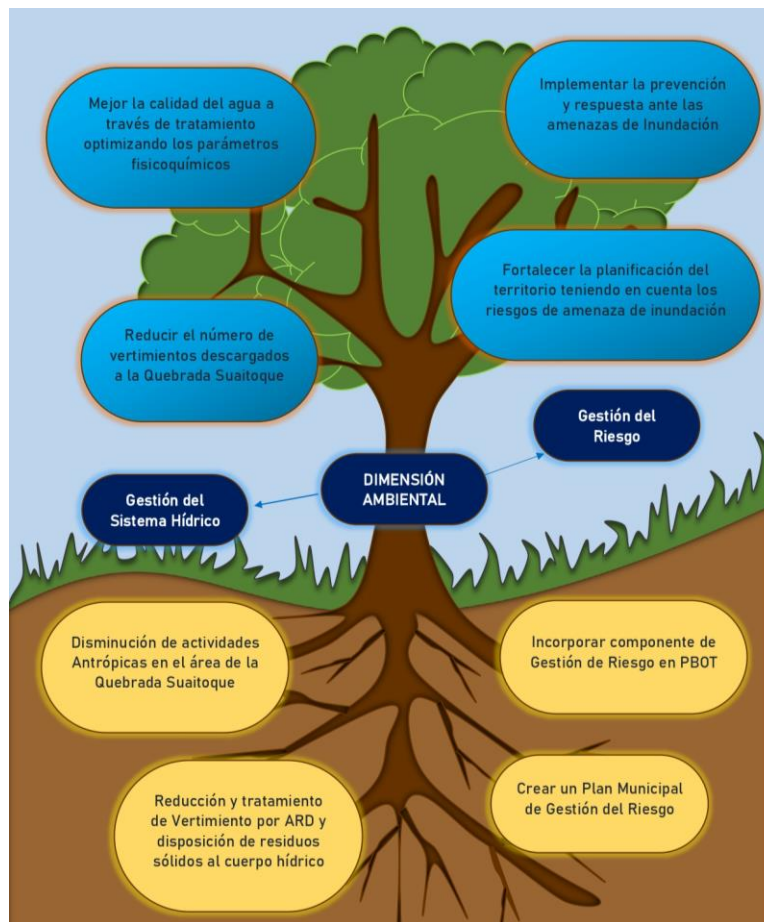
En este proyecto se abarcan dos temas principales relacionados con: el sistema hídrico y la gestión del riesgo. Como primera medida, se realizó para los dos temas una revisión de información secundaria obtenida por fuentes oficiales con el fin de tener un conocimiento previo del territorio, luego se realizó trabajo en campo para recopilar información primaria. En el sistema hídrico se ubica la red hidrográfica del municipio de Guateque (Área hidrográfica, zona hidrográfica, Subzona hidrográfica y subcuenca hidrográfica), luego se identificaron a nivel municipal las microcuencas del municipio, dando relevancia a la Quebrada Suaitoque para su posterior análisis de evaluación ambiental e identificación de problemáticas.

Por otro lado, sobre la gestión del riesgo por amenaza de inundación se aplica la metodología de “Evaluación y Zonificación de Riesgos y Dimensionamiento de Procesos

Erosivos en los 26 municipios de la jurisdicción de CORNARE (Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare) – Antioquia, 2012”. La cual permite obtener un mapa final de riesgo por amenaza por inundación para el municipio en la zona rural. De la información obtenida se puede inferir necesidades y problemas del recurso hídrico y la gestión del riesgo por ello, se plantea un árbol de problemas y su respectivo árbol de objetivos como se muestra a continuación:

Figura 41. Árbol de problemas y árbol de objetivos – Dimensión Ambiental





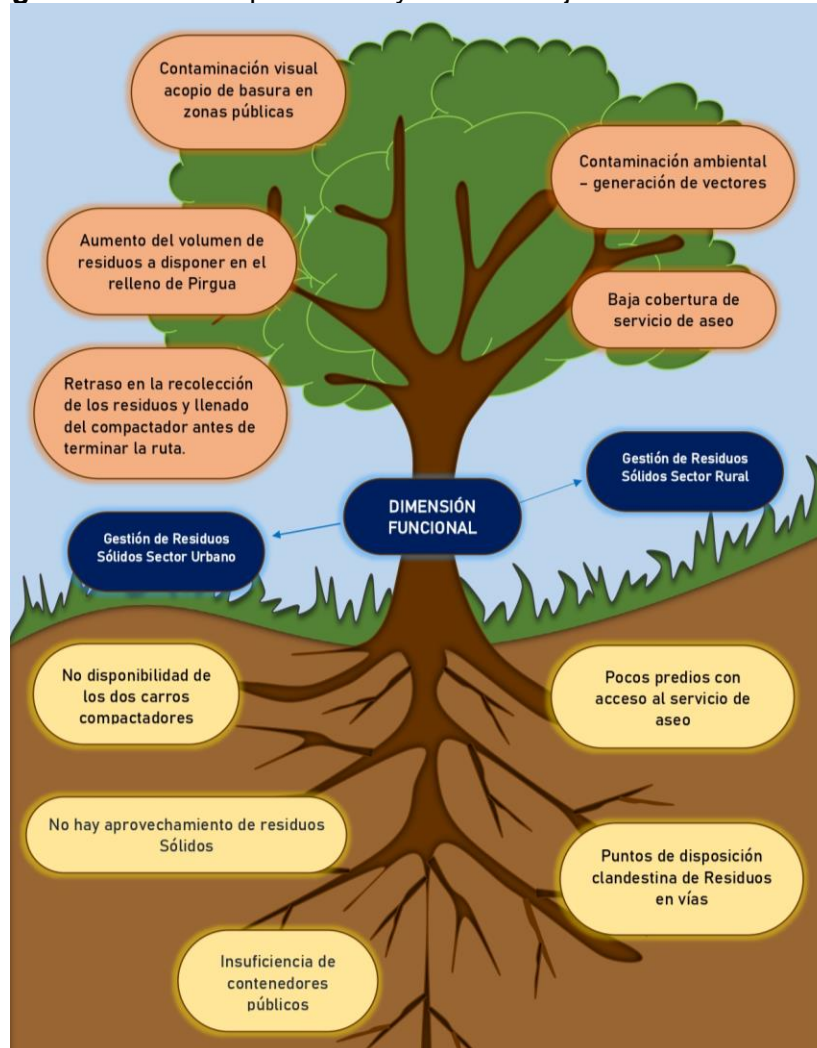
A nivel general, para el ítem de sistema hídrico se identifican problemas puntuales relacionados con la Quebrada Suaitoque, fuente receptora de los vertimientos de la zona urbana. En el árbol de objetivos se propone reducir la contaminación a través de la disminución y regulación de vertimientos, así como un tratamiento que permita optimizar los parámetros fisicoquímicos, esto con el fin de atenuar el impacto ecológico causado al recurso hídrico, al suelo y en general al ecosistema presente en la microcuenca.

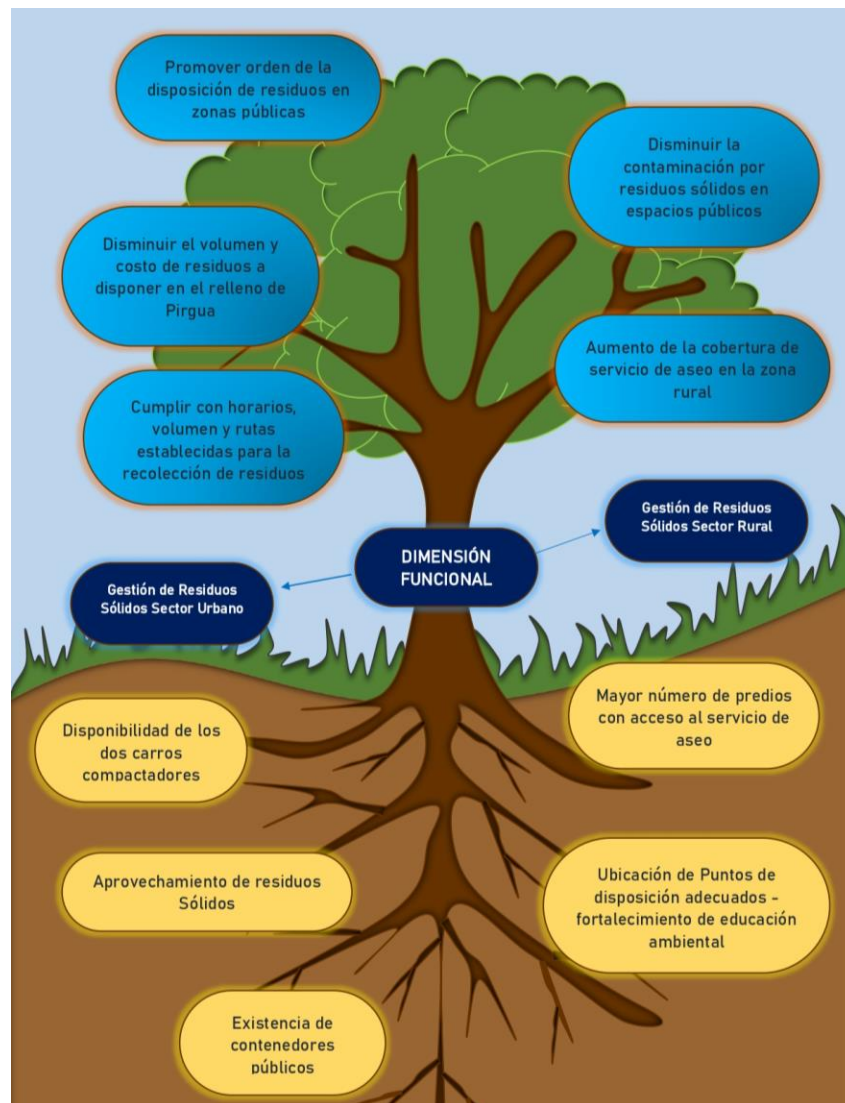
Por otra parte, sobre la gestión del riesgo por amenaza de inundación se identifica la falta de instrumentos de planificación territorial además de la falta de incorporación de la gestión del riesgo en los instrumentos existentes. A pesar de que el municipio de Guateque no presenta un riesgo por amenaza de inundación alta para eventos de inundación, se sugiere adoptar el PMGRD ya que es el instrumento mediante el cual el municipio prioriza, formula, programa y hace seguimiento a la ejecución de las acciones que concretan los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo de desastres, de forma articulada con los demás instrumentos de planeación. (UNGRD, 2012)

Dimensión Funcional

Para definir el estado actual de la prestación de Servicios Públicos y Saneamiento Básico se llevó a cabo un análisis de información secundaria referente al manejo y disposición de los residuos sólidos del municipio de Guateque, basándose en documentos como el PBOT 2002, PGIRS y de la información recolectada en campo. Con el fin de identificar el estado actual (Necesidades y problemas) se hizo un análisis para el sector urbano y rural donde se incluyen temas como: Suscriptores y cobertura, rutas de recolección, transferencia y disposición final, recolección de residuos peligrosos, rutas de barrido, predios e infraestructura para el servicio de aseo y aprovechamiento de residuos. En la siguiente figura se presenta el árbol de necesidades y problemas con su respectivo árbol de objetivos:

Figura 42. Árbol de problemas y árbol de objetivos – Dimensión Funcional





Con base en las figuras presentadas se identifican problemas y objetivos acerca de la gestión de residuos sólidos en zona urbana y rural. Cabe destacar que los principales problemas identificados se presentan desde la recolección debido a que en la mayoría de las ocasiones solo se utiliza un carro recolector para realizar la labor, lo cual impide que se lleven a cabo las rutas completas en horarios establecidos. A pesar de que se realizan campañas de separación en la fuente y las rutas se destinan para diferente tipo de residuo, no se observa un aprovechamiento en específico, esto genera que el carro compactador se llene antes de tiempo. Darle importancia a este aprovechamiento contribuiría a la disminución de volumen a depositar en los rellenos, acción que ayuda para el aumento de la vida útil de los rellenos sanitarios. Adicional, se identifica que no hay presencia de contenedores en zonas públicas



para disponer los residuos y contribuir con una mejor recolección para evitar la contaminación ambiental y visual.

Por otro lado, en la zona rural se identifica un bajo porcentaje de cobertura debido a que hay pocos predios que cuentan con el servicio de aseo, se propone como objetivo aumentar esta cobertura con el fin de reducir los métodos alternos de disposición en la zona rural como el caso de la quema, método más usado por los habitantes. Adicional, se identifican espacios públicos contaminados por sitios de disposición clandestina de residuos, en las veredas Gaunza Abajo, Chorro de Oro, Munantá y Llano grande lo cual promueve la aparición de vectores. Sobre este problema se plantea el objetivo de disminuir la contaminación en dichos espacios públicos a través de la ubicación de sitios de disposición adecuados y el fortalecimiento de la educación ambiental acerca de los impactos, manejo y responsabilidad que se debe tener ante los residuos sólidos.



Conclusiones

La revisión y ajuste general de los Esquemas de Ordenamiento territorial como herramienta de planificación, es la oportunidad para fijar o fortalecer componentes. Además, permite considerar los desafíos ambientales desde una perspectiva regional ante el manejo de recursos naturales incluyendo la oferta hídrica, posible afectación por riesgos de inundación y manejo de servicios públicos – aseo.

La red hídrica el municipio de Guateque está conformado por el área hidrográfica del Río Orinoco (Cód.3), zona hidrográfica del Río Meta (Cód.35), subzona hidrográfica Río Garagoa (Cód.3507) de este río se identifican dos niveles de unidades hidrográficas: Nivel 1 Río Sunubá – Somondoco y Nivel 2 donde se clasifican 12 microcuencas.

Según los parámetros morfométricos de la Quebrada Suaitoque, se puede determinar a partir de su factor de forma, índice de compacidad, densidad drenaje y el valor de su pendiente (relieve fuertemente accidentado) que está sujeta a una baja probabilidad de que ocurran eventos torrenciales debido a su forma alargada y por tanto, menos grado de susceptibilidad a crecidas.

De acuerdo con la Evaluación del estado actual de la microcuenca Quebrada Suaitoque se obtuvo que la principal condición ambiental que genera impactos corresponde a “Degradación de las aguas o de los suelos y en general de los recursos naturales renovables, en su calidad y cantidad, que pueda hacerlos inadecuados para satisfacer los requerimientos del desarrollo sostenible de la comunidad asentada en la microcuenca”, lo cual está relacionado con los 8 vertimientos que recibe este cuerpo de agua.

Las problemáticas asociadas al recurso hídrico de la Quebrada Suaitoque tienen que ver con la presión demográfica relacionada con la densidad poblacional, la cual se ve reflejada en las descargas de agua doméstica, disposición de residuos sólidos, cambio de coberturas y modificación del ecosistema por actividades pecuarias, agrícolas y de desarrollo poblacional.

Según el mapa de Amenaza por Riesgo de Inundación, se determina que el municipio de Guateque presenta en mayor proporción una baja amenaza de inundación seguida de una amenaza media y por último amenaza alta. Las áreas de alta inundación, se identifican en las zonas donde pasa el Río Salitre que más adelante es llamado Súnuba – Somondoco ya que se clasifica como cauce aluvial, el cual presenta una alta susceptibilidad a la inundación. Las zonas con nivel medio son muy pocas y su inundación se debe a factores como: pendientes



muy bajas, unidades geomorfológicas con susceptibilidad de inundación baja, valores de precipitación muy bajo y cobertura vegetal con susceptibilidad de inundación media.

Teniendo en cuenta la situación actual de Servicios Públicos y Saneamiento Básico – residuos sólidos, para el municipio de Guateque se identifican algunos problemas respecto a la gestión de residuos por ende, se plantean algunos objetivos como: cumplir con los horarios de recolección y volumen, recorrido completo de las rutas establecidas, disminución del volumen a disponer en el relleno de Pírgua, disminución de la contaminación por residuos en espacios públicos y aumento de la cobertura del servicio de aseo en la zona rural.



Bibliografía

Ardila Martínez, E. A. (2018). Cumplimiento de los criterios de ordenamiento territorial en la delimitación de zonas de protección ambiental en Colombia. *Dinámica Ambiental*, 1, 27–44. <https://doi.org/10.18041/2590-6704/ambiental.1.2016.4588>

Avendaño-Leadem, D., Cedeño-Montoya, B., & Arroyo-Zeledón, M. S. (2020). Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial. *Revista Geográfica de América Central*, 2(65), 63–90. <https://doi.org/10.15359/rgac.65-2.3>

Barón Colmenares, M. E. (2018). La gobernanza en el ordenamiento territorial local: presencias y ausencias de la participación ciudadana. *Diálogos de Saberes*, 48, 133–154. <https://doi.org/10.18041/0124-0021/dialogos.48.2018.4718>

DNP. (2015). Rutas especializadas para la formulación de los Planes de Desarrollo Territoriales “Plan de Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital” 1–3.

DNP. (2018). Componente General del POT Moderno. 78. Recuperado de: [https://portalterritorial.dnp.gov.co/KitOT/Content/uploads/Componente general.pdf](https://portalterritorial.dnp.gov.co/KitOT/Content/uploads/Componente%20general.pdf)

Gobernación de Boyacá. (2021). Un paso más en Boyacá hacia el ordenamiento territorial - Gobernación de Boyacá. Recuperado de: <https://www.boyaca.gov.co/un-paso-mas-en-boyaca-hacia-el-ordenamiento-territorial/>

Angela A. (2018). Estado del arte de la incorporación de la gestión del riesgo de desastres en los instrumentos de planificación territorial departamental: Estudio de caso dos quebradas. Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17051/ESTADO%20DEL%20ARTE%20DE%20LA%20INCORPORACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Medina, M. (2020, septiembre 6). El 88 % de los municipios de Colombia tienen el POT desactualizado: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - Instituto de Estudios Urbanos. Entrevista. Recuperado de: <http://ieu.unal.edu.co/medios/noticias-del-ieu/item/el-88-de-los-municipios-de-colombia-tienen-el-pot-desactualizado-ministerio-de-vivienda-ciudad-y-territorio>

Ordoñez, A. (2016). El ABC de los POT Planes de Ordenamiento Territorial (p. 34). Recuperado de: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/18532/EI_ABC_de_losPOT.pdf?sequence=1&isAllowed=y



Pinzón Botero, M. V. (2018). Retos ambientales para los Planes de Ordenamiento Territorial modernos o de segunda generación: el caso de los municipios intermedios de Colombia. *Agora U.S.B.*, 18(2), 426–445. <https://doi.org/10.21500/16578031.3223>

Villagómez, M., Cuesta, R., Sili, M., & Vieyra, A. (2020). Metodología para el análisis de las prácticas y políticas de ordenamiento territorial en América Latina. El caso de Argentina, Ecuador, México y Paraguay. *Revista Geográfica*, 160, 57–89. <https://doi.org/10.35424/regeo.160.2019.745>

Ruiz, C. A., Salazar, D. M., & Rodríguez, N. (2020). The provision of drinking water and basic sanitation services in Colombia: analysis and prospective. *Documentos FCE-CID Escuela de Economía*, 34, 1–86. Recuperado de: www.fce.unal.edu.co/centro-editorial/documentos.html

MINAM. (2016). Instrumentos Técnico Normativos del Ordenamiento Territorial. Ministerio Del Ambiente, 1–478. Recuperado de: https://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wp-content/uploads/sites/18/2013/10/Instrumentos_Tecnicos_Normativos_OT.pdf

Corradine, M. F. (2017). Fase de diagnóstico 3. Caracterización físico-biótica de la cuenca 3.5 Morfometría. Actualización POMCA Río Garagoa, 100, 1–33. Recuperado de: <http://www.corpochivor.gov.co/wp-content/uploads/2015/11/3.5.-Morfometría-1.pdf>

CVC, & Consorcio POMCA Quindío. (2017). Morfometria. Actualización POMCA Río La Vieja, 7, 32.

Guerra, F., & Gonzales, J. (2002). Caracterización morfométrica de la cuenca de la quebrada La Bermeja, Venezuela. *Geoenseña*, 7(1316–6077), 88–108. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36070208>

Ibañez, S., Moreno, H., & Gisbert Blanquer, J. (2011). Métodos para la determinación de los tiempos de concentración (tc). Valencia.

Villón Bejar M. (2004). Hidrología. Editorial Tecnológica de Costa Rica

Londoño Arango, C. (2001). Cuencas hidrográficas: Bases Conceptuales, Caracterización, administración. Universidad Del Tolima, 1, 1–350. Recuperado de: www.ut.edu.co/academico/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/cuencas



hidrográficas bases conceptuales caracterización planificación y organización - CARLOS LONDOO.pdf

SAGARPA. (2016). Análisis geomorfológico aplicado a obras de conservación de suelo y agua. 69.

Monsalve Sáenz, G. (1999). Hidrología en la Ingeniería - Germán Monsalve Sáenz, 2da Edición (p. 364).

MADS. (2012). Decreto 1640 de 2012. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de:
[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2012/dec_1640_2012 .pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2012/dec_1640_2012.pdf)

Corradine, M. F. (2017). Fase de diagnóstico 3. Caracterización físico-biótica de la cuenca 3.5 Morfometría. *Actualización POMCA Río Garagoa*, 100, 1–33. Recuperado de:
<http://www.corpochivor.gov.co/wp-content/uploads/2015/11/3.5.-Morfometría-1.pdf>

Guerra, F., & Gonzales, J. (2002). Caracterización morfométrica de la cuenca de la quebrada La Bermeja, Venezuela. *Geoenseña*, 7(1316–6077), 88–108. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36070208>

MINAMBIENTE. (2018). *Guía Metodológica para la Formulación de los Planes de Manejo Ambiental de Microcuencas-PMAM*. Recuperado de: www.minambiente.gov.co

CORNARE - Gobernación de Antioquia. (2011). EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGOS Y DIMENSIONAMIENTO DE PROCESOS EROSIVOS EN LOS 26 MUNICIPIOS DE LA JURISDICCIÓN DE CORNARE. Recuperado de:
https://www.cornare.gov.co/GestionRiesgo/CONCEPCION/Documento_Concepcion.pdf

MADS. (2012). Decreto 1640 de 2012. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de:
[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2012/dec_1640_2012 .pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2012/dec_1640_2012.pdf)



FAO. (2001). El Uso de Computadoras, Programas e Instrumentos Electrónicos en la Planificación y Seguimiento de Planes de Manejo del Bosque Húmedo Tropical - Un Caso en Costa. Basado En El Trabajo de Germán Obando Gerente Del Programa de Investigación y Desarrollo FUNDECOR, COSTA RICA. Recuperado de:
<http://www.fao.org/3/x8763s/x8763s00.htm#Contents>

Guateque, A. municipal de. (2017). PGIRS Guateque Basura Cero 2017-2028. 005. Recuperado de:
https://guatequeboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/guatequeboyaca/content/files/000020/959_pgirs-elec-1.pdf

UNGRD. (2012). Formulación del Plan Municipal de Gestión del Riesgo - Guía Metodológica. Versión 1, 47. Recuperado de:
http://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/archivos/FormulariosPMGRD2012/Guia_PMGRD_2012_v1.pdf