

PROPUESTA PLAN DE MANEJO DE LA SUBCUENCA RIO CHECUA EN EL
MUNICIPIO DE COGUA, CUCUNUBÁ, NEMOCÓN, SUESCA Y TAUSA
(CUNDINAMARCA)

Presentado por:
DAVID SAMUEL RUIZ PEREZ

Presentado a: DIRECTOR DEL PROYECTO

Mg. ADRIANA HERNÁNDEZ

CONTENIDO

1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	9
1.1 PIA NTAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2 OBJETIVO GENERAL	12
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
3 MARCO METODOLOGICO	14
3.1 Fase de Aprestamiento	14
3.2 Fase de Diagnostico	15
3.3 Fase de Prospectiva y Zonificación Ambiental	15
3.4 Fase de Formulación	16
3.5 Fase de Ejecución	17
3.6 Fase de Seguimiento y Evaluación	18
4 ALCANCE Y LIMITACIONES	18
5 MARCO TEÓRICO	19
5.1 Caracterización subcuenca río Checua y ubicación	20
5.2 Morfometría de la subcuenca	23
5.2.1	23
5.2.2 Perímetro subcuenca (P)	23
5.2.3 Caída subcuenca (Hc)	23
5.2.4 Longitud subcuenca (Lc1)	23
5.2.5 Ancho promedio subcuenca (W)	23
5.2.6 Factor de forma subcuenca (Rf)	23
5.2.7 Coeficiente Compacidad (Kc)	23
5.2.8 Índice alargamiento (Ia)	24
5.2.9 Curva Hipsométrica	24
5.3 Descripción de aspectos bióticos	25
5.3.1 Holdridge (Zonas de vida)	25
5.3.2 Formación (bs-MB) Bosque Seco Montano Bajo	26
5.3.3 Formación (bh-MB) Bosque Húmedo Montano Bajo	27
5.4 Aspectos climatológicos	28
5.4.1 Precipitación	28
5.4.2 Temperatura	30
5.4.3 Humedad relativa	32
5.4.4 Balance Hídrico	32
5.4.5 Frio-Seco	32
5.4.6 Zonificación climática	34
5.5 Hidrografía	36
5.5.1 Sistema de drenaje	37
5.5.2 Geología	38
5.5.3 Estratigrafía	38

4.5.3.1	Formación Conejo	38
4.5.3.2.	Formación Arenisca Dura	39
4.5.3.3.	Formación Plaeners	39
4.5.3.4.	Formación Arenisca Labor y Tierna	39
4.5.3.5.	Formación Arenisca Labor y Tierna	40
4.5.3.6.	Formación Guaduas	41
4.5.3.7.	Formación Cacho	41
4.5.3.8.	Formación Bogotá	42
4.5.3.9.	Formación Tilatá	42
4.5.3.10.	Formación Sabana	42
5.5.4	Geología estructural	43
4.5.4.1.	Anticlinal de Suesca	43
4.5.4.2.	Anticlinal de Nemocón	44
4.5.4.3.	Sinclinal de Checua	44
4.5.4.4.	Falla de Nemocón	44
5.5.5	Unidades geomorfológicas	45
5.5.6	Paisaje de montaña	47
4.5.6.1.	Glacis de acumulación (MA)	48
4.7.2.1.	Paisajes depositacionales con atributo fluvio - lacustre	49
4.7.2.2.	Planicie fluvio – glaciar	49
4.7.2.3.	Terraza nivel superior (UG)	50
4.7.2.4.	Planicie fluvio - lacustre	51
4.7.2.5.	Terraza nivel inferior (UI)	51
4.7.2.6.	Terraza nivel medio (UM)	51
4.7.2.7.	Terraza nivel superior (US)	52
5.5.7	Paisajes depositacionales con atributo aluvial	53
4.5.7.1.	Terrazas aluviales (VI)	53
4.5.7.2.	Plano de Inundación (VP)	54
5.6	Suelos	56
5.6.1	Suelos de clima frío húmedo en Montaña	56
5.6.2	Suelos de clima frío seco en planicie fluvio-lacustre	57
5.7	Clasificación de tierras por capacidad de uso	57
5.7.1	Clasificación por capacidad de uso	58
5.7.2	Clases de Capacidad	58
5.7.3	Tierras de clase (2)	60
4.7.2.8.	Subclases	61
4.7.2.8.1.	(Grupo de manejo 2c-1)	61
4.7.2.8.2.	(Grupo de manejo 2pc-1)	62
4.7.2.8.3.	(Grupo de manejo 2pc-2)	63
5.7.4	Tierras de clase (3)	65
4.7.3.1.	Subclases	65
4.7.3.1.1.	(Grupo de manejo 3s-2)	65
4.7.3.1.2.	(Grupo de manejo 3s-3)	66
4.7.3.1.3.	(Grupo de manejo 3s-4)	68
4.7.3.1.4.	(Grupo de manejo 3s-5)	69
5.7.5	Tierras de clase (4)	70
4.7.4.1.	Subclases	70
4.7.4.1.1.	(Grupo de manejo 4s-1)	70
4.7.4.1.2.	(Grupo de manejo 4s-2)	71

5.7.6	Tierras de clase (6)	73
4.7.5.1.	Subclases	73
4.7.5.1.1.	Grupo de manejo 6h-1	73
4.7.5.1.2.	Grupo de manejo 6h-5	74
4.7.5.1.3.	Grupo de manejo 6h-6	75
4.7.5.1.4.	Grupo de manejo 6hs-1	76
6	MARCO REFERENCIAL	78
6.1	Marco Ambiental	78
6.1.1	Información calidad del agua	78
6.1.2	Información cuencas y subcuencas	78
6.1.3	Información saneamiento básico	79
6.1.4	Problemática del recurso hídrico	79
6.1.5	Información Acuíferos	80
6.1.6	Información Concesiones del agua	80
6.1.7	Información Costo del agua	80
6.1.8	Información Oferta hídrica	80
6.1.9	Información sobre planificación del recurso hídrico	82
6.1.10	Áreas protegidas y reservas forestales	82
6.2	Caracterización socio económica y cultural	83
6.2.1	Información cuencas y subcuencas	83
6.2.2	Principales actividades socio-económicas de la población beneficiaria	83
6.2.3	Participación comunitaria	83
7	METODOLOGÍA	85
7.1	Etapas de investigación	85
7.1.1	Requerimientos de Información	85
7.1.2	Registros de revisión de información secundaria	86
7.1.3	Información secundaria (análisis)	87
8	RESULTADOS	88
8.1	Análisis de amenazas	88
8.2	Identificación de amenazas	89
		90
8.3	Calificación de la Amenaza	91
9	PROPUESTA PLAN DE MANEJO SUBCUENCA RIO CHECUA	92
9.1	Visión del plan de manejo	92
9.2	Vigencia plan de manejo	92
9.2.1	Corto plazo	92
9.2.2	Mediano plazo	92
9.2.3	Largo plazo	92
9.3	PROGRAMAS Y SUBPROGRAMAS	93
9.3.1	Programa protección de áreas con fines de protección y conservación	93
9.3.1.1	Subprograma: Recurso bosque	94
9.3.1.2.	Subprograma: Recurso suelo	95
9.3.1.3.	Subprograma: conservación y protección de cuerpos de agua	96

9.3.1.4. Subprograma uso sostenible de ecosistemas estratégicos	98
9.3.2. Programa producción sostenible	98
9.3.3. Programa de recuperación	99
9.3.3.1. Subprograma de saneamiento básico	99
9.3.3.2. Subprograma de riesgos y amenazas	100
9.3.4. Programa de restauración	101
9.3.3.1. Subprograma de restauración y uso sostenible de sistemas estratégicos	101
10. CONCLUSIONES	104
11. RECOMENDACIONES	106
12 BIBLIOGRAFÍA	107
13 ANEXOS	109

Lista de figuras

Figura 1 Árbol de problemas subcuenca Río Checua (Fuente: Autor)	13
Figura 2. Ubicación zona de estudio (Fuente: Autor)	21
Figura 3. Delimitación subcuenca río Checua (Fuente: Autor)	22
Figura 4. Curva hipsometría subcuenca Río Checua. (Fuente: autor)	24
Figura 5. Zonas de vida del área de estudio. (Fuente: autor)	26
Figura 6. Estructura de un arbusto mano de oso (<i>Oreopanax incisus</i>). (IGAC, 2013)	27
Figura 7. Aspecto de las hojas de chusque (<i>Chusquea scandens</i>), (IGAC, 2013)	28
Figura 8. Distribución de la precipitación subcuenca río Checua. (Fuente, autor)	29
Figura 9. Precipitación pluvial media mensual de estación meteorológica Nemocón. (IGAC, 2013)	30
Figura 10. Distribución espacial temperatura media anual del área de estudio. (Fuente, autor)	31
Figura 11. Temperatura media mensual de estación meteorológica ubicada en el municipio de Nemocón. (IGAC, 2013)	32
Figura 12. Climograma de la estación CAR 2120540 Checua, Nemocón (Cundinamarca) (IGAC, 2013)	33
Figura 13. Clasificación por pisos térmicos de Caldas de la zona de estudio. (IGAC, 2013)	35
Figura 14. Mapa de provincias de humedad según cociente de Lang. (IGAC, 2013)	36

Figura 15. Red de drenaje zona de estudio (Fuente: Autor)	37
Figura 16. Afloramientos de la Formación Labor y Tierna cercanos al municipio de Suesca (Cundinamarca). Estas rocas están afectadas tectónicamente por la Falla de Suesca. (IGAC, 2013)	41
Figura 17. Geomorfología área de estudio. (Fuente: Autor).....	46
Figura 18. Tipos de relieve en el paisaje de Montaña. Municipio de Zipaquirá. (1) Lomas y colinas, (2) Glacis de acumulación: 2a, sector proximal; 2b, sector medial; 2c, sector distal. (IGAC, 2013)	49
Figura 19. Disección de la terraza fluvio-glaciar causada por la Quebrada Molino, en el centro de la foto se observa el vallecito coluvio-aluvial, donde se han establecido cultivos. Sector Santa Rita, municipio de Subachoque. (IGAC, 2013).....	51
Figura 20. Plano ondulado de la terraza fluvio-lacustre de nivel medio en la Finca Extremadura, del Municipio de Subachoque. (IGAC, 2013)	52
Figura 21. Terraza aluvial del río Subachoque, en el sector de La Pradera, municipio de Subachoque. (IGAC, 2013)	54
Figura 22. Plano de inundación sector de Aguas Claras – río Neusa, municipio de Nemocón. (IGAC, 2013)	55
Figura 23. Suelos área de estudio. (Fuente: Autor).....	56
Figura 24. Capacidad y uso río Checua. (Fuente: Autor)	60
Figura 25. Grupos manejo 2c-1 en cultivos descubiertos. (IGAC, 2013)	61
Figura 26. Panorámica de tierras en uso de grupo manejo (2pc1). (IGAC, 2013).....	62
Figura 27. Cultivos de papa en el municipio de Subachoque. (IGAC, 2013)	64
Figura 28. Aspecto del uso de tierras en la parte distal del glacis. Subachoque. (IGAC, 2013).....	65
Figura 29. Tierras del grupo de manejo 3s3. (IGAC, 2013)	67
Figura 30. Preparación de suelos en una terraza superior en el municipio del Nemocón. (IGAC, 2013)..	68
Figura 31. Plano de terraza superior. (IGAC, 2013)	69
Figura 32. Aspecto del glacis de clima frío seco en el municipio de Nemocón. (IGAC, 2013)	70
Figura 33. Aspecto del glacis de clima frío seco en el municipio de Nemocón. (IGAC, 2013)	72
Figura 34. Panorámica del vallecito del río Subachoque. (IGAC, 2013)	73

Figura 35. Zurales en áreas mal drenadas de la finca Hortensia en Subachoque. (IGAC, 2013)	74
Figura 36. Aspecto de las tierras encharcables de la finca Hortensia. (IGAC, 2013)	75
Figura 37. Derrumbes en los bordes del cauce del río Neusa en Nemocón. (IGAC, 2013)	77

Lista de Tablas

Tabla 1. Zonas de vida	25
Tabla 2. Balance hídrico de la estación CAR 2120540 Checua.....	33
Tabla 3. Modelo climático de caldas lang.	34
Tabla 4. Clasificación climática en base al cociente de Lang (P/T^0).	35
Tabla 5. Jerarquización de drenajes en la subcuenca río Checua.....	38
Tabla 6. Unidades geomorfológicas tipo paisaje, relieve y forma de terreno para subcuenca río Checua.	47
Tabla 8. Descripción de Hidrología Nemocón (Cundinamarca).	81
Tabla 9. Descripción General de trabajo para recopilación y análisis de información secundaria	85
Tabla 10. Procedimiento del análisis de riesgo	89
Tabla 11. Identificación, descripción y calificación de las amenazas en la subcuenca río Checua.	90
Tabla 12. Comportamiento de calificación del evento.	91
Tabla 13. Proyecto 1	93
Tabla 14. Proyecto 2	94
Tabla 15. Proyecto 3	95
Tabla 16. Proyecto 4	97
Tabla 17. Proyecto 5	97
Tabla 18. Proyecto 6	99
Tabla 19. Proyecto 7	100

Tabla 20. Proyecto 8	101
Tabla 21. Proyecto 9	102
Tabla 22. Proyecto 10	102

1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

El constante desarrollo dentro del Departamento de Cundinamarca en los últimos años donde se han deteriorado los recursos naturales, a causa de la excedida actividad agropecuaria, la minería y de deforestación.

El suelo, catalogado como un recurso silencioso y poco visible, no ha sido la excepción en el panorama ambiental del departamento. Sin embargo, al no contar con información detallada sobre las potencialidades, las limitaciones y el uso real de sus suelos, no ha sido posible tomar medidas de fondo que mitiguen la problemática.

Por esta razón, a finales de 2013, la (CAR) como Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y el (IGAC) Instituto Geográfico Agustín Codazzi, mediante un convenio interadministrativo para realizar el “Levantamiento Detallado de Suelos en las Áreas Planas de los Municipios de Cogua, El Rosal, Nemocón, Subachoque, Suesca, Zipacón y Zipaquirá”. (IGAC, 2013)

Siendo esta una herramienta para la generación de la propuesta de Manejo y Ordenamiento de las Cuencas Hidrográficas (POMCA) del departamento, una hoja de ruta para la sostenibilidad del territorio; el cual aporta la información requerida para realización de información necesaria para el progreso de la comunidad, y su implementación contribuye con el conocimiento y sensibilización sobre el uso y manejo de los suelos, la conservación de los paisajes más representativos y en general con la amparo de los recursos naturales.

El recurso hídrico crea conflictos sobre el entorno de los seres humanos. De esta forma se adelantan los procesos de gestión alrededor de los puntos de captación, con el fin de obtener un desarrollo sostenible y lograr mitigar conflictos presentes en su entorno. Nuestra sociedad no es ajena a esta realidad y el tema ambiental del país es cada vez más preocupante. El deterioro y los impactos negativos de los recursos naturales son síntomas claros de como se ha disminuido la oferta ambiental. La disminución del recurso hídrico, la tala indiscriminada, la pérdida de suelos agrícolas, el mal manejo de las fuentes hídricas y el deterioro del recurso aire, son muestra de la situación que afecta nuestro presente y futuro como país.

La (CAR), como autoridad competente, es la encargada para la ejecución de planes, programas y proyectos ambientales. Como se presenta en la subcuenca del río Neusa, pero en este caso no hay existencia de una propuesta de manejo sectorizado para la subcuenca antes mencionada, para el municipio de Nemocón, ya que la realización de los planes de manejo se realizan es a nivel de cuenca, la cual abarca muchos municipios, debido a esto la necesidad de crear una propuesta de plan de manejo ambiental de la

subcuenca, al incremento de la demanda del recurso hídrico, relacionado con su crecimiento poblacional y existe impacto ambiental por parte de los actores de la subcuenca. (IGAC, 2013)

1.1 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

El río Checua es una afluente de gran importancia, para los municipios de Cogua, Cucunubá, Nemocón, Suesca y Tausa, ya que una de sus principales actividades es la captación para consumo de la población y actividades agrícolas - pecuarias. El excesivo uso de pesticidas en la producción agricultura, los procesos de la degradación del suelo, el mal manejo de fertilizantes minerales son algunas de las actividades que deterioran los diferentes ecosistemas.

Estos son algunos de los vectores de enfermedades infecciosas en los humanos y animales. El vertimiento indebido de aguas residuales, el uso indebido de pozos sépticos y de las plantas de tratamientos de aguas residuales en zonas urbanas, han generado la contaminación de fuentes hídricas. (PDM, 2016)

El relieve del área de río Checua se caracteriza por tener su origen asociado a la acumulación de sedimentos fluviales y lacustres, así como a depósitos con influencia torrencial provenientes de la parte más alta de la subcuenca; Siendo algunas de las problemáticas que se generan en el área de influencia presentando en zonas procesos de inestabilidad y remoción en masa.

El deterioro ambiental se refleja en la subcuenca, por la susceptibilidad a amenazas de fenómenos de remoción en masa, estas causas han generado la necesidad de implementar la propuesta de manejo ambiental, que mitiguen los impactos causados por el inadecuado manejo del ecosistema. (Figura 1)

2 OBJETIVO GENERAL

Formulación de propuesta para plan de manejo de la subcuenca del río Checua en los municipios de Cogua, Cucunubá Nemocón, Suesca y Tausa (Cundinamarca).

2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar la caracterización ambiental de la subcuenca teniendo en cuenta los aspectos físicos bióticos, hidrológicos y socioeconómicos de la subcuenca río Checua en los municipios de Cogua, Cucunubá Nemocón, Suesca y Tausa (Cundinamarca).
2. Identificar y enumerar los conflictos relacionados con el uso del agua, subcuenca río Checua en los municipios de Cogua, Cucunubá Nemocón, Suesca y Tausa (Cundinamarca).
3. Proponer programas y subprogramas basados en la zonificación ambiental presentes en la subcuenca río Checua de los municipios de Cogua, Cucunubá Nemocón, Suesca y Tausa (Cundinamarca).
4. Plantear un manejo a la preservación de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos.

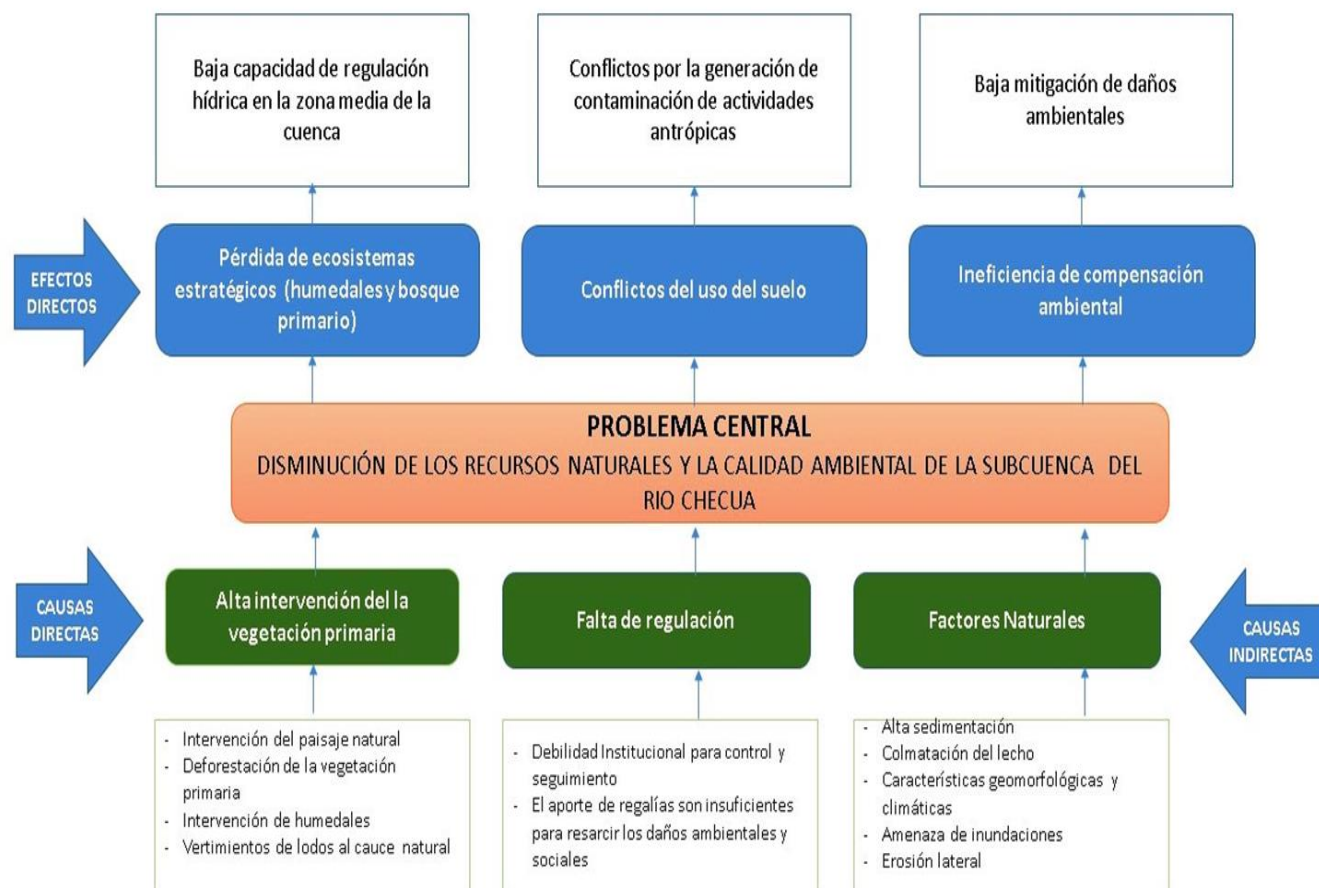


Figura 1 Árbol de problemas subcuenca Río Checua (Fuente: Autor)

3 MARCO METODOLOGICO

Dentro de las actividades para el desarrollo del POMCA, se establecen una serie de pasos con las condiciones a nivel nacional y departamental, de tal forma que desde las entidades encargadas tengan una articulación para el funcionamiento y ejecución.

Para dar inicio a las actividades previamente al inicio de la formulación del plan de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas POMCA, teniendo en cuenta las fases y procesos para la formulación e implementación, en el desarrollo de la fase de aprestamiento, diagnóstico, prospectiva y zonificación ambiental, formulación, ejecución, seguimiento y evaluación.

3.1 Fase de Aprestamiento

Está definida por el plan de trabajo donde se realice la identificación, caracterización y priorización de los actores, teniendo en cuenta las estrategias de participación, donde se consolide la información recolectada y el análisis inicial del estado de la cuenca, para tener los criterios, metodologías y procedimientos.

El aprestamiento se entiende como una etapa estratégica y fundamental, en el proceso de formulación del plan de Ordenación y Manejo de una Cuenca Hidrográfica, ya que esta fase depende la conformación del plan, generando un Desarrollo Sostenible del municipio y departamento. En el proceso es primordial la sensibilización y motivación de los diferentes actores sociales, en donde sean autogestores y aporten su conocimiento en la ejecución en la etapa de construcción del plan de ordenación.

En cuanto a los aspectos socio-culturales de la subcuenca del río Checua, se pretende elaborar el diagnóstico en forma participativa. Se dividió la metodología y el proceso en etapas: primero preparación de cartografía social, que se identifiquen el estado del mismo a nivel social, económico y ambiental.

Por otra parte, el objetivo se buscaba identificar los actores sociales que tengan presencia en cada municipio de la subcuenca, por lo cual los encuentros participativos como la socialización e información de los conceptos básicos relacionados con la ordenación de cuenca y de los actores sociales.

3.2 Fase de Diagnostico

La determinación del estado de la subcuenca, determinando los componentes físico – biótico, cultural, socioeconómico, político administrativo y gestión del riesgo; buscando la información necesaria para ver el análisis ambiental de la subcuenca para su ordenamiento.

En esta fase se busca conocer la situación que presenta actualmente la subcuenca de una manera integral con relación a sus conflictos, limitantes, restricciones ambientales y a su vez la potencialidad, como herramienta para la identificación de las relaciones de causa – efecto, como desarrollo de las fases prospectiva y formulación.

Con el desarrollo de las actividades requeridas en la fase aprestamiento, se requiere la interacción con los actores principales para la conformación del consejo de la cuenca, la cual está reglamentada en la Resolución 0509 de 2013.

Con respecto a la caracterización para obtener la información suficientes para conocer su situación actual, de los diferentes componentes que conforman y se relacionan a continuación físico, biótico, socioeconómico y cultural, político – administrativo, funcional y de gestión del riesgo.

3.3 Fase de Prospectiva y Zonificación Ambiental

En el análisis prospectivo sobre un sistema territorial, como las cuencas hidrográficas, teniendo en cuenta los elementos básicos: un conocimiento claro del pasado y del presente de la cuenca, una imaginación creativa y unos objetivos claros. El conocimiento del pasado y presente de la cuenca, es de donde parte el diagnóstico ha realizado. En el caso de la subcuenca hidrográfica del río Checua, donde se evaluaron las tendencias y necesidades de intervención, así como de líneas de acción que permitan orientar el Plan de Ordenación y Manejo de la subcuenca.

Para esta fase se identifican y describen los conflictos socio-ambientales, como referentes de prospección organizados por ejes temáticos, como prioridad activa de la participación de los actores sociales, quienes serán autogestores por su amplio conocimiento del territorio y de las actividades externas e internas que intervengan, bajo la actividad en campo del equipo técnico y consejo de la cuenca.

El objetivo central de la prospectiva es prever si la tendencia de la situación actual, de estructuras, funciones biofísicas, socioeconómicas y de los problemas ambientales resultantes, pertenecientes a una zonificación ambiental, obteniendo la información para la elaboración de propuestas para la toma de decisiones.

Teniendo en cuenta Los referentes de prospección que se obtuvieron fueron priorizados y debatidos en el primer taller de prospectiva entre el equipo técnico y el consejo de cuenca, dejando entonces 9 aspectos a desarrollar como referentes con los cuales se desarrollaran los análisis situacionales y estructurales de la cuenca, siendo estos:

- Inadecuado Uso de los Recursos Naturales y Deterioro Ambiental.
- Conflicto por el uso del agua.
- Conflicto de uso del suelo.
- Erosión y pérdida de suelo productivo.
- Pérdida de cobertura vegetal.
- Pérdida de Biodiversidad
- Alteración de la Calidad de Aire.
- Contaminación de fuentes hídricas superficiales.
- Inadecuada disposición y manejo de residuos sólidos.

En los procesos de zonificación ambiental se tuvieron en cuenta las áreas y ecosistemas estratégicos identificados y caracterizados en el diagnóstico como referente y con un tratamiento hacia la subcuenca orientadas a la conservación y protección de los procesos evolutivos naturales y ecológicos manteniendo la biodiversidad biológica, de esta manera se garantiza la oferta de servicios ambientales para garantizar el bienestar humano.

3.4 Fase de Formulación

La estructura para el ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas, es el conocimiento de las características físico-naturales y ambientales, de esta manera realizar la implementación de acciones por el mejoramiento y la conservación en cuanto a la calidad y cantidad en la oferta ambiental relacionada con las actividades sociales, culturales y económicas.

El recurso hídrico como eje articulador para el ordenamiento en políticas ambientales en busca del desarrollo la región, dado que es un elemento para la estructuración de la formulación, en busca de una norma del manejo integral de los recursos naturales, por parte de los actores sociales, políticos y ambientales, con el fin de asegurar el aprovechamiento sostenible.

La importancia de conocer la línea base ambiental, para el uso y manejo sostenible de los recursos naturales, de esta forma dar un adecuado conocimiento, conservación y uso de la biodiversidad, de esta manera generar la disponibilidad. Por lo consiguiente se plantea entonces una necesidad de generar conocimiento sobre los recursos naturales y el desarrollo sostenido de sus potencialidades, para el diseño e implementación de nuevas tecnologías y apropiadas para la solución de los problemas para el desarrollo social y ambiental responsable.

Para el desarrollo de este plan de ordenación y manejo de la subcuenca hidrográfica se requiere de elementos estructurables, como lo es el sistema de información ambiental como herramienta para la toma de decisiones y la construcción de indicadores; la normatividad y la política nacional asociada al ordenamiento de cuencas hidrográficas; y finalmente la legalidad de los componentes ambientales.

Dentro de la formulación, la implementación del componente programático, el cual definido objetivos, estrategias, programas, proyectos, actividades, metas e indicadores, cronogramas, fuentes de financiación, mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación, así como los responsables de la ejecución de las actividades allí contenidas, especificando las inversiones en el corto, mediano y largo plazo.

Dado que Las medidas de administración de los recursos naturales renovables se establecen con base en los resultados de la prospectiva y la zonificación ambiental donde se definen las categorías de ordenamiento y las zonas de uso y manejo para la toma de decisiones respecto a la ordenación y manejo de la cuenca. Se deben identificar y definir los instrumentos y las medidas de administración de los recursos naturales renovables.

De acuerdo con las fases de aprestamiento, diagnóstico, zonificación ambiental y prospectiva y considerando las dinámicas y características propias de la subcuenca objeto de ordenación, se diseñaron los programas de seguimiento y evaluación

- Análisis de la información (programas, proyectos y actividades), estructura para la planificación e implementación.
- Identificación de datos para el diseño y sistema de procesamiento y recolección, así como el diseño del flujo de la información, análisis, informes y retroalimentación.

3.5 Fase de Ejecución

En el desarrollo de las actividades correspondientes a las acciones de coordinación con los actores principales, dando así los componentes para el plan de ordenamiento y manejo de la cuenca, y de esta manera dar ejecución a las diferentes competencias establecidas en el ordenamiento jurídico en inversión establecida para la implementación de los diferentes programas y proyectos.

3.6 Fase de Seguimiento y Evaluación

La implementación de mecanismos para el seguimiento y evaluación en la fase de formulación, con el fin de dinamizar y retroalimentar, en los procesos establecidos en los programas y proyectos, de esta manera evaluar la eficiencia y efectividad, de forma que se puedan realizar las actividades correctivas en su momento, si es requerido.

4 ALCANCE Y LIMITACIONES

El crecimiento exponencial de la población en el municipio de Nemocón (en el 2005 reporta el DANE fue de 11.303 y en el 2015 con 13.488 habitantes), la falta de planeación para el control en la disminución de la frontera agrícola, el cambio climático y la falta conciencia ambiental por parte de sus habitantes han influenciado, el deterioro de los recursos naturales de la subcuenca río Checua. (PDM, 2016)

Estudios anteriores sobre calidad del agua río Checua han arrojado que existe una alta intervención antrópica sobre esta fuente hídrica, la contaminación de fuente hídrica, la reducción de la diversidad y la pérdida de especies nativas.

El riesgo por deslizamientos en la zona montañosa de la subcuenca, el clima, la deforestación y el uso inadecuado de suelos aumentan el deterioro del ecosistema del área de estudio ocasionando ecosistemas fragmentados. Por esta razón es importante formular una propuesta de manejo ambiental proponiendo el uso racional de los aspectos físicos, bióticos e hidrológicos y reducir la contaminación de la cuenca, conflictos de uso de suelo, agua y mitigar zonas susceptibles a procesos de remoción en masa.

La propuesta de manejo ambiental de la subcuenca río Checua, se encuentra sustentada en los estudios secundarios consultados sobre temas caracterización, diagnóstico y zonificación territorial.

5 MARCO TEÓRICO

En el desarrollo de la propuesta de manejo de la subcuenca del río Checua, se utilizaron mecanismos que permitan la preservación del medio ambiente y las entidades que la regulan a nivel nacional, en el manejo de las cuencas hidrográficas estipulado en el Decreto 1640 del 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo. Decreto por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, de esta forma realizar la elaboración del diagnóstico, prospectiva y formulación siguiendo la metodología establecida por la guía técnica para el ordenamiento de las Cuencas Hidrográficas en Colombia, establecida por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en el 2004.

Donde se establece el conjunto de actividades y medidas, a realizar para obtener una evaluación ambiental, enfocada a prevenir, mitigación y compensar los impactos ambientales, en los cuales se incluyen el plan de seguimiento, monitoreo y de esta forma minimizar los impactos negativos y maximizar los beneficios que los proyectos generen en la parte social y ambiental en nuestra área de influencia. (Correa, 2007)

El ordenamiento territorial, el cual es regulado por la Ley 99 de 1993, donde se establece el Sistema Integral Nacional Ambiental (SINA), para la gestión y planificación ambiental en el territorio Colombiano. Este busca desarrollar las actividades orientadas a la prevención, mitigar, los efectos ambientales pertinentes para el desarrollo del proyecto. El presente está enfocado a desarrollar los procedimientos generales para establecer la zonificación ambiental, en donde se busca la protección, conservación, uso y el manejo sostenible de los recursos renovables naturales. (Minambiente, 2014)

Por esta razón la importancia de la implementación de propuestas de manejo en las cuencas hidrográficas, donde se encuentra reglamentado por el decreto 1729 de 2002, definiendo las áreas de aguas superficiales y/o subterráneas, en donde son vierten las redes naturales con varios causes, de caudal intermitente o continuo, donde confluyen a un cause principal. Por este motivo ordenar la cuenca, es de gran importancia para su uso y manejo, donde se genere un equilibrio entre lo físico – biótico pertenecientes a la cuenca y el recurso hídrico para de esta forma generar un aprovechamiento económico con responsabilidad ambiental, de esta forma poder realizar el análisis de los factores que conforman la cuenca como una unidad natural hidrológica donde se presentan diferentes elementos biofísicos (clima, suelos, geomorfología, vegetación, fauna, etc), en donde se determinaran las condiciones particulares para cada área, obteniendo de esta forma las características de la oferta ambiental en cada unidad. (Minambiente, 2014)

Entre los términos técnicos para la caracterización de la cuenca hidrográfica, en donde se describe el estado, donde encontramos la cartografía básica, la división política-administrativa; por otro lado, las características físicas-bióticas se encuentran la geología, geomorfología, hidrogeología, hidrografía, clima, hidrología, morfometría y pendientes, entre otras.

En el desarrollo de la línea base, obtenemos la información necesaria para poder conocer y entender el área de la propuesta de esta forma realizar la evaluación y el análisis a través de los siguientes componentes biofísicos.

5.1 Caracterización subcuenca río Checua y ubicación

Los municipios que conforman la subcuenca río Checua son Cogua, Cucunubá, Nemocón, Suesca y Tausa, tiene determinantes paisajes y unidades geomorfológicas, las cuales hacen parte de las formaciones de la cordillera Andina y el altiplano Cundí-boyacense. (Figura 2)

La subcuenca río Checua hace parte de la macro cuenca río Neusa, la conforman los municipios de Cogua, Cucunubá, Nemocón, Suesca y Tausa pertenecientes al Departamento de Cundinamarca, limitando al norte con el municipio de Tausa, al oriente con el municipio de Suesca, al Sur con los municipios de Gachancipá - Zipaquirá y Occidente con el municipio de Cogua, y el río Neusa. (PDM, 2016)

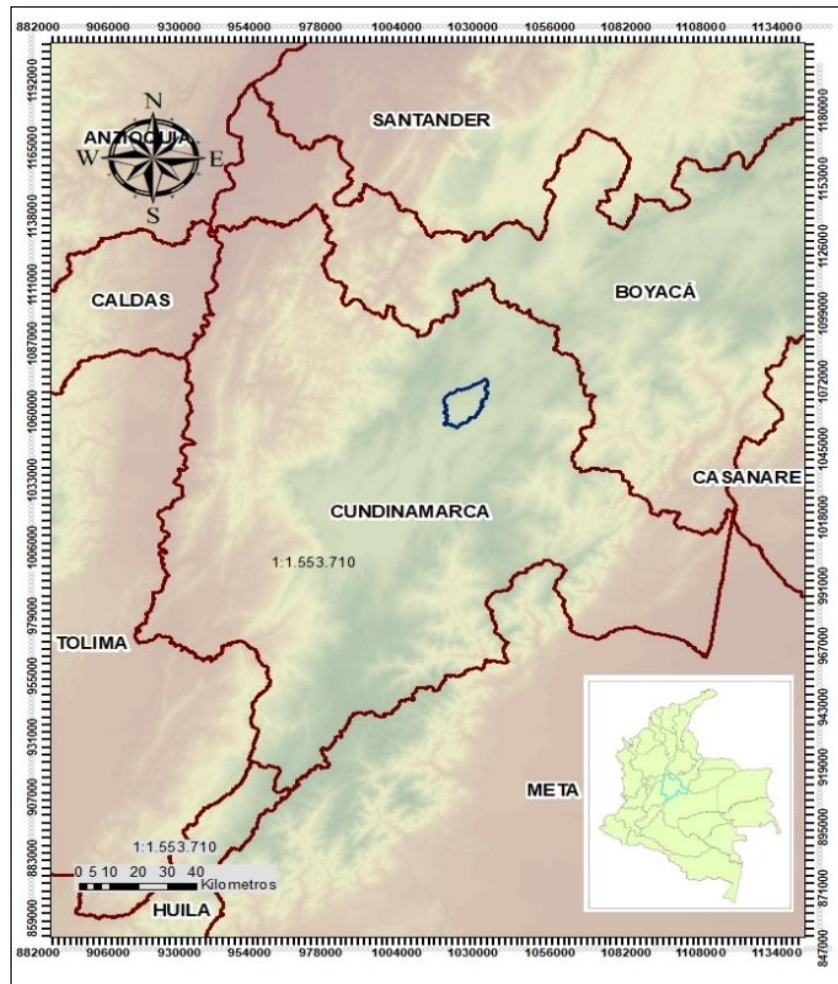


Figura 2. Ubicación zona de estudio (Fuente: Autor)

El río Checua tiene un área de 171,24 km². El presente estudio es de 93.40 km², el cual corresponde a los municipios de Cogua, Cucunubá, Nemocón, Suesca y Tausa (Cundinamarca). (Figura 3)

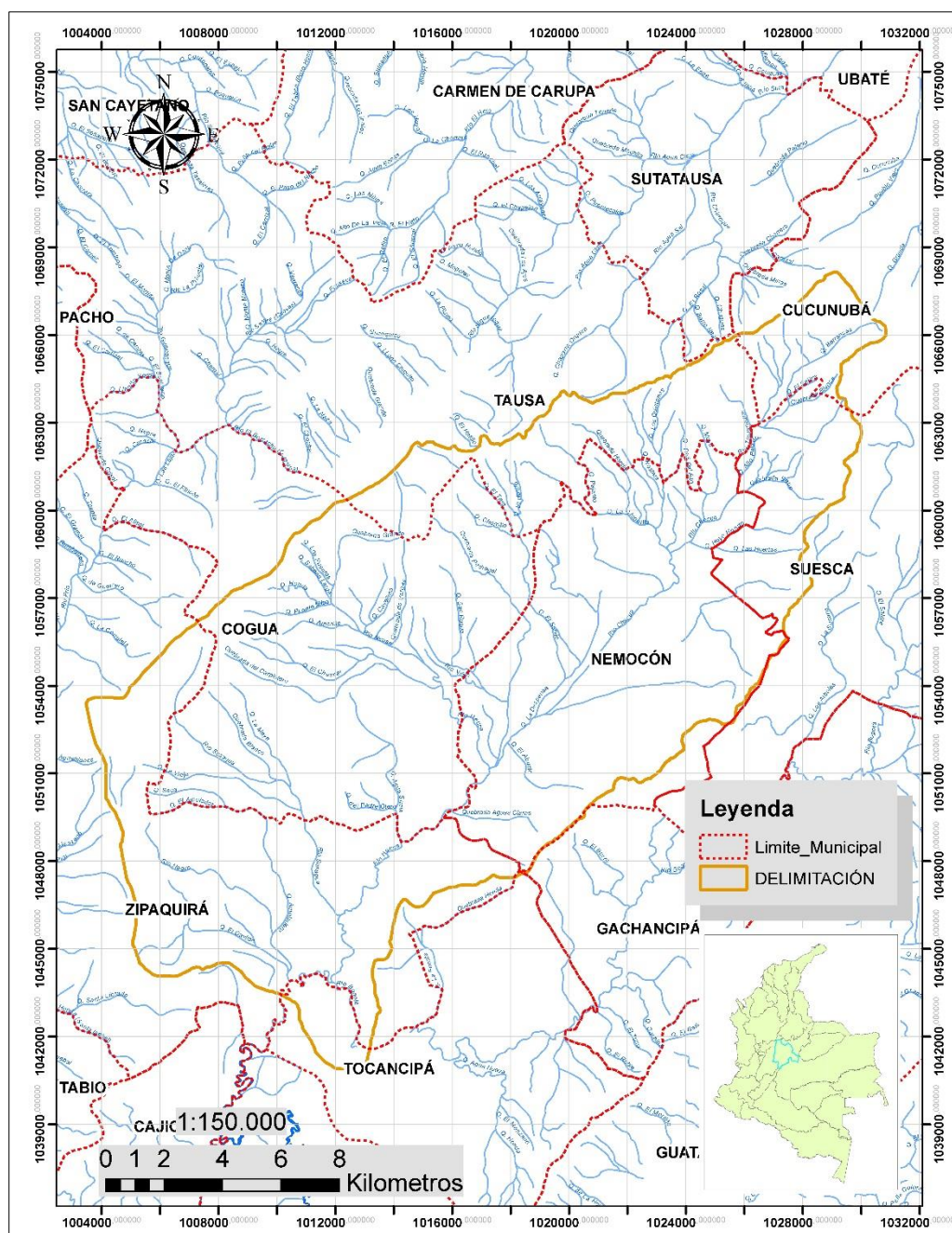


Figura 3. Delimitación subcuenca río Checua (Fuente: Autor)

5.2 Morfometría de la subcuenca

5.2.1

De la información morfométrica de la subcuenca río Checua, obtenemos los parámetros para comparar e interpretar los diferentes fenómenos que se presentan a lo largo de su trayectoria.

La descripción de las medidas que conforman la subcuenca río Checua, son las que modelan el comportamiento y la interacción entre diferentes factores.

5.2.2 Perímetro subcuenca (P)

La subcuenca río Checua presenta el perímetro, el cual tiene una distancia de 84,22 km.

5.2.3 Caída subcuenca (Hc)

La subcuenca río Checua muestra una caída de 855 m, la cual comprende desde la cota más alta a los 3436 msnm a la más baja 2581 msnm en perteneciente a la cuenca alta del río Bogotá.

5.2.4 Longitud subcuenca (Lc1)

La longitud de la subcuenca es de primer orden, correspondiente a la longitud del cauce principal, con una distancia 27,07 km, entre el punto de drenaje aguas abajo y la más distante agua arriba.

5.2.5 Ancho promedio subcuenca (W)

La cuenca del río Checua tiene 20.13 km de ancho máximo, con 14.41 km de ensanchamiento medio, para el caso de estudio es de 6.69 de ancho máximo.

5.2.6 Factor de forma subcuenca (Rf)

La subcuenca río Checua presenta un factor de valor 0,20, indicando que presenta una forma rectangular y alargada ya que su valor se encuentra menor que uno (1) y próximo a cero (0), presentando una mayor amortiguación creciente por su forma alargada.

5.2.7 Coeficiente Compacidad (Kc)

La subcuenca presenta un indicador adimensional de tercer orden, clasificada como Kc3, presentando una forma de oval-oblonga a una rectangular-oblonga.

5.2.8 Índice alargamiento (Ia)

El comportamiento de la forma de la subcuenca río Checua, presenta un índice de 2.10, igualmente indicando una tendencia alargada, este parámetro está relacionado con la longitud axial y el ancho máximo de la subcuenca, de esta forma lograr predecir el movimiento del agua y la erosión.

5.2.9 Curva Hipsométrica

En la presente grafica de presenta la distribución del relieve, la cual evalúa los valores de la altura y el porcentaje de área de acumulación, a partir del plano topográfico. Donde se obtuvieron rangos de altura cada 200 metros de la subcuenca (Figura 4).

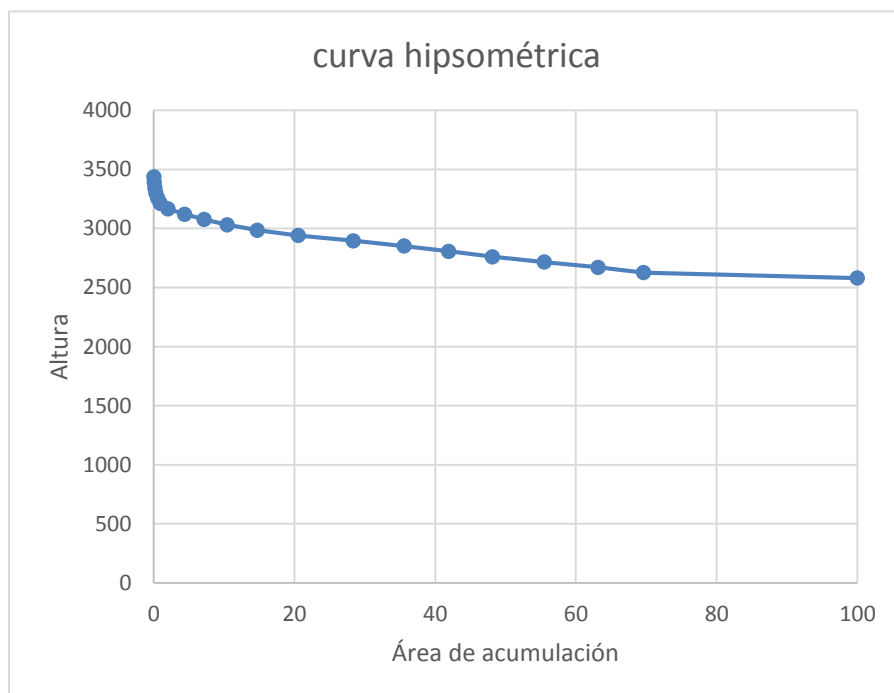


Figura 4. Curva hipsometría subcuenca Río Checua. (Fuente: autor)

Se define como el promedio ponderado de las alturas predominantes en la cuenca hidrográfica, el cálculo expresa la importancia, de zona de montaña, con relación entre la altura, la precipitación y la temperatura, determinando la conducta de la evaporación, escorrentía y la determinación del caudal específico (lt/seg/km²).

Determinando la elevación (media), la cual se generó por el análisis geoestadístico del modelo digital del área de estudio, donde se empleó el método área-elevación, dado que los rangos de altura que se adoptaron fueron de 200 metros, se calcula una elevación (media) para la subcuenca es de 3.436 msnm.

Dado el porcentaje del área entre las curvas de nivel, se generó el histograma de alturas, donde se observa la mayor área entre las cotas de 2500 a 3000 msnm, representando el 89,5% del área total.

5.3 Descripción de aspectos bióticos

5.3.1 Holdridge (Zonas de vida)

Las formaciones vegetales identificadas según Holdridge, presentando (bs-MB) bosque seco montano bajo y el bosque húmedo montano bajo. (Figura 5).

Predominando las coberturas de pastos con un 25% del área total. (Tabla 1)

Tabla 1. Zonas de vida

FORMACIÓN VEGETAL	ALTURA (M.S.N.M)	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (M.M)
(bs-MB) Bosque seco montano bajo	2000-3000	12-24	500-1000
(bh-MB) Bosque húmedo montano bajo	2000-3000	12-18	1000-2000

Nota: Zonas de vida de la formación vegetal. (IGAC, 2013)

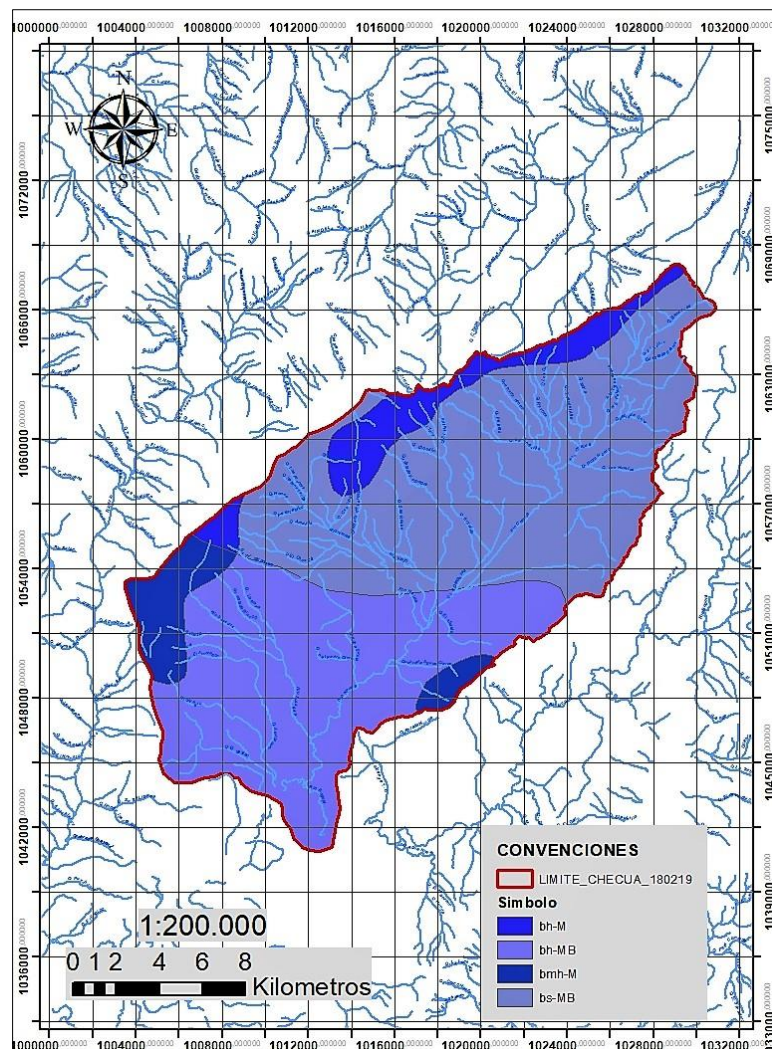


Figura 5. Zonas de vida del área de estudio. (Fuente: autor)

5.3.2 Formación (bs-MB) Bosque Seco Montano Bajo

La vegetación primaria alterada, disminuyendo las áreas de asociaciones de árboles y de cultivos de subsistencia (Figura 6). La vegetación existente se reduce a algunos relictos localizados en el municipio, (800-900 mm) sobre todo en los taludes de caminos, cercas vivas, márgenes de quebradas y a las laderas más altas. Entre las especies vegetales se tienen: alcaparro (*Senna viarum*), aliso (*Alnus acumunata*), arboloco (*Smallanthus pyramidalis*), borracheros (*Brugmoncia* sp.), cedro rosado (*Cedrela montana*) cerezo (*Prunus capulí*), ciro, Chilco (*Baccharis latifolia*), cordocillo (*Piper angustifolim*), cucharo (*Myrsine coriacea*), chusque (*Chusquea scandens*), dividivi (*Tara espinosa*), drago (*Crotón funckianus*), espino (*Duranta mitissi*), espino (*Barnadesia spinosa*), hayuelo (*Dodonea viscosa*), jarilla (*Estevia lucida*), lulo (*Solanum quitoense*), maguey (*Agave americana*), mano de oso (*Oreopnax incisus*), mortiño (*Hesperoimeles goudotiana* sp), nogal (*Junglan neotròpica*), paja rojiza (*Euphorbia orbiculata*), pimienta (*Schinus molle*), raque (*Vallea*

stipularis), retamo (*Spartium junceum*), salvia (*Cardia lanata*), sauce (*Salix humbultiana*), tibar (*Escallonia floribunda*), trompeto (*Bocconia frutescens*), tunos (*Miconia* spp). (IGAC, 2013)



Figura 6. Estructura de un arbusto mano de oso (Oreopanax incisus). (IGAC, 2013)

5.3.3 Formación (bh-MB) Bosque Húmedo Montano Bajo

Se localizan especialmente a orillas de los ríos y caños y en áreas de relieve fuertemente escarpado (Figura 7). Entre las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas se tienen: aliso (*Alnus jorullensis*), arboloco (*Smallanthus pyramidale*), arraya negro (*Myrcianthes rhopaloides*), arrayan blanco (*Myrcianthes leucoxila*), mano de oso (*Oreopanax incisus*), cordocillos (*Piper bogotense*), crotón (*Croton sunckianus*), cucharro (*Geissanthus andinus*), chagualo (*Myrsine guianensis*), chocho (*Lupinus bogotensis*), chusque (*Chusquea scandens*), duraznillo (*Abatia verbascifolia*), encenillo (*Weinmania tomentosa*), espino (*Duranta mutisii*), espuelo (*Berberis rigidifolia*), gaque (*Clusia multiflora*), laurel (*Morella pubescens*), mano de oso (*Oreopanax incisus*), nogal (*Juglan neotropica*), pegamosco (*Befaria resinosa*), raque o san juanito (*Vallea stipularis*), roble (*Quercus humboldtii*), salvia (*Cardia lanata*), trompeto (*Bocconia frutescens*). (IGAC, 2013)



Figura 7. Aspecto de las hojas de chusque (*Chusquea scandens*), (IGAC, 2013)

5.4 Aspectos climatológicos

Las variables climatológicas presentes, se analizaron a nivel regional, para la generación del histograma mensual por un periodo de diez (10) años, la información obtenida de las estaciones agroclimatológicas localizadas en la subcuenca y área de estudio, datos generados por la CAR y IDEAM.

5.4.1 Precipitación

La precipitación media anual en la subcuenca es de 600 a 800 mm/año, con 153 días promedio con precipitaciones. (Figura 8)

La subcuenca río Checua presenta un régimen de lluvias bimodal; presentando dos periodos secos entre enero-febrero y julio-agosto aún más seco, en estos meses los ríos y quebradas presentan una lámina de agua mínima con respecto a la cuenca río Neusa. (Duran santos, 2011)

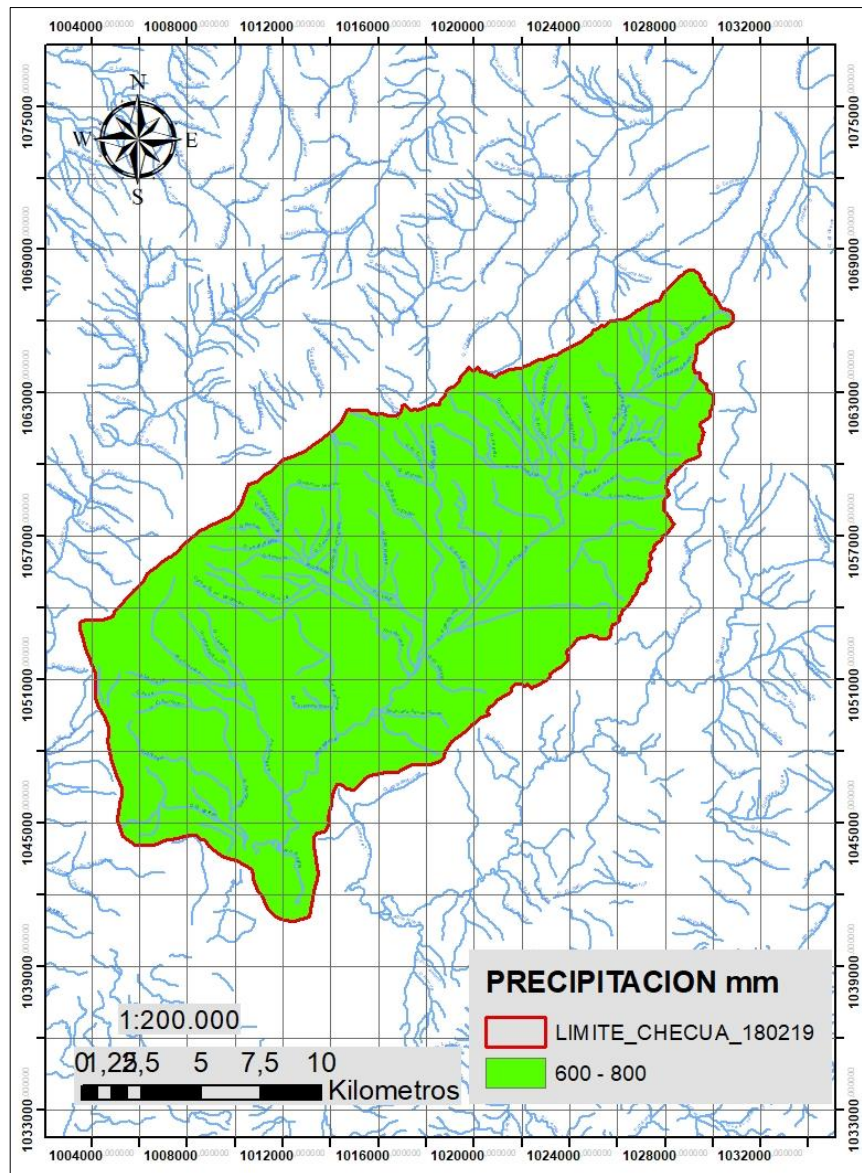


Figura 8. Distribución de la precipitación subcuenca río Checua. (Fuente, autor)

En cuanto a la distribución temporal de las precipitaciones se pueden evidenciar dos (2) periodos marcados, los meses de abril-mayo y octubre-noviembre. La estación 2120540 Checua, ubicada en el municipio de Nemocón presenta precipitaciones medias mensuales de hasta los 87 mm/mes, algo muy inferior a la estación ubicada en Subachoque, relación que se aplica a los demás meses del año. (Figura 9)

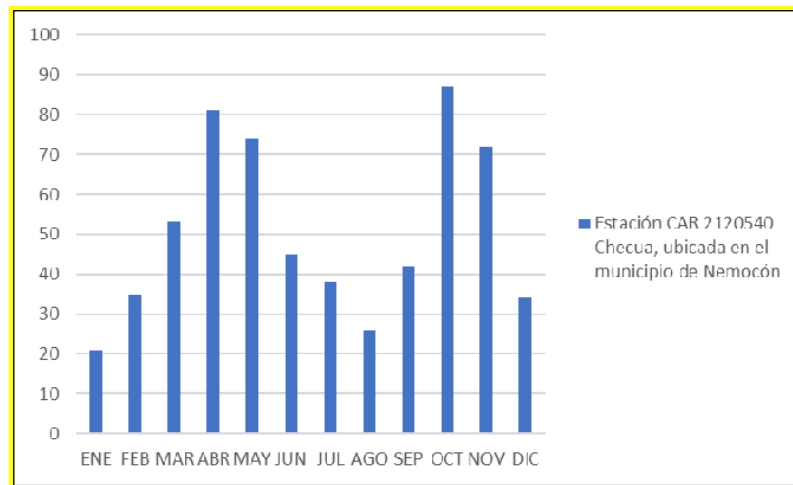


Figura 9. Precipitación pluvial media mensual de estación meteorológica Nemocón. (IGAC, 2013)

5.4.2 Temperatura

La temperatura es uno de los elementos climáticos que más influencia tienen sobre la dinámica ambiental; la variación de la temperatura en la subcuenca, determina la relación existente entre la temperatura, altura y precipitación, y el efecto que presenta sobre la dinámica en los procesos ambientales.

El análisis del DEM a una resolución de 30 m (SRTM), se generaron diferentes procesos de sistemas de información geográfica (SIG), determinando la distribución espacial de la temperatura promedio anuales del aire, correspondientes a las áreas de estudio (Figura 10).

Sobre los 3500 msnm, en cercanías del embalse del Neusa, nacimiento de la cuenca río Neusa y de acuerdo a las temperaturas mensuales alcanzan los 12 - 14°C. (IGAC, 2013)

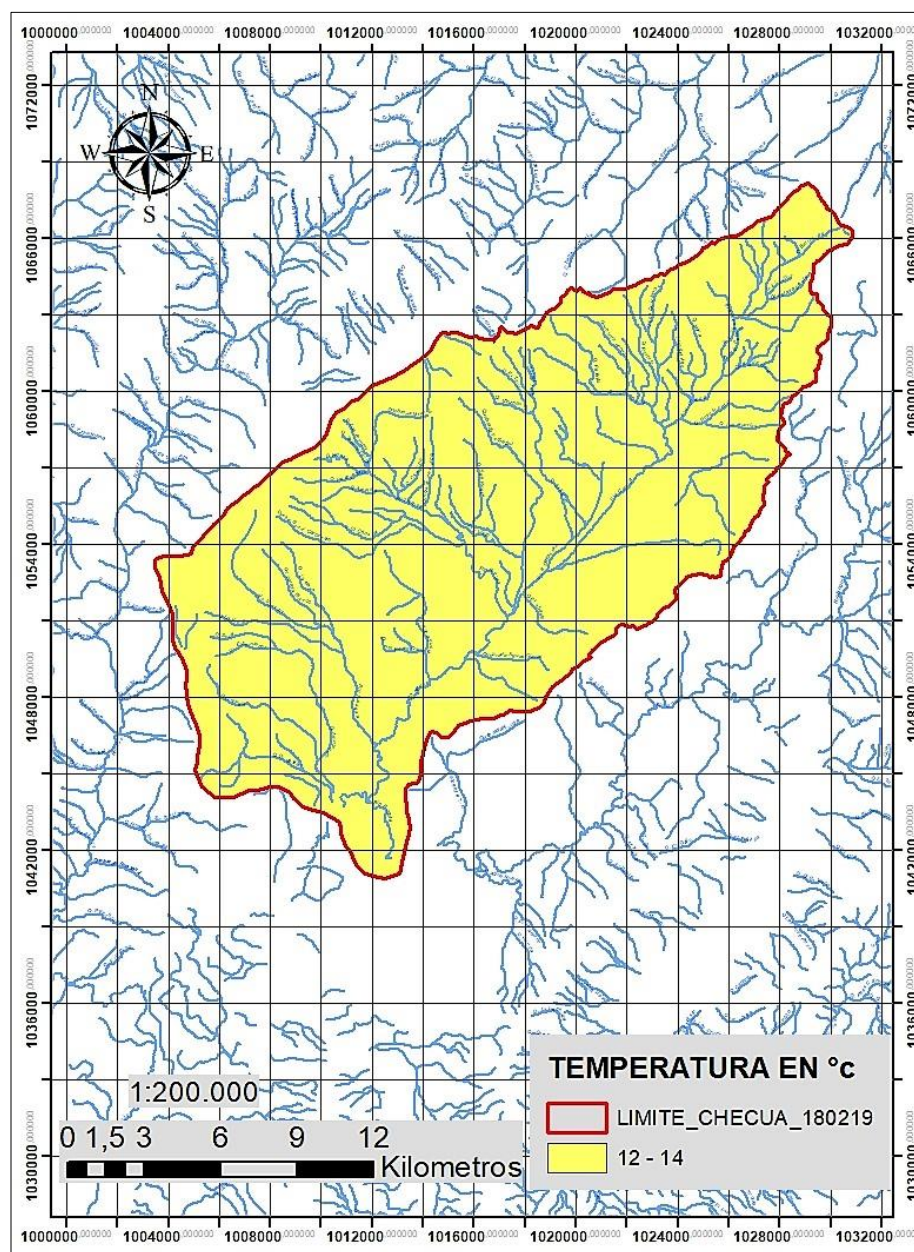


Figura 10. Distribución espacial temperatura media anual del área de estudio. (Fuente, autor)

El mapa de la (figura10) muestra que la temperatura media del aire del área de estudio, la distribución espacial de la temperatura media mensual, la cual es caracterizada en la (Figura 11), a través de la estación anteriormente citada en la precipitación (2120540 Checua), mostrando temperaturas que varían dentro los 12 y 14°C para la estación Checua, presentando picos más cálidos en los meses de febrero - marzo y periodos más fríos en los meses de junio, julio y diciembre.



Figura 11. Temperatura media mensual de estación meteorológica ubicada en el municipio de Nemocón. (IGAC, 2013)

5.4.3 Humedad relativa

Con base en la estación agroclimatológica de Nemocón, presenta 72.31% promedio anual de con un máximo de 75,55%, en noviembre y el 66,84% mínimo promedio. La humedad relativa entendida como la correlación existente entre el volumen de agua que se puede encontrar en un volumen de aire y el volumen que este pudiera contener si este estuviese totalmente saturado, multiplicado por 100, expresado el % de humedad. (IGAC, 2013)

5.4.4 Balance Hídrico

La generación del balance hídrico con respecto a la variación de la temperatura y precipitación, donde se tiene en cuenta la evapotranspiración potencial, donde se representan el déficit o los excesos de agua. El balance hídrico (tabla 2) se realizó con los datos de las estaciones agroclimatológicas presentes en el área de estudio (frio seco). (IGAC, 2013)

5.4.5 Frio-Seco

Para caracterizar la franja climática frio-seco se utilizó la estación meteorológica de la CAR 2120540 Checua (Tabla 2), ubicada en el municipio de Nemocón, que presenta el cociente de Lang (precipitación/temperatura) menor a 60 (catalogado como seco), la altitud de 2580 msnm que lo ubica en el piso térmico frio, precipitación alrededor de 628 mm/año, evapotranspiración potencial de 651 mm/año y la temperatura media anual de 13,4°C. (IGAC, 2013)

Tabla 2. Balance hídrico de la estación CAR 2120540 Checua.

CAPACIDAD DE ALMAC. 190 f.va. a 1,9 Pr 100														
PARAMETRO	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ/X
T ° C		13,10	13,5	14	13,9	13,7	13,2	12,9	13	13,1	13,3	13,5	13,1	
PRECIP. (P)		22,90	35,4	52,1	82	73,9	47,1	39,2	37,6	42,7	87,8	72,9	34,1	627,9
ETP(mm/mes)		53,70	54,5	55,4	55,4	55	53,9	53,4	53,6	53,8	54,2	54,5	53,8	651,3
PER. ALM.		27,70	14,4	2,2	0	0	6,1	12,4	12,8	8,2	0	0	19	
ALAMAC.	170	142,70	128,4	126,2	152,8	171,7	165,6	153,2	140,4	132,2	165,7	184,1	165	
ET		50,60	49,8	54,4	55,4	55	53,2	51,6	50,5	50,9	54,2	54,5	53,1	
DEFICIT		3,20	4,8	1,1	0	0	0,7	1,8	3,1	2,9	0	0	0,6	18,1
EXCESOS		0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R		0,90	0,9	1	1	1	1	1	1	0,9	1	1	1	
P/Tº		47												

Nota: municipio de Nemocón (Cundinamarca) (Coor: 5,07 N y 73,52 W). (IGAC, 2013)

En la (Figura 12) a través de un climograma muestra la distribución temporal de los excesos, durante el año a mediante una relación de la precipitación y la evapotranspiración potencial; presentándose excesos durante parte del mes de marzo, abril, parte de mayo, parte de septiembre, octubre y finalmente parte de noviembre; así mismos periodos con déficit en enero, febrero, junio, julio, agosto y parte de los mes de marzo, mayo, septiembre y diciembre, completando más de 150 días acumulativos de déficit de humedad. Igualmente se pueden observar dos periodos marcados (bimodal).

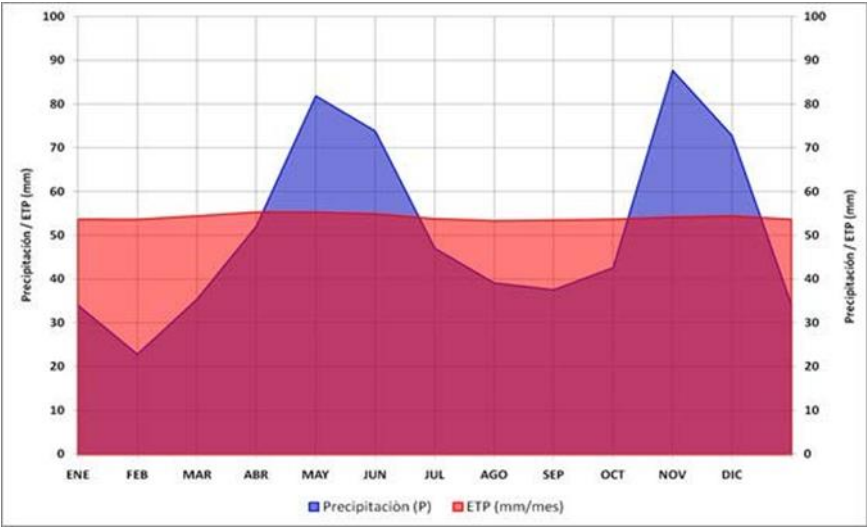


Figura 12. Climograma de la estación CAR 2120540 Checua, Nemocón (Cundinamarca) (IGAC, 2013)

5.4.6 Zonificación climática

Se han utilizado varios índices para describir el clima. La mayoría de estos incluyen razones de la precipitación con la temperatura. Los valores obtenidos mediante esos cálculos se pueden trazar, a su vez, en mapas correlacionados con las características del suelo, aunque no es razonable suponer que exista una correlación completa, debido a los efectos de los otros factores de formación. (IGAC, 2013)

La zonificación climática se hace combinando los criterios de clasificación de pisos térmicos de Caldas y de índice de humedad de Lang, dando como resultado la clasificación o zonificación climática de Caldas-Lang. La clasificación Caldas se hace a partir de la altitud, clasificándola en pisos térmicos como es mostrada en la (Tabla 3).

Tabla 3. Modelo climático de caldas lang.

PISO TÉRMICO	Altitud	Temperatura (°C)
Cálido	0-1000	>24°
Medio	1001-2000	17.5-24°
Frio	2001-3000	12-17. 5°
Paramo bajo	3001-3700	7-12°
Paramo Alto	3701-4200	<7°

Nota: Pisos térmico referencia modelo climático de Caldas Lang. (IGAC, 2013)

En la (Figura 13) se observar el área de estudio se encuentra dentro del pisotérmico frio, presentándose en la franja de los 2600msnm.

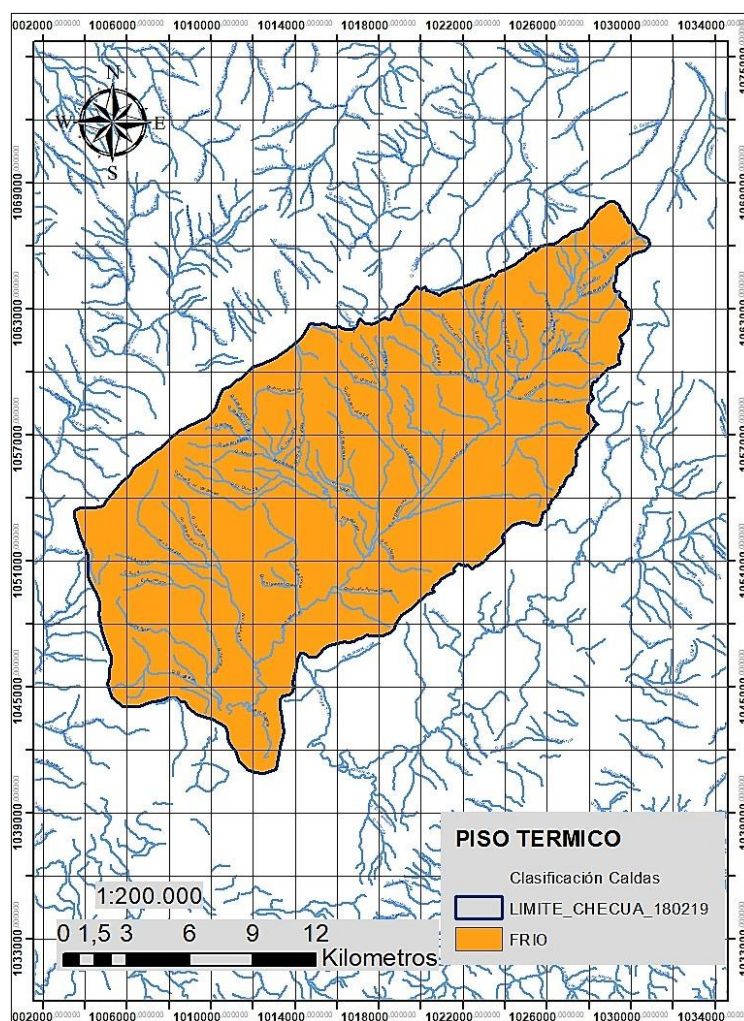


Figura 13. Clasificación por pisos térmicos de Caldas de la zona de estudio. (IGAC, 2013)

Richard Lang (1955), estableció una clasificación climática, basada en el valor obtenido para cada lugar, al dividir la precipitación total anual en milímetros, por la temperatura media anual en grados centígrados. Este cociente se conoce con el nombre de índice de efectividad de la precipitación o factor de lluvia de Lang. De acuerdo con lo anterior, la clasificación Lang y calificación climática modificada por la subdirección de agrología del IGAC de la relación Precipitación y Temperatura (P/T), es como se muestra en la (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación climática en base al cociente de Lang (P/T°).

Índice Caldas-Lang P/T°	Calificación	Calificación IGAC
0-20	Desértico	Árido y Semiárido
20-40	Árido	Muy Seco
40-60	Semiárido	Seco

60-100	Semihúmedo	Húmedo
100-160	Húmedo	Muy Húmedo
>160	Superhúmedo	Pluvial

Nota: índice de clasificación y calificación. (IGAC, 2013)

A través de las herramientas SIG, se determinó el cociente entre los mapas de precipitación y temperatura, generando como resultado el mapa de índice de humedad Lang y clasificado el mapa en provincias de humedad (Figura 14).

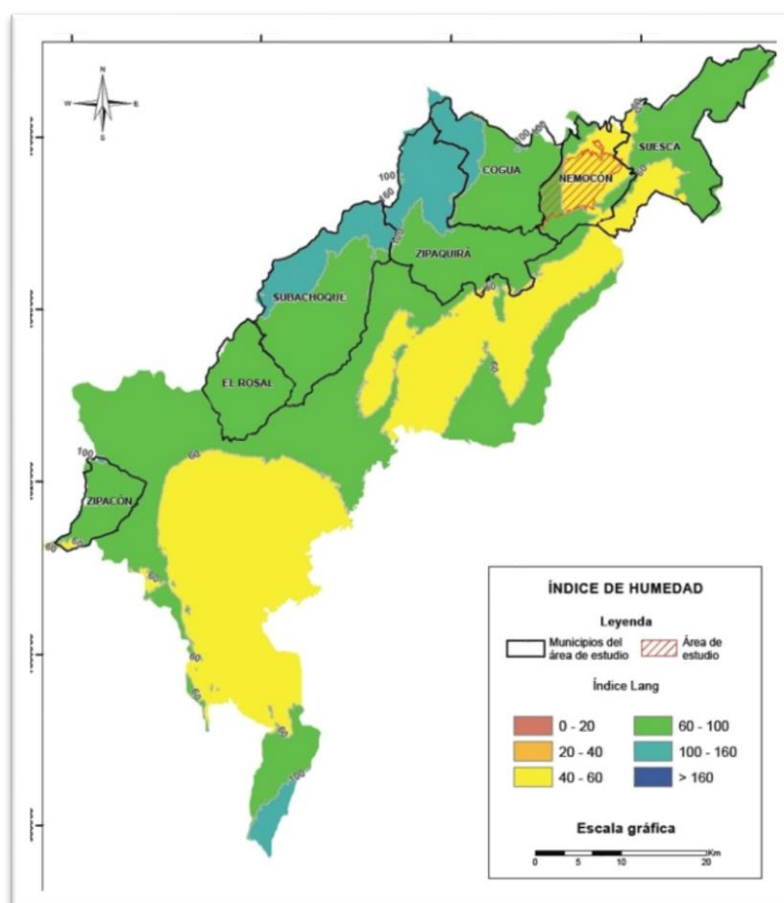


Figura 14. Mapa de provincias de humedad según cociente de Lang. (IGAC, 2013)

5.5 Hidrografía

La subcuenca río Checua, pertenece a la cuenca alta del río Bogotá, donde esta conforma por la microcuenca Quebrada El Sotá. Otras quebradas presentes en la zona son Camacho, El Socaire, Jochonta y Santa Ana, las cuales son de tipo interrumpido (Figura 15).

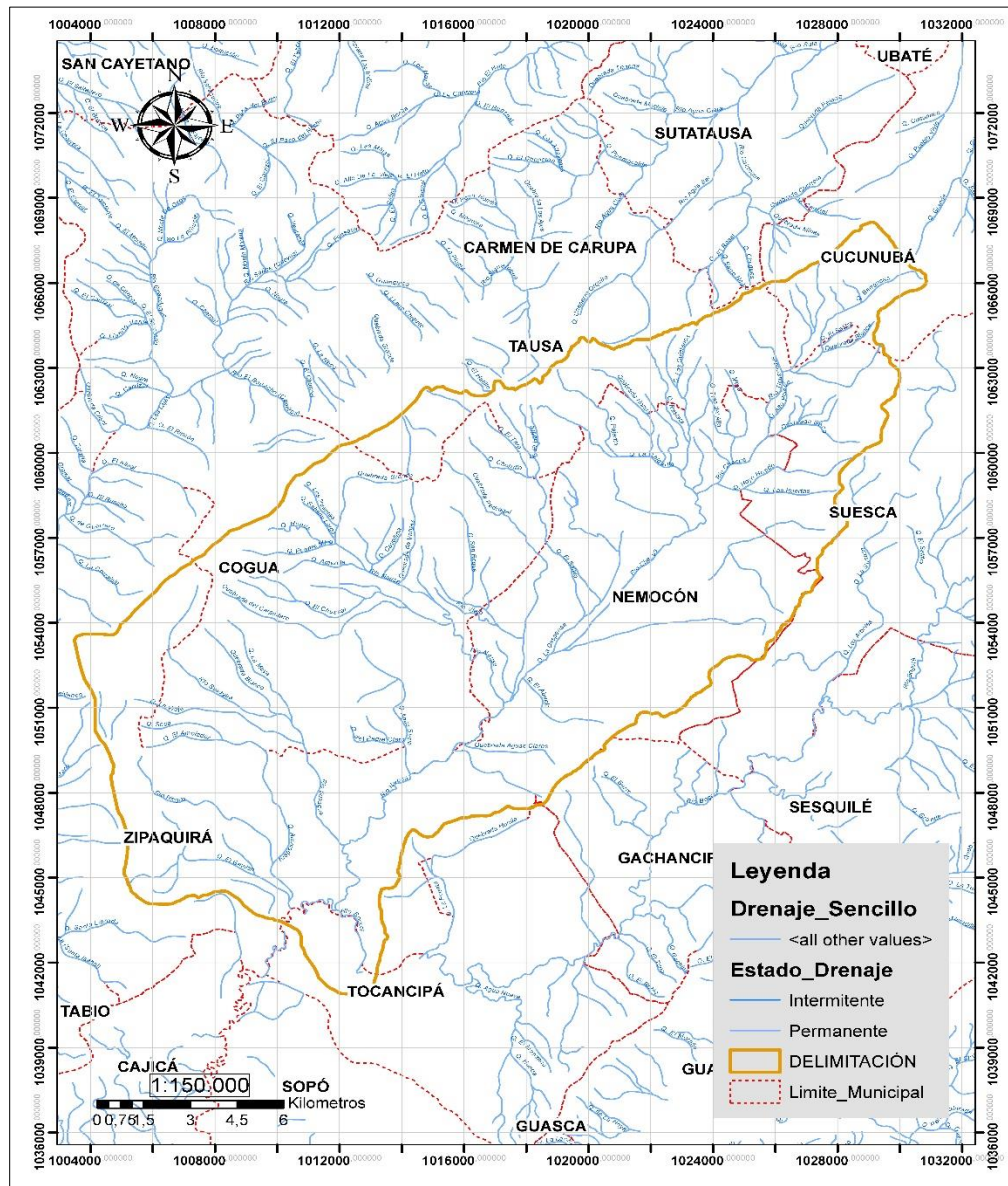


Figura 15. Red de drenaje zona de estudio (Fuente: Autor)

5.5.1 Sistema de drenaje

La subcuenca río Checua, está conformada por un drenaje principal y diferentes atributos, en presencia de cuerpos de agua; la disposición de las ramificaciones y caracterizaciones básicas, considerando su comportamiento hidrológico e hidráulico de la subcuenca.

La clasificación de los cauces de la subcuenca (Tabla 5), presentando un valor dependiendo

el grado de bifurcación. De acuerdo a esta metodología de Horton y su modificación por Strahler, considerando que las corrientes de primer orden, no presentan afluentes, y la confluencia de dos corrientes de primer orden, generan una corriente de segundo orden de esta forma sucesivamente.

Tabla 5. Jerarquización de drenajes en la subcuenca río Checua

Orden	No. Corrientes (Nu)	Longitud (Km)
1	139	100,45
2	128	42,59
3	96	22,34
4	100	13,12
5	15	3,15
TOTAL	478	181,68

Nota: Orden de drenajes según jerarquización. (Fuente: autor)

5.5.2 Geología

El área de estudio que comprende la subcuenca río Checua, se identifica por tener su origen asociado a la acumulación de sedimentos fluviales y lacustres, así como a depósitos con influencia torrencial provenientes de la parte alta del río Neusa. La litológica conformada por afloramientos de rocas, en las formaciones Conejo, Guadalupe y Guaduas, localizadas en los bordes de la subcuenca.

La continuación de la secuencia estratigráfica sigue con la presencia de niveles de areniscas friables de la formación Bogotá, con algunos afloramientos locales de la formación Cacho y depósitos de gravas sin consolidar de la formación Tilatá. La parte baja de la subcuenca río Checua están dominadas por las formaciones sabana (de origen lacustre) y Chía de características depósitos aluviales con grano fino a muy fino. (IGAC, 2013)

5.5.3 Estratigrafía

4.5.3.1 Formación Conejo

La unidad geológica esta sobre la Formación San Rafael y aparece debajo de las formaciones del grupo guadalupe. Esta formación fue subdividida por Etayo (Montoya, 2005) en tres conjuntos: un conjunto inferior de 80 m de espesor, compuesto por shales negros intercalados con limolitas y areniscas de grano fino; el conjunto intermedio, denominado miembro Cucaita, con 170 m de espesor aproximado, que está conformado a su vez por dos segmentos: el segmento inferior es calcáreo arenoso con amonitas y el

segmento superior está constituido por arcillolitas con manifestaciones fosilíferas. En el techo o conjunto superior de la formación Conejo se presentan areniscas y calizas con fósiles. Aflora hacia el occidente de los municipios de Suesca y Zipaquirá, en los anticlinales de Zipaquirá y Nemocón. En el anticlinal de Tabio tiene un espesor de 750 m., presentando una secuencia compuesta por arcillolitas, limolitas, limolitas calcáreas, limolitas silíceas, calizas y areniscas en menor proporción. Su edad ha sido considerada entre Coniaciano - Santoniano, perteneciente al Cretácico Medio.

4.5.3.2. Formación Arenisca Dura

En el área de estudio esta formación da lugar a una morfología abrupta, derivada de su litología compuesta en su mayor parte por areniscas de alta consistencia. Aflora en los anticlinales de Zipaquirá y Nemocón en el norte. En el área de estudio, la unidad se encuentra por debajo de la formación Plaeners y reposa sobre la formación Conejo. Se le ha asignado una edad cretácico superior, específicamente en el piso Campaniano Inferior, aunque algunos autores la ubican entre el Santoniano – Campanian. (Montoya, 2005)

4.5.3.3. Formación Plaeners

Unidad litoestratigráfica perteneciente al grupo Guadalupe, que reposa concordantemente sobre la formación arenisca dura y es suprayacente a la formación arenisca de labor; en su sección tipo tiene un espesor aproximado de 73 m y está compuesta por arcillolitas, liditas, limolitas y areniscas de grano muy fino en menor proporción. Su litología predominantemente arcillosa hace que esta formación presente una morfología suave, que generalmente se expresa como hondonadas en el área de estudio, aflora en las principales estructuras anticlinales, su edad ha sido considerada como cretácico superior, entre los pisos campaniano superior a maastrichtiano temprano. (Montoya, 2005)

4.5.3.4. Formación Arenisca Labor y Tierna

La formación Arenisca labor presenta un espesor aproximado de 177 m y empieza con capas muy gruesas de areniscas intercaladas con capas muy delgadas de arcillolitas; se separa de la Formación Arenisca Tierna por una capa de 19 m de lodolitas y arcillolitas. La formación Arenisca Tierna tiene un espesor de 49 m y presenta, a diferencia de la primera, capas de areniscas de tamaño más grueso. Estas dos formaciones son muy similares en su litología y morfología, y están agrupadas como una sola unidad cartográfica. (Montoya, 2005)

Han sido descritas secciones parciales de estas dos formaciones así: Segmento A, correspondiente a la Formación Arenisca Labor, inicia en su base con 10 m de areniscas de grano muy fino, en capas delgadas y muy delgadas, 6 m de limolitas y limolitas arenosas

en capas delgadas planas, paralelas y continuas, y un intervalo de areniscas limosas en capas.

4.5.3.5. Formación Arenisca Labor y Tierna

La formación Arenisca Labor presenta un espesor aproximado de 177 m y empieza con capas muy gruesas de areniscas intercaladas con capas muy delgadas de arcillolitas; se separa de la formación Arenisca Tierna por una capa de 19 m de lodolitas y arcillolitas. La formación Arenisca Tierna tiene un espesor de 49 m y presenta, a diferencia de la primera, capas de areniscas de tamaño más grueso. Estas dos formaciones son muy similares en su litología y morfología, y están agrupadas como una sola unidad cartográfica. (Montoya, 2005)

Han sido descritas secciones parciales de estas dos formaciones así: Segmento A, correspondiente a la formación Arenisca Labor, inicia en su base con 10 m de areniscas de grano muy fino, en capas delgadas y muy delgadas, 6 m de limolitas y limolitas arenosas en capas delgadas planas, paralelas y continuas, y un intervalo de areniscas limosas en capas planas, paralelas y continuas, con intercalaciones de arcillolitas; en la parte superior hay 46 m de areniscas cuarzosas, blancas, de grano muy fino, alternadas cíclicamente en capas gruesas y delgadas. El segmento B, correspondiente a la Formación Arenisca Tierna, comienza con capas gruesas de areniscas de grano fino y muy fino, con laminación ondulosa y separado hacia arriba por capas delgadas y muy delgadas de arcillolitas con intervalos de limolitas y areniscas de laminación lenticular. En los 49 m de la parte superior, se encuentran areniscas blancas, de grano fino a muy fino, friables o macizas en capas gruesas y bancos, tabulares y levemente ondulados, en algunos intervalos las capas son medias, con lentes de arenisca de grano fino o de limolitas. (Montoya, 2005)

Los afloramientos en la zona de estudio son recurrentes en el Anticlinal de Bogotá principalmente, así como en afloramientos masivos en los anticlinales de Zipaquirá, Suesca y Nemocón (Figura 16). Hacia el occidente de la Sabana de Bogotá se presentan afloramientos recurrentes, principalmente en el Anticlinal de Tabio. Su posición estratigráfica está definida desde el techo de la Formación Plaeners, hasta la base de la Formación Guaduas. La edad de la formación ha sido considerada como Cretácico Superior, en el piso Maastrichtiano Inferior. (IGAC, 2013)



Figura 16. Afloramientos de la Formación Labor y Tierna cercanos al municipio de Suesca (Cundinamarca). Estas rocas están afectadas tectónicamente por la Falla de Suesca. (IGAC, 2013)

4.5.3.6. Formación Guaduas

La Formación Guaduas aflora en fajas irregularmente distribuidas en la Sabana de Bogotá, desde el norte en los municipios de Lenguazaque, Suesca y Cogua, hasta el sur, en los municipios de Silvania y Cabrera; en la zona de estudio aflora en las partes altas de los anticlinales de Zipaquirá y Nemocón en el norte, hacia el sector de La Pradera en la Cuenca del río Subachoque. Se compone en general de arcillolitas laminares de color gris claro, con intercalaciones de limolitas y areniscas de grano fino, además de la presencia de algunos lentes de carbón. (IGAC, 2000)

EL contacto en su parte inferior se manifiesta con la Formación Arenisca Labor-Tierna y en la parte superior con la formación Cacho. La edad de la formación Guaduas ha sido considerada como Maastrichtiano Superior - Paleoceno Inferior. (Montoya, 2005)

4.5.3.7. Formación Cacho

Denominación dada por (JULIVERT, 1963), al conjunto de areniscas que está presente entre los niveles superiores del Grupo Guadalupe y la Formación Bogotá. Está conformado por capas gruesas de areniscas conglomeráticas de color amarillo hasta ocre o rosado, con algunos bancos de arcillas abigarradas. Aflora a lo largo de los sinclinales de Suesca, Zipaquirá y Subachoque, en fajas discontinuas dispuestas en dirección suroriente. Su contacto inferior con la Formación Bogotá y el límite superior se ha determinado con la Formación Guaduas; su edad ha sido considerada como Paleoceno Superior.

4.5.3.8. Formación Bogotá

Aflora en los núcleos de los sinclinales de Checua y Subachoque, principalmente hacia el noroccidente del río Subachoque. Está conformada por seis segmentos, en los cuales afloran capas superpuestas de arcillolitas intercaladas con areniscas friables, que presentan estructuras internas como estratificación cruzada y laminación inclinada. Las arcillolitas presentan colores que varían de violeta a gris y en algunas capas se observan concreciones (Hoorn, 1988). La edad de esta formación ha sido considerada como Paleoceno Superior a Eoceno Inferior.

4.5.3.9. Formación Tilatá

Para (VAN DER HAMMEN, T. y HELMENS, K., 1995), la Formación Tilatá está subdividida en los miembros Tequendama, Tibagotá o Tilatá Inferior y Guasca o Tilatá Superior. De acuerdo (Montoya, 2005), la Formación Tilatá corresponde a los sedimentos aflorantes en el Sinclinal de Subachoque que están recubriendo las rocas de la Formación Bogotá, los cuales están asociados a la existencia de abanicos y planicies aluviales antiguas muy disectadas, con locales evidencias de deformación por tectonismo reciente. Litológicamente corresponden a secuencias de conglomerados con intercalaciones de arenas de grano fino a muy fino; los conglomerados están constituidos por clastos de tamaño de grava, guijo y guijarro, entre los cuales predominan los fragmentos de areniscas y liditas en el tamaño grava. En los conglomerados localmente se pueden apreciar lentes de arcillas.

4.5.3.10. Formación Sabana

Está compuesta por los depósitos de origen lacustre que configuran la parte plana de la Sabana de Bogotá. Está constituida principalmente por arcillas con tonalidades grises, aunque hacia las márgenes de la cuenca hay presencia de arcillas orgánicas, arenas arcillosas y turba lignítica. Este depósito es el resultado de la acumulación de sedimentos en un antiguo lago que dejó depósitos de planicies y de deltas lacustrinos extensos, en la forma de niveles de sedimentación con aspecto de terraza, con aspecto ondulado y suavemente inclinados. El límite altitudinal de la Formación Sabana está ubicado a 2.600 m; la parte central de la Sabana está a 2.550 m; su superficie está disectada por el río Bogotá y sus afluentes. (VAN DER HAMMEN, T. y HELMENS, K., 1995)

La profundidad aproximada del depósito es de 320 m (pozo Funza II), el cual está constituido por arcillas grises principalmente; en la parte media se encuentran intercalaciones locales de capas de arena fina y niveles delgados de arena y turba, que se incrementan corriente arriba de los ríos Bogotá, Subachoque y Siecha. En la parte superior de la unidad se presentan mantos de cenizas volcánicas de variado espesor (VAN DER HAMMEN, T. y HELMENS, K., 1995). Suprayace a las formaciones Subachoque y Tunjuelito, y su edad se ha considerado entre el Pleistoceno Medio y Superior.

Está compuesta por sedimentos aluviales de grano fino que se encuentran a lo largo de los drenajes de la red fluvial que cruza la Sabana de Bogotá, generalmente se ubicada debajo de los planos de inundación de estos ríos. En las zonas en donde los ríos Subachoque, Frío y Siecha confluyen al río Bogotá, esta formación se encuentra recubriendo a las formaciones Río Tunjuelito y Sabana. Se compone principalmente de arcillas, en algunas partes hay presencia de limos y en áreas fangosas se observan arcillas diatomíticas. Tiene un espesor máximo de 5 m. Estos depósitos conforman terrazas aluviales en los sectores donde por el cambio del nivel de base del río Bogotá han quedado expuestas, presentando una superficie plana, de pendiente suave, en la cual se han entallado los ríos menores que surcan la sabana. (VAN DER HAMMEN, T. y HELMENS, K., 1995)

Esta formación se encuentra en el plano de inundación del río Bogotá en los municipios de Zipaquirá y Suesca, así como en la parte baja de los valles geográficos de los ríos Neusa y Subachoque; está compuesta por varios metros de arcillas moteadas de colores gris y naranja. En las regiones más áridas de la Sabana de Bogotá, se encuentra en esta formación varias secuencias de limos de relativo espesor, atribuidas a fenómenos erosivos en las laderas adyacentes, permitieron que, durante los últimos miles de años, se incrementará la deposición de limos en los bordes de la sabana.

Las arcillas de la Formación Chía se han considerado como de edad Holocénica. Es suprayacente a las Formaciones Río Tunjuelito y Sabana. (Montoya, 2005)

5.5.4 Geología estructural

En la zona norte, comprendida por los municipios de Zipaquirá, Cogua, Nemocón y Suesca, el estilo estructural está definido por la presencia de fallas de cabalgamiento con vergencia hacia el oriente y de fallas menores, que conforman retrocabalgamientos con vergencia hacia el occidente. Esta configuración genera los sinclinales de Suesca y Checua. Es importante resaltar que, adicionalmente a las estructuras geológicas mencionadas, existen estructuras de diapirismo de sal localizadas en el centro de los anticlinales de Nemocón y Zipaquirá, caracterizadas por la presencia de bloques de rocas de diferentes unidades delimitados por líneas de falla de poca extensión. (Montoya, 2005)

Los principales rasgos estructurales que explican la configuración estructural de la zona de estudio se refieren a continuación.

4.5.4.1. Anticlinal de Suesca

Está localizado hacia el norte del municipio de Suesca; es una estructura asimétrica con el flanco oriental menos inclinado que el occidental, delimitada hacia el occidente por la falla de Suesca y hacia el oriente por una falla normal que delimita el Sinclinal de Sesquilé. El núcleo de esta estructura lo componen rocas de la Formación Labor y Tierna y hacia el

oriente aflora la Formación Guaduas.

El límite sur que colinda con el área de estudio tiene un cierre estructural abrupto, el cual hacia el occidente continúa cubierto por depósitos cuaternarios. (Montoya, 2005)

4.5.4.2. Anticlinal de Nemocón

Denominada por McLaughlin & Arce (1975), esta estructura se extiende entre la zona de Tibitó y el municipio de Suesca, con rumbo que varía entre N20-60°E. Está delimitado hacia el oriente por la Falla de Nemocón. Este anticlinal se encuentra afectado por diapiros de sal y fallas regionales, por lo que se divide en tres tramos. (Montoya, 2005)

El primer tramo, localizado entre Tibitó y Nemocón, presenta un anticlinal asimétrico delimitado hacia el sur por un cierre estructural y hacia el norte por un evento diapírico a la altura del municipio de Nemocón. En el núcleo de este tramo afloran las formaciones Arenisca Dura y Conejo, y en los flancos afloran las formaciones Plaeners y Labor – Tierna. El segundo tramo, localizado entre los municipios de Nemocón y Suesca, se caracteriza por ser un anticlinal volcado, con el flanco occidental más amplio que el oriental. Hacia el occidente afloran las formaciones Arenisca Dura, Plaeners, Labor – Tierna, Guaduas y Cacho; mientras que hacia el flanco oriental aflora la Formación Arenisca Dura.

El tramo norte, ubicado entre la Falla de Cucunubá y cerrado estructuralmente en el extremo norte por la Falla de Nemocón, es un anticlinal volcado hacia el oriente sobre el cual afloran las formaciones Conejo, Arenisca Dura y Plaeners, mientras que el flanco occidental es suave, con afloramientos de la Formación Labor – Tierna. (Montoya, 2005)

4.5.4.3. Sinclinal de Checua

Esta estructura está localizada entre las localidades de Zipaquirá y Lenguaque, mostrando plegamientos menores hacia el sur y una cobertura de depósitos cuaternarios en los municipios de Zipaquirá y Nemocón. Es una estructura asimétrica con el flanco oriental más inclinado por efecto de la falla de Cucunubá; hacia el norte de Nemocón, el sinclinal es invertido con vergencia hacia el occidente. El núcleo de este sinclinal está conformado por rocas de la Formación Bogotá y en los flancos afloran rocas de las formaciones Cacho y Guaduas. (Montoya, 2005)

4.5.4.4. Falla de Nemocón

Esta falla está localizada hacia el flanco oriental del anticlinal del mismo nombre, y se extiende desde el área fallada de Nemocón hacia el norte, sobrepasando la Laguna de Suesca. Presenta un rumbo variable entre N20-60°E y una vergencia hacia el oriente. Entre Nemocón y Suesca, la falla pone en contacto rocas de la Formación Conejo con las de las

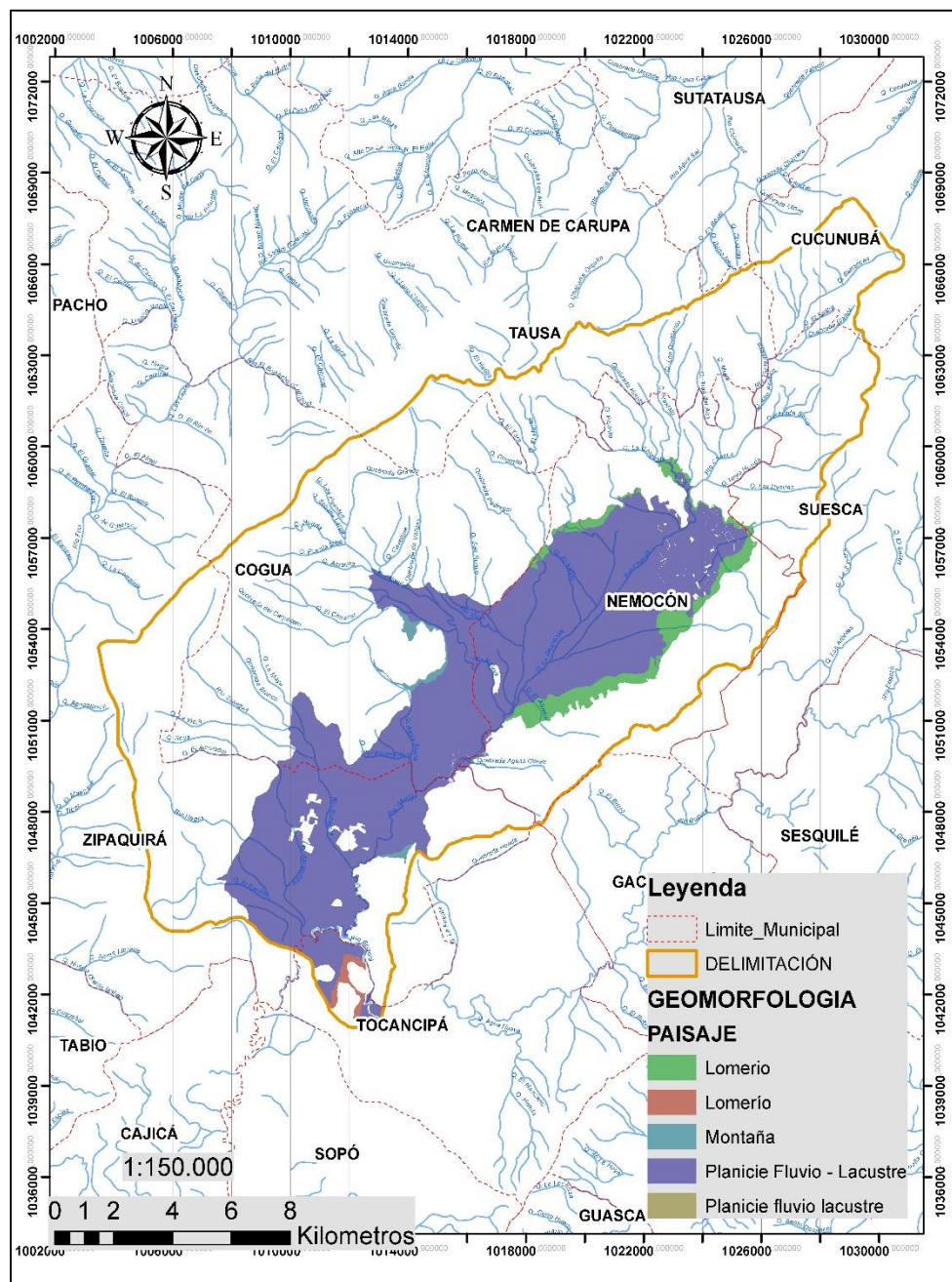
formaciones Guaduas y Cacho, con una geometría típica de falla de cabalgamiento. (Montoya, 2005)

A partir del gran número de estudios realizados en la Sabana de Bogotá a diferentes escalas (VAN DER HAMMEN, T. y HELMENS, K., 1995), sobre su configuración geomorfológica, se pueden establecer 4 aspectos fundamentales en la conformación geomorfológica de la Sabana de Bogotá, a partir de los cuales, se definieron los paisajes morfogenéticos que más adelante se explicarán. Estos aspectos interrelacionados configuraron geomorfológicamente el área de estudio, pero para su comprensión se explican de manera individual; los aspectos en mención son: la conformación a partir de la actividad tectónica, la sedimentación de origen fluvio - glaciar, la depositación de origen fluvial y lacustre, y la influencia de la ceniza volcánica proveniente de eventos eruptivos de la Cordillera Central.

5.5.5 Unidades geomorfológicas

La determinación de las unidades geomorfológicas, establecidas para el área de influencia del estudio detallado, se toma como referencia la jerarquización propuesta por Alfred Zinck en 1987. Obteniendo un nivel detallado hasta la forma de terreno, donde se tiene en cuenta las variables del perfil topográfico, la posición relativa, la configuración morfológica y la pendiente, estos datos expresados en rangos de porcentaje y longitud.

La subcuenca río Checua está conformada por paisajes tipo planicie lacustre, valles aluviales recientes los principales son los ríos Bogotá, Subachoque y Neusa, secundarios en menor extensión las afluentes de los ríos Checua y Susagüa. En las áreas continuas a la planicie fluvio-lacustre se localizan depósitos de tipo coluvial y coluvio-aluvial de origen denudacional en las montañas que rodean la planicie (Figura 17).



Principales características geomorfológicas en la (Tabla 6).

Tabla 6. Unidades geomorfológicas tipo paisaje, relieve y forma de terreno para subcuenca río Checua.

PAISAJE	ATRIBUTOS DEL PAISAJE	AMBIENTES	RELIEVE	TERRENO	SIMB GEOM	TOTAL
Montaña	Coluvio-aluvial	Depositacional	Glacis de Acumulación	Parte proximal	MAP	182,4
			Glacis Coluvial	Parte distal	MAD	354,1
				Parte medial	MAD	22,7
					MAM	6,4
					MAP	8,2
					MKZc	17,3
					MKZd	34,1
					USN	25,6
Planicie fluvio lacustre		Aluviones finos	Plano de inundación	Cubeta de desborde	VPC	85,4
			Vallecito	Vega	UVV	224,3
		Aluviones medios sobre cantos rodados gruesos	Plano de inundación	Napa de explayamiento	UPE	40,5
		Cenizas volcánicas	Terraza nivel medio	Plano	UMN	109,4
		Sedimentos aluviales medios	Plano de inundación	Napa de explayamiento	UPE	749,9
		Sedimentos aluviales muy finos	Plano de inundación	Cubeta de desborde	UPC	96,2
		Sedimentos fluviales medios	Terraza nivel superior	Plano depresional	USW	61,2
		Sedimentos lacustres finos	Terraza nivel medio	Plano	UMN	135,3
			Terraza nivel superior	Plano	USN	462,6
		Sedimentos lacustres medios	Terraza nivel medio	Talud	UMX	97,3
			Terraza nivel superior	Plano	USN	470,0
		Sedimentos lacustres muy finos	Terraza nivel medio	Plano depresional	UMN	1235,6
					UMW	236,8
					USN	630,0
					VTN	4,0
			Terraza nivel superior	Plano	USN	109,1
Total, general						5398,4

Nota: atributos del paisaje según geomorfología. (IGAC, 2013)

5.5.6 Paisaje de montaña

El paisaje de montaña corresponde a elevaciones topográficas las cuales conforman la cordillera Oriental, de tipo estructural, presentando características de plegamientos, los

cuales conforman la planicie fluvio-lacustre. Los procesos erosionales y denudacionales son presentes en zonas de movimientos gravitatorios, generando depósitos coluvial y coluvio-aluvial hacia las zonas planas. (IGAC, 2013)

4.5.6.1. Glacis de acumulación (MA)

Las formaciones al pie de las laderas, que tienen su origen en la acumulación de aportes laterales, principalmente por gravedad, y en menor proporción por materiales de origen coluvio-aluvial asociados con los drenajes locales de las laderas. En general están compuestos por material heterométrico (bloques, piedras) principalmente de arcillolitas. Cuando la unidad está próxima a vallecitos coluvio-aluviales hay presencia de arenas y material pedregoso. Donde la pendiente es moderadamente inclinada se presentan terracetas; en los glacis de acumulación se encuentran zurales que están asociados a la presencia de arcillas, al sistema radicular de la vegetación (pasto) y hundimiento por el pisoteo del ganado.

En el sector de Zipaquirá, el glacis de acumulación está caracterizado por su corta extensión y la pendiente de forma convexo-cóncava; la zona en mención está en contacto con la terraza fluvio-lacustre y por la vía al Embalse del Neusa en el sector de La Unión, está en contacto con la terraza aluvial del río Neusa. (IGAC, 2013)

La pendiente varia de ligeramente plana a fuertemente inclinada (1 - 25%), puede ser de tendencia corta en algunos sectores y alargada en otros, su forma puede ser convexo-cóncava a cóncava. Se clasifica en:

- Parte proximal, con pendiente moderadamente inclinada (7 - 12%), compuesta por material de mayor tamaño como fragmentos de roca sub-angulosa tipo bloques y pedregón: **MAP**
- Parte medial, con pendiente ligeramente inclinada (3 - 7%), con material tipo gravilla y piedra y arena. **MAM**
- Parte distal, con pendiente ligeramente plana y ligeramente inclinada (1 - 5%), compuesto por material arenoso y arcilloso: **MAD**



Figura 18. Tipos de relieve en el paisaje de Montaña. Municipio de Zipaquirá. (1) Lomas y colinas, (2) Glacis de acumulación: 2a, sector proximal; 2b, sector medial; 2c, sector distal. (IGAC, 2013)

4.7.2.1. Paisajes depositacionales con atributo fluvio - lacustre

Este tipo de paisaje es el más extenso de la zona de estudio, ya que proviene del proceso de sedimentación de la laguna que ocupó la depresión tectónica sobre la que se encuentra la Sabana, y del drenaje proveniente de la montaña que encierra la Sabana y que estuvo afectada por las glaciaciones durante el Cuaternario. La sedimentación y colmatación de la laguna se realizó en varias etapas, con evidencias de la influencia tectónica. Los sedimentos típicos que se encuentran en este paisaje son predominantemente arcillas lacustres, correspondiendo con la sedimentación del último estadio lacustre del área, aunque en los bordes de la cuenca sedimentaria hay intercalaciones de arcillas orgánicas, limos, arenas, gravas y gravillas, estas últimas de origen fluvio-glaciar. (VAN DER HAMMEN, 2003).

4.7.2.2. Planicie fluvio – glaciar

La última glaciación ocurrida desde hace 116.000 años aproximadamente, tuvo influencia en algunos modelados actuales, aunque en la parte plana de la Sabana no se encuentran modelados que correspondan propiamente a las áreas glaciares. En este sentido, se emplea el término fluvio-glaciar para hacer referencia a los depósitos que en su composición presentan fragmentos retrabajados en las zonas de influencia glaciar y que posteriormente fueron transportados a la parte baja de la subcuenca por los cauces. La formación de estos depósitos la torrencialidad es un proceso fundamental, precisamente por lo que implica el incremento del caudal en el drenaje principal.

Los depósitos fluvio-glaciares se encuentran actualmente en posición de terraza, con diferentes grados de disección. Por su posición intermedia entre la zona montañosa y la parte plana, su depositación en general asemeja una forma en cono, localizado al pie de la ladera y con forma alargada a medida que se avanza hacia la zona fluvio-lacustre.

Para la zona estudio de acuerdo con (HELMENS, K, 1995), se encuentran dos niveles de terraza fluvio-glaciar, lo que permite suponer un nivel más antiguo caracterizado por presentar mayor disección, que correspondería a la penúltima glaciación y que no alcanzó a ser cubierto por los depósitos de la última glaciación. Lo anterior se apoya en las estimaciones que indican un descenso altitudinal de la masa glaciar durante la última glaciación hasta los 3500- 3800 m.s.n.m., mientras que el límite inferior de la zona glaciar durante la penúltima glaciación era aproximadamente los 2800-3000 m.s.n.m (VAN DER HAMMEN, T. y HELMENS, K., 1995). De acuerdo con esto y complementado con lo propuesto por (VAN DER HAMMEN, 2003), las zonas de Zipaquirá, Cogua y Nemocón pueden presentar materiales de origen fluvio-glaciar en contacto con la planicie fluvio-lacustre.

4.7.2.3. Terraza nivel superior (UG)

Corresponde a depósitos de material que ha sido transportado por el drenaje desde las zonas glaciares y que actualmente se encuentra en posición de terraza por la influencia tectónica. La unidad está compuesta por material subredondeado a redondeado y su tamaño varía de cantos a gravas, gravilla y arena. Por la influencia de la ceniza volcánica y la disección del drenaje presenta superficies onduladas y alargadas, formando un plano-inclinado de tendencia convexo-cóncava, con pendientes que superan el 3%.

Como procesos morfogenéticos se evidenciaron movimientos en masa por solifluxión y terracetas por el pisoteo del ganado en los taludes; en el tope de la terraza se presenta el escurrimiento superficial difuso y escurrimiento subsuperficial que origina pequeñas depresiones. (IGAC, 2013)

Las formas del terreno identificadas para esta unidad son: plano (UGN) con pendientes entre el 0 y el 7%, de forma plano-convexa y alargada, dentro de esta forma se tienen los bajos (UGW) con pendientes entre el 0 y el 2%, por último, se tiene el talud (UGX) que limita la terraza fluvio-glaciar con la terraza fluvio-lacustre, presenta una topografía alargada, anormal y rectilínea con pendientes entre el 3 y el 12%. (Figura 19)



Figura 19. Disección de la terraza fluvio-glacial causada por la Quebrada Molino, en el centro de la foto se observa el vallecito coluvio-aluvial, donde se han establecido cultivos. Sector Santa Rita, municipio de Subachoque. (IGAC, 2013)

4.7.2.4. Planicie fluvio - lacustre

La planicie fluvio - lacustre se presenta debido a la sedimentación de los sistemas lagunares del Altiplano Cundiboyacense, el cual concluyó hacia el comienzo del Holoceno, hace aproximadamente 10.000 años (VAN DER HAMMEN, 2003). Presentándose gradualmente, en varios niveles de depositación, para la conformación de tres niveles de terrazas.

4.7.2.5. Terraza nivel inferior (UI)

La terraza fluvio-lacustre inferior se caracteriza por presentar arcillas grises cubiertas por ceniza volcánica. Como está compuesta por los depósitos lacustres más recientes no presenta disección y está en contacto con la zona aluvial del río Subachoque.

4.7.2.6. Terraza nivel medio (UM)

Corresponde al nivel medio de sedimentación fluvio-lacustre, donde el material es arcillo-limoso; en el municipio de Nemocón por la influencia tectónica se favoreció la disección, dando como resultado la ondulación del terreno, la cual fue suavizada por la presencia de una cobertura de cenizas volcánicas. (IGAC, 2013)

En los municipios de Suesca, Nemocón y Zipaquirá presenta influencia tectónica se considera leve, por lo que la terraza fluvio-lacustre media no ha sido levantada y presenta topografía plana con poca o nula disección, en la cual el material arcilloso favorece los encharcamientos durante los períodos lluviosos. (Figura 20)



Figura 20. Plano ondulado de la terraza fluvio-lacustre de nivel medio en la Finca Extremadura, del Municipio de Subachoque. (IGAC, 2013)

4.7.2.7. Terraza nivel superior (US)

Corresponde al nivel más antiguo del sistema lagunar, por lo tanto, se localiza hacia los bordes del altiplano, donde por influencia tectónica los depósitos fluvio- lacustres (arcillas y limos) se vieron afectados por el levantamiento y el descenso del nivel de base, lo que incrementó la disección del terreno, dando como resultado una pendiente plano-inclinada de forma ondulada. Por corresponder a los depósitos fluvio-lacustres más antiguos, están mezclados con materiales coluviales y coluvio-aluviales provenientes de aportes laterales. En la vereda La Granja (Zipaquirá) se localizan algunos depósitos de gravilla en medio de las arcillas fluvio-lacustres, que de acuerdo con las observaciones de campo corresponden a depósitos del lecho de antiguos cauces, que posteriormente fueron cubiertos por sedimentos lacustres.

En general, este nivel de terraza fluvio-lacustre está compuesto por arcillas lacustres, intercaladas con arenas muy finas, arcillas orgánicas, gravas y gravillas provenientes de la denudación del sustrato rocoso y los depósitos aluvio – torrenciales. El escurrimiento superficial es el proceso que más afecta la unidad, principalmente en las áreas donde se realizan cultivos, ya que el suelo no siempre tiene cobertura y se erosiona con facilidad durante las precipitaciones.

En los municipios de Cogua, Nemocón y Zipaquirá, esta terraza no ha sido tan disectada, lo que expresa una baja influencia tectónica. Se presentan leves ondulaciones por disección como en el sector de El Llano (Cogua), donde el tope de la terraza se presenta como un plano-inclinado orientado hacia el río Neusa. Otra particularidad de esta zona es la escasa presencia de cobertura de ceniza volcánica. En los municipios de Zipaquirá y Nemocón los canales de riego presentan desbordamientos que afectan su uso, donde en general se tiene

como uso principal el de pastos, aunque también se encuentran algunos cultivos.

Los niveles superiores de sedimentación lacustre poseen una evolución más avanzada y por tanto, presentan mayor proceso de disección. Presenta varias formas de terreno, que se describen a continuación: El plano de terraza (USN), con pendientes y topografía plana, presenta una configuración morfológica extensa y alargada; los bajos de la terraza (USW) son pequeños y se presentan en poca cantidad, presentan forma de depresión de los planos de terraza. Su topografía es plano cóncavo y presentan siempre una pendiente inferior a 5%; y el talud de terraza (USX), que tiene una configuración morfológica alargada e irregular, con topografía cóncava y pendientes inclinadas y extensas. (IGAC, 2013)

5.5.7 Paisajes depositacionales con atributo aluvial

En este aspecto se consideran las formas del terreno originados por la dinámica fluvial, se asocia con la disección en la parte plana, pero como se verá más adelante, también se presenta sedimentación aluvial de gran importancia. Las cuencas hidrográficas que por su dinámica se consideran en este paisaje corresponden a los ríos Susagüa, Neusa, Checua y Bogotá.

4.5.7.1. Terrazas aluviales (VI)

El río Checua en particular, presenta una mayor intervención antrópica, de tal manera que el cauce en el sector de La Esperanza y Los comuneros (Nemocón) fue canalizado, pero en períodos lluviosos el nivel sobrepasa los diques construidos y se desborda sobre la terraza fluvio-lacustre. En el sector de Puente Checua se observó que su terraza aluvial se caracteriza por presentar abundante material arenoso, con pedregosidad reducida a algunas áreas cercanas a las laderas donde se presentan aportes laterales. La composición arenosa dominante de la unidad se explica por la presencia en la cuenca de unidades geológicas de arenisca poco consolidada, que favorece el desprendimiento y arrastre que realizan las lluvias intensas en climas secos y áridos; de igual manera, por escurrimiento superficial se incrementa el transporte de sedimentos (arenosos) por los drenajes.

Como unidades de terreno, se encuentra el plano de terraza (VTN), con pendiente plana entre 0 y 3%, en algunos sectores se presentan bajos de terraza (VIW) pequeños, de topografía cóncava, con pendientes de 0 a 3% y aspecto redondeado. (Figura 21)

Como procesos morfodinámicos se presenta de manera particular, disección en las bermas y movimientos en masa que aportan material lateral al cauce del río Checua; de manera general, el escurrimiento superficial se presenta en toda el área de estudio.



Figura 21. Terraza aluvial del río Subachoque, en el sector de La Pradera, municipio de Subachoque. (IGAC, 2013)

4.5.7.2. Plano de Inundación (VP)

El plano de inundación, presenta diferentes variedades de formas de terreno provenientes de la dinámica fluvial (Figura 22). A continuación, se relacionan cada una de las formas de terrenopresentes en el plano de inundación de los ríos Bogotá, Susagüa y Checua:

- **Diques (VPA):** Los albardones presentes en las orillas de los ríos Bogotá, Neusa y Checua, son de origen antrópico, constituidos por escombros dispuestos en varios niveles con poca compactación. Debido a su origen, no son tomados en cuenta como forma de terreno de origen natural para el presente estudio detallado de suelos. Su cobertura vegetal está caracterizada por pastos.
- **Vegas (VPV):** Son zonas mal drenadas, susceptibles a inundación por su configuración morfológica extensa y redondeada, así como por la pendiente plana. De manera localizada se encuentran cultivos en esta unidad.
- **Cubeta de desborde (VPC):** Son áreas extensas y en muchos casos los diques construidos separan esta unidad de los cauces. La topografía característica es plana a cóncava y regularmente tienen sedimentos finos y medios (arenas finas, limos), precisamente porque se ve afectada por los desbordamientos de los ríos. Como uso, es común encontrar cultivos o pastos para ganadería cuando el área no está inundada.
- **Meandros abandonados (VPH):** Los meandros abandonados son formas heredadas de la dinámica reciente de los ríos Bogotá y Neusa. Por intervención antrópica se han rellenado muchos de estos meandros, los que persisten son alargados y cerrados, con topografía plano cóncava.

- Talud (**VPX**): con topografía que varía de rectilínea a cóncava y pendiente ligeramente inclinada (3 – 7 %). En algunos casos limita la terraza aluvial del plano de inundación y en otros, limita las cubetas de desborde con las vegas.



Figura 22. Plano de inundación sector de Aguas Claras – río Neusa, municipio de Nemocón. (IGAC, 2013)

5.6 Suelos

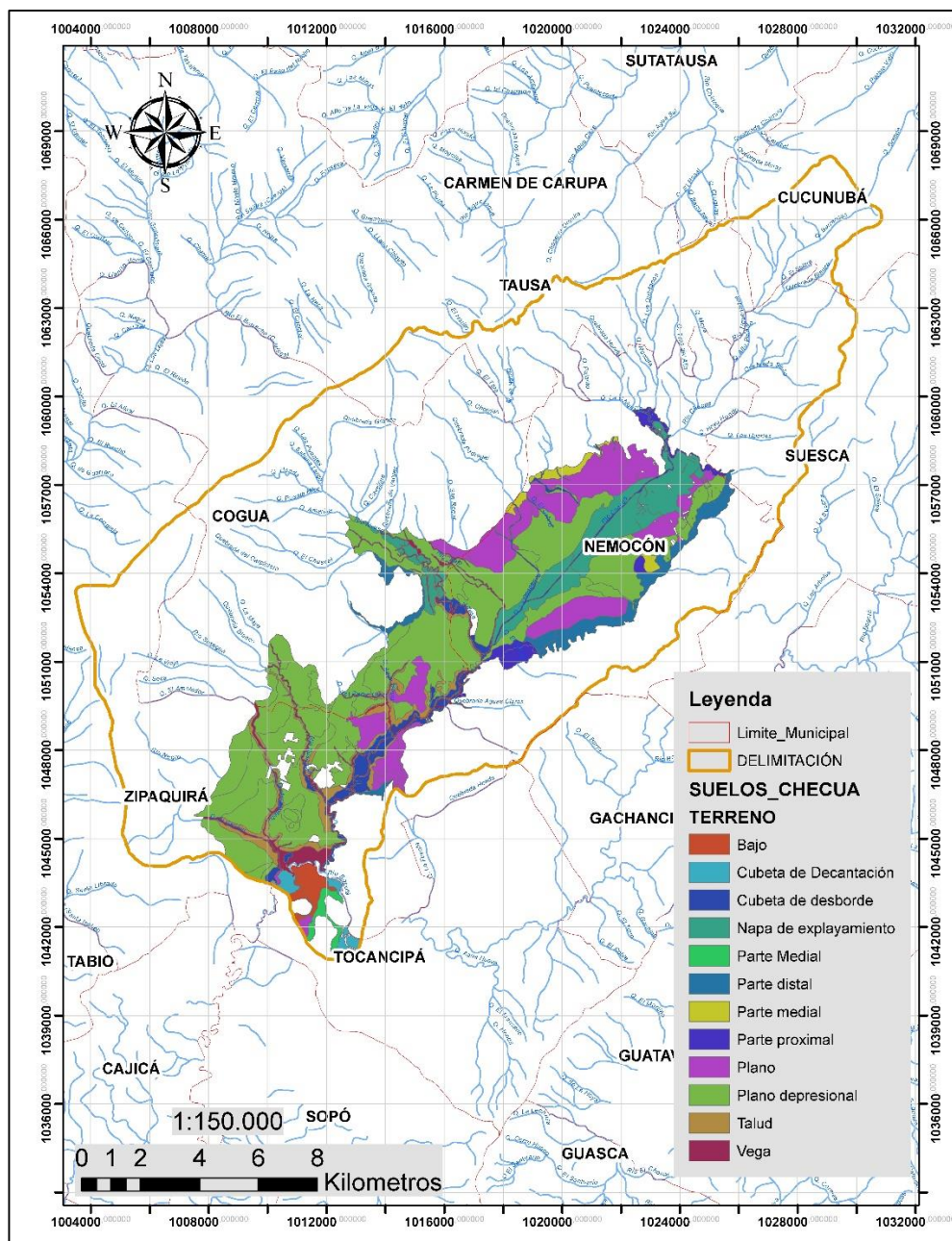


Figura 23. Suelos área de estudio. (Fuente: Autor)

5.6.1 Suelos de clima frío húmedo en Montaña

En el paisaje de montaña, los suelos se originaron de materiales coluvio aluviales heterométricos, recubiertos por cenizas volcánicas; los cuales están localizados en los municipios de Cogua, Nemocón y Zipaquirá, con una extensión de 2.318,8 hectáreas (11,3% del área); (Figura 23) las alturas están entre los 2.581 y 3.436 msnm y el relieve

varía desde plano (0-1%) hasta fuertemente inclinado (12-25%); las condiciones climáticas muestran variación de las lluvias desde los 866 hasta los 1.157 milímetros anuales, distribuidas en un patrón bimodal; la temperatura promedio es de 12,5°C. (IGAC, 2013)

Las condiciones de exposición y sitio revelan en estos suelos un estado moderado de intemperización, sobre todo en la parte proximal del glacis, mientras que en las partes medial y distal favorecen la acumulación de materiales orgánicos asociados a mantos espesos de cenizas volcánicas. Ver **(anexo 2)**.

5.6.2 Suelos de clima frío seco en planicie fluvio-lacustre

La planicie fluvio-lacustre, se encuentra distribuida en los relieves planos a fuertemente inclinados, con desniveles generados por el incizamiento de los ríos y modelado superficial causado por las aguas de escorrentia. Esta unidad geomorfopedológica presenta un área de 5.775.9 ha, que corresponde al 28,1% del área, en el municipio de Cogua, Suesca Nemocón y Zipaquirá. En mayor detalle se identificaron tipos de relieve conformados por planos y bajos distribuidos en dos niveles de terrazas lacustres y un plano de desborde cuyas pendientes varían entre 1 y 12%; El modelo edafogenético que predomina es el mal drenaje y la característica común es la presencia de arcillas finas en los planos de las terrazas superiores. En términos generales estas tierras se distribuyen en una franja altitudinal comprendida entre 2.550 y 2.640 msnm. Las condiciones climáticas están determinadas por lluvias distribuidas en un patrón bimodal, con valores que fluctúan entre y 898,7 milímetros promedios anuales, con temperaturas promedio de 13,5°C. (IGAC, 2013). Ver **(anexo 2)**.

5.7 Clasificación de tierras por capacidad de uso

El ordenamiento territorial contempla entre sus objetivos la planeación de los procesos y la distribución geográfica, mediante la búsqueda racional, funcional y de coherencia que pueda existir entre las actividades que realiza el hombre dentro del marco político municipal y las posibilidades de buen uso que ofrece el entorno ambiental. La planificación de las actividades de los seres humanos no es posible si no se tiene un marco de referencia espacial acorde con el territorio que se pretende ordenar. (Tabla 7) Ver anexo (1).

La aplicación de la capacidad de uso de las tierras, se detalla en los procesos a escala local, regional y nacional, donde la definición de la clase agrologica, son las cuales corresponden a la agrupación de suelos con mismo grado de limitaciones, generadas por los factores externo, como lo son el relieve y el clima. (IGAC, 2013)

5.7.1 Clasificación por capacidad de uso

La estructura de funcionamiento en el sistema de clasificación de tierras por su capacidad y uso, las cuales se articulan en tres categorías básicas:

Donde se reconocen las principales categorías

- Clase
- Subclase
- Grupo de capacidad
- Manejo

5.7.2 Clases de Capacidad

En la clase de capacidad se agrupan los suelos que presentan un mismo grado de limitaciones generales y de riesgos.

Los principales criterios para realizar la clasificación de un suelo por su capacidad de uso al nivel de clase, en donde se analizan, las características específicas en las tierras.

Las clases se agrupan en (3) grupos

- Grupo de tierras, con capacidad para ser utilizadas en parte agrícola y pecuaria tecnificada de tipo intensivo y semi-intensivo. (clases 1 a 4)
- Grupo de tierras que pueden ser utilizadas en forma restringida, en actividades agrícolas, pecuarias, agroforestales y/o forestales. (clases 5 - 6 - 7)
- Tierras que solo deben ser utilizadas en la preservación, conservación y ecoturismo (clase 8)

Las clases de tierras (1 a 4) con capacidad de uso agrícola y pecuario, en sistemas de producción que van desde muy intensivo (1) a la muy restringida (4) y semi-intensivo, con la implementación de prácticas de manejo y conservación.

Las clases de tierras (5) sin la capacidad de uso agrícola convencional debido a las diferentes limitaciones y erosión. (Inundaciones y pedregosidad superficial); en estas tierras con implementación de prácticas de manejo especiales).

Las clases de tierras (6 y 7) sin capacidad de uso agrícola, con la excepción de cultivos semi-perennes, perennes, semi-densos, densos, agroforestales y forestales, por las limitaciones por severas pendientes; en estas clases de uso se requieren intensas prácticas de manejo y conservación.

Las clases de tierras (8) sin capacidad de uso agropecuaria, agroforestal de producción; exclusivamente destinadas a la preservación y conservación de los recursos naturales, donde se manejen en reservas forestales y parques naturales.

Las subclases las encontramos diferenciadas bajo categorías que presentan el mismo grado de limitación para el uso. Estas son identificadas por una letra minúscula, la cual muestra el limitante que tiene la unidad de tierra. (IGAC, 2013)

p – pendiente: grado de inclinación del 12%, de la pendiente del suelo y la forma de la superficie de la tierra.

e – erosión: suelos que presentan pérdidas aceleradas, a causa de la mala utilización y prácticas de manejo, inundaciones, fenómenos de remoción y movimientos en masa.

h - exceso de humedad: está conformado por suelos sobresaturados con agua, presentada por precipitaciones excesivas, inundaciones provocadas por desbordamientos, encharcamientos con características ácuicas (mal drenaje).

s - limitación zona radicular: limitaciones físicas y químicas, las cuales presentan restricciones del crecimiento de las raíces de las plantas, implementación de prácticas de labranza.

c - limitación por clima adverso: se presentan como limitante de uso, por bajas temperaturas, heladas, vientos fuertes, alta nubosidad y bajo brillo solar.

Para la identificación de las unidades se cuenta con la leyenda de capacidad de uso de los sectores planos de la subcuenca río Checua, (Figura 24), donde se resumen las categorías de uso potencial de las tierras, hasta el nivel de grupo de manejo del suelo, su principal limitante, prácticas de manejo y recomendaciones. (IGAC, 2013)

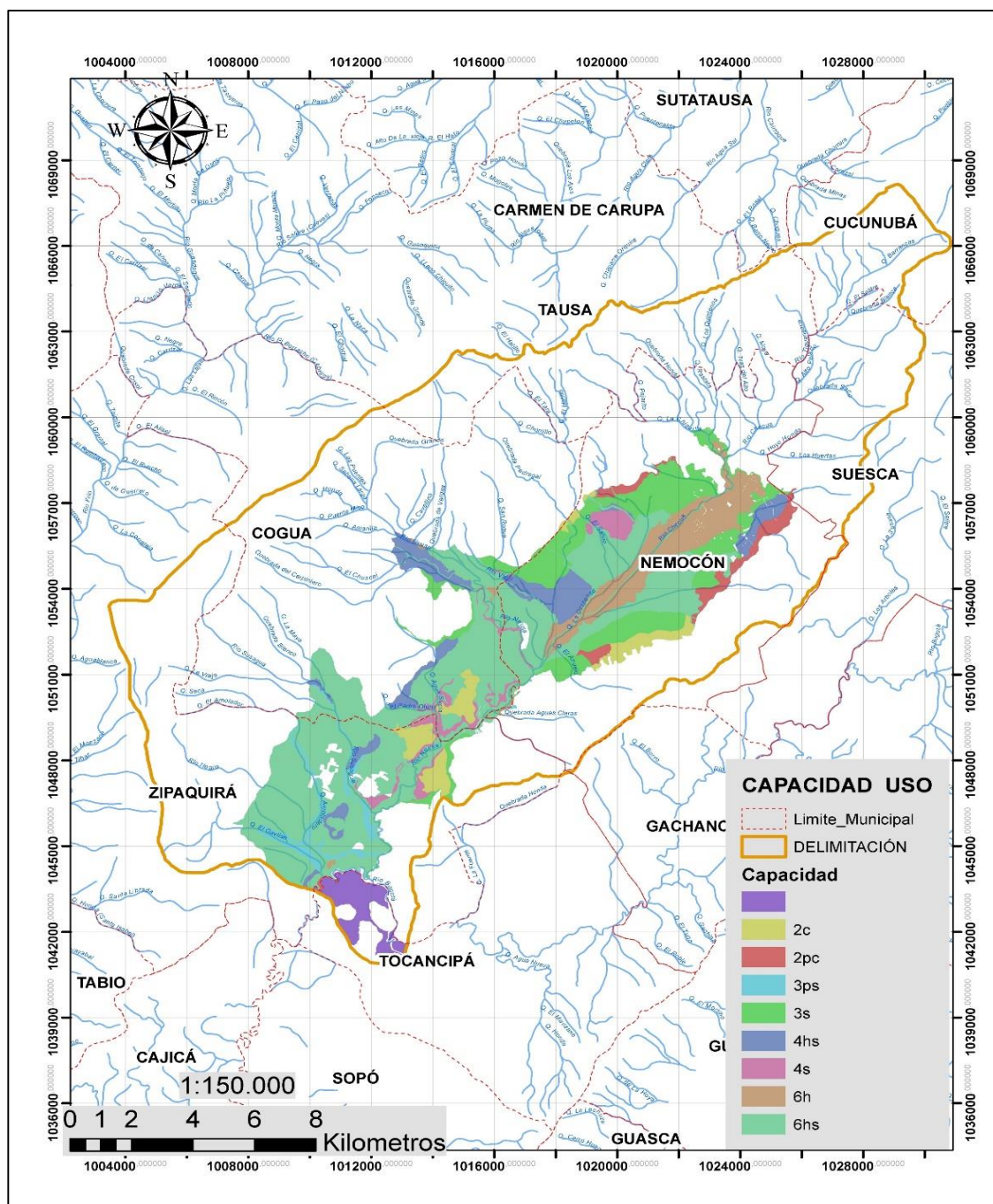


Figura 24. Capacidad y uso río Checuá. (Fuente: Autor)

5.7.3 Tierras de clase (2)

Estas agrupan las tierras con pendientes planas a ligeramente inclinadas menores del 7%, localizadas en climas frío húmedo y en sectores del frío seco; comprendidas en 5.967.7 hectáreas, equivalentes al 29.2% del área. Estas tierras presentan limitaciones ligeras;

requieren prácticas de manejo fáciles de aplicar y pueden utilizarse en agricultura intensiva con cultivos adaptados a los ambientes climáticos; igualmente, tienen aptitud para ganadería intensiva con pastos mejorados.

4.7.2.8. Subclases

Presentan limitaciones por clima (c), y pendiente (p) solas o combinadas. Subclase 2c. La ocurrencia de heladas es la principal limitación para el uso de estas tierras. Los suelos presentan restricciones para el uso por baja disponibilidad de fósforo y susceptibilidad a la erosión.

4.7.2.8.1. (Grupo de manejo 2c-1)



Figura 25. Grupos manejo 2c-1 en cultivos descubiertos. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo 2c-1, encontramos las unidades cartográficas que las componen BL5pa, CH3pa, CH3pb, CN3pa, CP3pa, CP3pn, IA4pa, PI3pn, RH3pa, RH3pn, RH4pa, RS2pa, RS3pa, RS4pa, TB4pn, TU3pa, TU3pn, TU4pn, localizadas en pendientes planas (0-1%) a ligeramente planas (1-3%). Tienen una extensión de 4063.4 hectáreas (20.24%). (Figura 25)

Los suelos encontrados en la clase 2c-1, proceden de cenizas volcánicas, son profundos, con buen drenaje, de familias texturales medias y moderadamente finas, con pH entre moderada a fuertemente ácida y una fertilidad moderada.

Dentro de las limitantes en marcadas para el uso y manejo de la limitante para estas tierras es la ocurrencia de heladas; sus suelos presentan baja disponibilidad de fósforo, reacción

ligera a fuertemente ácida, con degradación eólica y pérdida de humedad en algunos meses del año.

Las tierras productoras en clima frío, presentan cultivos de avena forrajera, frutales, maíz, cebada, papa y hortalizas bajo sistema de riego (acelga, espinaca, lechuga), cultivos bajo cubierta agroindustriales (astromelia, clavel, rosa, pompón, aromáticas), los cuales se pueden utilizar en pastos de corte para ganadería intensiva.

Estas tierras requieren las siguientes prácticas de manejo:

- Diversificar los cultivos incluyendo la rotación y la utilización de variedades acordes con las condiciones ambientales.
- Renovación de praderas.
- Prácticas de mecanización moderadas.
- Fertilizantes con fuentes fosfóricas de lenta solubilización y de manera localizada.
- Sistemas de riego complementario en época secas.
- Sistemas de mitigación de heladas, implementación de riego, aplicaciones de fuentes potásicas.

4.7.2.8.2. (Grupo de manejo 2pc-1)

El grupo de manejo El grupo de manejo de la unidad de tierras de clima frío-húmedo, distribuidas en áreas con pendientes ligeramente inclinadas (3-7%). (Figura 26)



Figura 26. Panorámica de tierras en uso de grupo manejo (2pc1). (IGAC, 2013)

El grupo de manejo (2pc-1), encontramos las unidades cartográficas que las componen CH3pb, CN3pb, CP3pb, IA4pb, RH3pb, RH4pb, RS3pb y TU3pb, las cuales tienen una extensión de 1635.31 hectáreas (8.14 %).

Los suelos son profundos, con buen drenaje, de familias texturales medias y moderadamente finas, con pH fuertemente ácidos y una moderada fertilidad.

Las limitantes en este grupo de manejo son pendientes ligeramente inclinadas y las incidencias de heladas; los suelos presentan reacción fuertemente ácidos, alta retención de fósforo, alta acidez y déficit de lluvias.

Son productoras en clima frío, con cultivos transitorios de (maíz, papa, zanahoria), hortalizas bajo sistema de riego (acelga, espinaca, lechugas) y frutales permanentes como son la curuba y la feijoa.

En la ganadería intensiva la implementación de forrajes como el raygrass, falsa poa o azul orchoro, con su respectivo control fitosanitario.

Estas tierras requieren las siguientes prácticas de manejo:

- Prácticas de mecanización moderadas.
- Siembras bajo sistema de curvas de nivel.
- Sistemas de mitigación de heladas, implementación de riego, aplicaciones de fuentes potásicas.
- El uso de variedades tolerantes a la acidez.
- Fraccionar la aplicación de fertilizantes de manera localizada.
- Sistemas de riego complementario en época secas.

4.7.2.8.3. (Grupo de manejo 2pc-2)

Estas tierras se presentan en clima frío-seco y frío-húmedo, distribuidas en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%). (Figura 27)



Figura 27. Cultivos de papa en el municipio de Subachoque. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo (2pc-2), encontramos las unidades cartográficas que las componen BL4pa, BL4pb1, TB3pb, TB4pb, se presentan en un área de 268.97 hectáreas (1.34 %).

Se presentan suelos son profundos, con buen drenaje, familias texturales francas a franco gruesas, con pH moderadamente ácidos y una moderada fertilidad.

Las limitantes presentes son pendientes ligeramente inclinadas, reacciones muy fuerte a ligeramente ácidas, contenidos bajos de fósforo y potasio en algunos horizontes y la pérdida de humedad.

Estas tierras son productoras de cultivos de producción limpia en clima frío como cebada, papa y hortalizas de hoja y flor (brócoli, coliflor, espinaca, lechuga y repollo) en áreas de menor extensión; es recomendable el establecimiento de cultivos perennes como el tomate de árbol y además la siembra de pastos de corte mezclados con avena forrajera.

Estas tierras requieren las siguientes prácticas de manejo:

- Diversificar los cultivos y seleccionar las variedades.
- Prácticas de mecanización moderadas.
- Aplicar mecanización moderada.
- Aplicar fuentes fosfóricas de baja solubilidad.
- Regulador de pH.

- Sistemas de mitigación de heladas, implementación de riego, aplicaciones de fuentes potásicas.

5.7.4 Tierras de clase (3)

Se agrupan en áreas de pendientes planas a ligeramente inclinadas (menor a 7%) situadas en clima frío seco y en sectores frío húmedo, en un área de 3941.9 hectáreas equivalentes al 19.6%; presentan limitaciones moderadas por pendiente, humedad y suelo; pueden utilizarse en cultivos de pastos, bajo prácticas protección.

4.7.3.1. Subclases

Las tierras en la clase (3) presentan limitaciones por pendiente (p), por pendiente y suelos (ps) y por suelos (s).

4.7.3.1.1. (Grupo de manejo 3s-2)

Estas tierras se presentan en clima frío-húmedo en pendientes distribuidas en planas (0-1%) a ligeramente inclinadas (3-7%). (Figura 28)



Figura 28. Aspecto del uso de tierras en la parte distal del glacis. Subachoque. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo 3s-2, encontramos las unidades cartográficas que las componen BL4db, CM3da, CM3db, CP3da, CP3db, CP3dn, PI2dn, PI3db, PI3dn, PI4db, PI4dn, RH3db, TC3dn, TU4da, TU4dn y VH4db; cubre 1314,46 hectáreas correspondientes al 6.54 % del área.

Los suelos encontrados en la clase 3s-2, proceden de cenizas volcánicas; son moderadamente profundos, de familia texturales medias o moderadamente gruesas sobre finas, moderadamente drenados, pH fuertemente ácidos y una baja fertilidad.

Sus principales limitantes son la profundidad efectiva moderada, alta fijación de fósforo, susceptibilidad a la erosión eólica, baja disponibilidad de nutrientes para las plantas y deficiencia de elementos menores.

Estas tierras son productoras de hortalizas como ajo, lechuga, remolacha y repollo, pastos como kikuyo y pastos de corte para ganado lechero.

Se establecen prácticas de manejo relacionadas con:

- Aplicación de fertilizantes de fórmula completa; el fósforo debe ser fraccionado para evitar que el suelo lo fije.
- Aplicación de cales dolomíticas cada dos años e incorporación al suelo.
- Prácticas de mecanización moderadas en épocas húmedas.
- Abonos orgánicos para mejorar algunas propiedades físicas como la estructura, la porosidad, la infiltración y la permeabilidad.
- Prácticas de mecanización moderada
- Sistemas de mitigación de heladas, implementación de riego, aplicaciones de fuentes potásicas.

4.7.3.1.2. (Grupo de manejo 3s-3)

Esta unidad de tierras se encuentra en clima frío húmedo en relieves ligeramente planos (1 a 3%) a ligeramente inclinados (3 a 7%). (Figura 29).



Figura 29. Tierras del grupo de manejo 3s3. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo 3s-3 encontramos las unidades cartográficas que las componen, PU4da, PU4db, PU5da que cubren 490,27 hectáreas correspondientes al 2.44 % del área.

Los suelos encontrados en la clase 3s-3, son moderadamente profundos, de familias texturales finas, buen drenaje, pH moderadamente ácidos y una fertilidad alta.

Sus principales limitantes son la profundidad efectiva moderada; presentan fijación de fósforo, susceptibilidad a la erosión eólica, baja disponibilidad de nutrientes y deficiencia de elementos menores.

Estas tierras son productoras de hortalizas como ajo, lechuga, remolacha y repollo, pastos como kikuyo y pastos de corte para ganado lechero.

Se establecen prácticas de manejo relacionadas con:

- Moderada labranza
- Prácticas de mecanización limitadas en épocas secas.
- Utilización de fertilizantes fosforados de lenta solubilización.
- Aplicación de fertilizantes en forma racional.
- Aplicación de elementos menores.
- Escogencia de variedades tolerantes a la acidez
- Siembra de especies poco exigentes en profundidad radicular

4.7.3.1.3. (Grupo de manejo 3s-4)

Esta unidad de tierras se encuentra en clima frío-húmedo distribuidas en relieves planos (0 a 1%) a ligeramente inclinados (3 a 7%). (Figura 30).



Figura 30. Preparación de suelos en una terraza superior en el municipio del Nemocón. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo 3s- encontramos las unidades cartográficas que las componen, AC3da, AC4da, AC4db, AC5da, TC3dnz, TC3dnzp y VH3da. Que cubren 673.16 hectáreas, correspondientes al 3.35 % del área.

Los suelos encontrados en la clase 3s-4, son moderadamente profundos, de familias texturales franco gruesa, moderadamente drenados, pH fuertemente ácidos y una fertilidad moderada.

Estas tierras presentan limitaciones por profundidad efectiva moderada, limitada por nivel freático fluctuante, baja disponibilidad de nutrientes, deficiencia de elementos menores y alta acidez.

Las tierras son aptas para la producción de hortalizas como ajo, lechuga, remolacha y repollo, pastos como kikuyo y pastos de corte para ganado lechero.

Se establecen prácticas de manejo relacionadas con:

- Aplicación de labranza mínima para conservar la estructura del suelo.
- Aplicación de cales en ciclos de tres a cinco años.

- Fertilización fraccionada de acuerdo con la etapa del cultivo.
- Agregar abonos orgánicos para mejorar las características físicas y químicas.
- Agregar elementos menores.

4.7.3.1.4. (Grupo de manejo 3s-5)

Esta unidad de tierras se encuentra en clima frío-seco en pendientes planas (1-3%) a ligeramente inclinadas (3-7%). (Figura 31)



Figura 31. Plano de terraza superior. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo 3s-5 encontramos las unidades cartográficas que las componen, CR3da, LN4pa, LN5pa, LN5pb y MG4da. Que cubre una extensión de 632.14 hectáreas, correspondiente al (3.14%) del área.

Los suelos encontrados en la clase 3s-4, son moderadamente profundos, de familias texturales franco gruesa, moderadamente drenados, pH moderado a fuertemente ácidos y una fertilidad moderada.

Estas tierras presentan limitaciones por profundidad efectiva moderada, limitada por densificación de capas subsuperficiales del suelo, déficit de humedad en algunos períodos del año, alta acidez, bajos niveles de fósforo y ocurrencia de heladas.

Las tierras son aptas para la producción de hortalizas como ajo, lechuga, remolacha y repollo, pastos como kikuyo y pastos de corte para ganado lechero.

Se establecen prácticas de manejo relacionadas con:

- Riego complementario en las épocas secas.
- Encalar las tierras en ciclos entre tres y cinco años.
- Agregar fuentes fósforadas de baja solubilidad en la época de siembra.
- Aplicación de riego o fertilizantes potásicos en temporada de heladas.
- Implementación de especies de raíz corta.

5.7.5 Tierras de clase (4)

En esta clase se agrupan las áreas de pendientes planas (0-1%) a fuertemente inclinadas (12 – 25%); un área de 2082.8 hectáreas equivalentes al 10.4%; presenta limitaciones severas por pendientes fuertemente inclinadas, erosión moderada, profundidad efectiva superficial, drenaje pobre, nivel freático alto, alto contenido de arcilla, encharcamientos e inundaciones y permeabilidad lenta.

4.7.4.1. Subclases

Las tierras de la clase (4) presentan limitantes por erosión (e), humedad y suelos (hs), por pendiente y suelos (ps) y por suelos (s).

4.7.4.1.1. (Grupo de manejo 4s-1)

Esta unidad de tierras se presenta en clima frío-seco y frío-húmedo, se distribuye en áreas de pendientes planas (0-1%) a ligeramente inclinadas (3-7%). (Figura 32)



Figura 32. Aspecto del glacis de clima frío seco en el municipio de Nemocón. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo 3s-5 encontramos las unidades cartográficas que las componen, CR2sa, CR3sb, CR3sn, CR4sa, CR4sn, CR5sa, CR5sn, TB3sb, TB4db y TB4sb. Cubre una extensión de 670.51 hectáreas, correspondiente al (3.34%) del área.

Los suelos encontrados en la clase 3s-5, con suelos moderadamente profundos, moderadamente drenados, de familias texturales moderadamente finas y muy finas, pH moderado y muy fuertemente ácidos, moderada fertilidad.

Las limitaciones presentes en estas tierras son la poca profundidad efectiva, pérdida de humedad, altos contenidos de arcillas, pendientes ligeramente inclinadas, bajos contenidos de fósforo y de materia orgánica.

Estas tierras son aptas para producción agrícola de cultivos con poca exigencia radicular tales como hortalizas, aromáticas, ajo, frijol y arveja. También para ganadería de producción semi-intensiva, en el comercio de leche y carne.

Se establecen prácticas de manejo relacionadas con:

- Riego complementario.
- Preparación de los suelos en condiciones adecuadas de humedad.
- Labores de subsuelo para mejorar la infiltración en el suelo.
- Establecimiento de pastizales u otros cultivos con sistemas radiculares poco profundos.
- Conservación de la humedad de los suelos en niveles adecuados.
- Suplemento de fertilizantes de acuerdo el resultado de análisis de suelos, los requerimientos y la etapa del cultivo.

4.7.4.1.2. (Grupo de manejo 4s-2)

Esta unidad de tierras se presenta en clima frío-húmedo y distribuido en pendientes ligeramente inclinadas (3-7%) a moderadamente inclinadas (7-12%). (Figura 33).



Figura 33. Aspecto del glacis de clima frío seco en el municipio de Nemocón. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo 4s-2 encontramos las unidades cartográficas que las componen, FT3sa, FT3sb, FT4sa, FT4sb y FT4sc (%), con una extensión de 229.15 hectáreas, correspondientes al (1.15%) del área.

Los suelos encontrados en la clase 4s-2, son superficiales, buen drenaje, de familias texturales moderadamente finas, pH con reacción muy fuertemente ácida y una fertilidad muy baja.

Las limitaciones presentes en estas tierras son la poca profundidad efectiva, la baja disponibilidad de nutrientes y pH extremadamente ácida.

Las tierras son aptas en producción agrícola, instauración de cultivos de poca exigencia radicular tales como aromáticas, ajo, frijol y arveja. También son aptas para ganadería de doble propósito con utilización de pasto kikuyo.

Se establecen prácticas de manejo relacionadas con:

- Mínima labranza.
- Aplicación de materia orgánica y utilizar cal agrícola para mejorar la disponibilidad de nutrientes.
- Utilización de roca fosfórica que es fuente de baja solubilidad.
- Aplicación fraccionada de fertilizantes acorde con la etapa y el requerimiento del cultivo.
- Aplicación de micorrizas antes de la siembra.
- Mantenimiento de las coberturas vegetales para evitar los procesos erosivos.

5.7.6 Tierras de clase (6)

Esta unidad de tierras se presenta en clima frío-húmedo y frío-seco; de áreas de pendientes planas (0-1%) a fuertemente inclinadas (12-25%), en; presentan una de las siguientes limitaciones: drenaje pobre, encharcamientos frecuentes y de duración variable, profundidad efectiva muy superficial y erosión moderada; estas limitaciones restringen considerablemente el uso a pastos, recuperación, reforestación o conservación de la vida silvestre.

4.7.5.1. Subclases

Son tierras que tienen limitaciones severas por humedad (h) y por suelos (s).

4.7.5.1.1. Grupo de manejo 6h-1

Esta unidad de tierras se presenta en clima frío-seco, se distribuye en relieves planos (0 - %) a ligeramente planos (1-3%). (Figura 34)



Figura 34. Panorámica del vallecito del río Subachoque. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo (6h-1) encontramos las unidades cartográficas que las componen, CC3dai, CC3daiz, CC4dai, CC4daiz, CC4dniz, CL4snzi y CL5sn. Con una extensión 906.09 hectáreas, correspondiente al (4.51 %) del área.

Los suelos encontrados en la clase (6h-1), son moderadamente profundos a superficiales, bueno a imperfectamente drenados, de familias texturales moderadamente finas y moderadamente gruesas, pH de reacción ligeramente ácida a neutra y una fertilidad que varía de moderada a alta.

Estas tierras presentan limitaciones por inundaciones y encharcamientos frecuentes; poca profundidad efectiva, fluctuación del nivel freático, pedregosidad dentro y fuera del perfil, la baja disponibilidad de nutrientes, poca materia orgánica y la alta permeabilidad.

Las tierras son aptas para la producción de ganadería lechera, con poca carga de animales por hectárea, para evitar la compactación del suelo.

Se establecen prácticas de manejo relacionadas con:

- Construcción de canales de desvío para manejar los escurrimientos superficiales.
- Establecimiento de sistemas de drenaje superficial.
- Construcción de diques en las orillas de los ríos, para controlar las inundaciones.
- Siembra de especies tolerantes a los excesos de humedad.
- Abonos orgánicos para mejorar algunas propiedades físicas como la estructura, la porosidad, la infiltración y la permeabilidad.

4.7.5.1.2. Grupo de manejo 6h-5

Esta unidad de tierras se presenta en clima frío-seco, distribuidas en pendientes planas (0-1%) a ligeramente planas (1-3%), con una extensión de 55.34 hectáreas (0.27%), correspondiente al (0.27%) del área. (Figura 35)



Figura 35. Zurales en áreas mal drenadas de la finca Hortensia en Subachoque. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo 6h-5 encontramos las unidades cartográficas que las componen,

cartográficas AR5mn, OT3mniz, OT4mai, OT4maiz, OT4mni, OT4mniz, OT5mai y OT5mn, Con una extensión 55.34 hectáreas, correspondiente al (0.27 %) del área.

Los suelos encontrados en la clase (6h-5), muy superficiales, muy pobremente drenados, familias texturales finas y muy-finas, pH de reacción moderada a muy fuertemente ácidos y una fertilidad moderada.

Estas tierras presentan limitaciones por poca profundidad efectiva, suelos con altos contenidos de arcillas; son inundables y encharcarles en períodos largos.

Las tierras son aptas para la producción de ganadería extensiva con poca carga en animales por hectárea para evitar la compactación del suelo y erosión por pisoteo.

Se establecen prácticas de manejo relacionadas con:

- Construcción de sistema de drenajes superficiales, para mitigar el nivel freático.
- Construcción de diques en las orillas de los ríos, para controlar las inundaciones.
- Siembra de especies tolerantes a los excesos de humedad.
- Realización de revegetalización con especies de la región.

4.7.5.1.3. Grupo de manejo 6h-6

Esta unidad de tierras se presenta en clima frío-húmedo y se encuentran distribuidas en ligeramente pendientes planas (0-1%) a moderadamente inclinadas (7-12%). (Figura 36).



Figura 36. Aspecto de las tierras encharcables de la finca Hortensia. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo 6h-6 encontramos las unidades cartográficas que las componen, cartográficas AR3mnz, AR4maz, AR4mnz, AR5ma, AR5maz, AR5mn, AR6mnz, CE5mniz, CE6mniz, PL3mnz, PL4ma, PL5ma, PL5mb, PL5mc, ZI3mnz, ZI4mn, ZI4mni, ZI4mnz, ZI5ma, ZI5maz, ZI5mb, ZI5mn, ZI5mnz y ZI6mn, con una extensión de 4484,5 hectáreas, correspondientes al (22.34%) del área.

Los suelos encontrados en la clase (6h-5), muy superficiales, muy pobremente drenados, de familia textural moderadamente finas y muy finas, pH de reacción moderadamente ácidos y una moderada fertilidad.

Estas tierras presentan limitaciones por poca profundidad efectiva, mal drenaje, texturas finas y muy finas predominantemente, baja permeabilidad, encharcables con frecuencia e inundables ocasionalmente.

Las tierras son aptas para la producción de ganadería extensiva con poca carga de animales por hectárea para evitar la compactación del suelo y la erosión por pisoteo.

Se establecen prácticas de manejo relacionadas con:

- Construcción de canales para desviar aguas y encauzarlos hacia salidas naturales o artificiales bien protegidas.
- Construcción de sistema de drenajes superficiales, para mitigar el nivel freático.
- Controlar las inundaciones a través de diques a las orillas de los ríos.
- Siembra de especies tolerantes a los excesos de humedad.
- Repoblación con especies vegetales de la región.
- Protección de los cauces.
- Conservación de la vegetación natural.

4.7.5.1.4. Grupo de manejo 6hs-1

Esta unidad de tierras se presenta en clima frío-húmedo y se distribuyen en pendientes planas (0-1%) a ligeramente planas (7-12%). (Figura 37)



Figura 37. Derrumbes en los bordes del cauce del río Neusa en Nemocón. (IGAC, 2013)

El grupo de manejo 6hs-1 encontramos las unidades cartográficas que las componen, CL3mai, CL3mni, CL4map, CL4mnz, CL4mnzi, ZP3sai, DM3mniz, DM4mniz, DM5maiz, DM5mni, DM5mniz, GR3maiz, GR3mniz, GR4maiz, GR4mniz, GR5maiz, NE3maiz, NE3mniz, NE4maizp, PZ3maz, PZ4sniz, AR5mn, OT3mniz, OT4mai, OT4maiz, OT4mni, OT4mniz, OT5mai y OT5mni., en una extensión de 1854.18 hectáreas, correspondientes al (9,24%) del área.

Los suelos encontrados en la clase (6hs-1), muy superficiales, imperfectos a muy mal drenados, familias texturales finas a moderadamente finas, pH de reacción ligera a fuertemente ácidos y una moderada a alta fertilidad.

Estas tierras presentan limitaciones por escasa profundidad efectiva y la frecuencia en las inundaciones o los encharcamientos. Las tierras son aptas para la producción para ganadería extensiva en algunas épocas del año, corresponden a zonas de amortiguación de aguas superficiales. Se recomienda los usos silvo-pastoriles.

Se establecen prácticas de manejo relacionadas con:

- Mantenimiento de los bordes de canales limpios para evitar represamientos.
- Mantenimiento de los canales de drenaje con coberturas para evitar los desplomes.
- Construcción de diques en las orillas de los ríos, para controlar las inundaciones.
- Siembra de variedades de pasto tolerante a los excesos de humedad.
- Protección de los cauces.
- Conservación de la vegetación natural.

6 MARCO REFERENCIAL

6.1 MARCO AMBIENTAL

6.1.1 Información calidad del agua

Dentro de la información secundaria, se realizaron la consulta de (9) vínculos, donde se encontraron (2) informes de información departamental, (2) informes de información municipales, (4) informes de otras instituciones y (1) una cartografía temática de consulta.

Los indicadores de la calidad de agua destinada para consumo humano, en donde se evalúan los riesgos, en donde se puedan presentar enfermedades, donde el deterioro de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, dependiendo el resultado del análisis de agua -potable, donde obtiene el resultado del estado del agua , entre los rangos establecidos , donde sin riesgo (0-5%), riesgo bajo (5.1-14%), riesgo medio (14.1-35%), riesgo alto (35.1-80%) y riesgo inviable sanitariamente (80.1-100%). (Suarez, 2016)

En la subcuenca río Checua, se encontraron diferentes valores mensuales y anuales entre el año (2005) a (2016), con resultado de muestra en nivel sin riesgo, riesgo bajo y riesgo medio. Las enfermedades generadas por indicadores no cumplidos de calidad de agua, dentro la subcuenca, donde se presenta un caso de enfermedad diarreica aguda año (2008), un caso de hepatitis A, año (2009) y dos casos de Enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS). (Suarez, 2016)

Se presentan los resultados de los análisis de laboratorio, definiendo los parámetros físico-químicos, microbiológicos en donde se da el incumpliendo los parámetros de color, cloro libre residual, coliformes totales, turbiedad y pH.

6.1.2 Información cuencas y subcuencas

se realizaron la consulta de (6) vínculos, en se presenta información departamental, (3) informes de otra institución, un Informe presentado por la corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR). La subcuenca río Checua se encuentra dentro de la macro cuenca río Bogotá.

- Una de las causas después de recibir agua del rio Checua, durante los periodos húmedos, se presentan inundaciones por el incremento de sedimentación disminuyendo su cauce.
- La captación individual por la falta de servicio de acueductos. Se presenta captaciones

individuales por falta de acueductos.

- Sectores con inestabilidad y contaminantes del recurso hídrico en donde se realizan las explotaciones de los depósitos de minerales y actividad de las ladrilleras (chircales).

6.1.3 Información saneamiento básico

Se realizaron la consulta de (5) vínculos, dentro de las cuales se encontraron (2) informes presentados por la corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR), (2) informes municipales e Informe de estudios técnicos (sectoriales).

En estos se hace referencia al sistema de alcantarillado, el cual se compone por un sistema de gravedad, tubería de cemento y gres. Donde se cuenta con pozos sépticos ubicados en las veredas Aguaclara, Astorga, Mogua, Perico y Patio Bonito; cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con un caudal de 15 l/s, presentando una carga orgánica de 500 kg de demanda biológica de oxígeno por día (DBO5); estos procesos se dividen en dos fases:

- (1) preliminar: vertedero rejillas de cribado, alivio de excesos, par de desarenadores.
- (2) lodos activados: tanque de oxidación con aireadores superficiales, sedimentador secundario (donde los lodos se bombean a los tanques de oxidación y los lechos de secado y clarificador.

La aprobación del plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV), en el municipio de Nemocón; donde se encuentran que en el sector de la vereda Patio Bonito, se descargan vertimientos mediante, campo de infiltración al suelo; estos procesos no se encuentran incluidos en el (PSMV), ya que el vertimiento se realiza directamente a suelo y no a una fuente hídrica superficial. Por otra parte, el (PSMV) establece descargas sanitarias las cuales son: la principal PTAR del casco urbano con fuente receptora del canal de vallado natural hasta el río Chécua, la segunda en la vereda Oratoria, con fuente receptora canal vallado natural hasta el río Neusa y la tercera en la vereda La Puerta, con fuente receptora canal vallado natural hasta el río Chécua; las cuales desembocan en el río Bogotá, de igual forma el municipio debe cumplir el acuerdo interadministrativo CAR-40 de 2009, donde se especifican a las metas para la reducción de las cargas contaminantes en la demanda biológica de oxígeno (DBO5) y los sólidos suspensión totales (SST) en la macro cuenca del río Bogotá. (Suarez, 2016)

6.1.4 Problemática del recurso hídrico

Se realizaron la consulta de (1) vínculo, del informe de la (CAR), acerca de la problemática presente en la gestión integral del recurso hídrico, contaminación hídrica, expansión de la

frontera agrícola en zonas de ronda hídrica, la explotación indiscriminada de agua subterránea, cambio de caudales y eutrofización; por lo cual se genera una alta demanda del recurso en procesos de explotaciones de sal, caolín, carbón, arcilla y arena, debido a estos procesos se han generado degradación en los suelos presentes por acciones antrópicas y transporte de nutrientes al agua. (Suarez, 2016)

6.1.5 Información Acuíferos

Se realizaron la consulta de (1) vínculo. El informe tiene como eje central el acuífero terraza alta, el cual se encuentra en la zona de pendiente baja para el uso de la población. Así mismo, se tiene como recarga del acuífero al río, donde alimenta con el flujo del río en la época seca, el aporte es del 20% aproximadamente, donde la topografía de las zonas con pendientes bajas, hay más facilidad de recarga de agua sea mínima. (Suarez, 2016)

6.1.6 Información Concesiones del agua

Se realizaron la consulta de (1) vínculo, donde realizo la revisión, depuración y clasificación de expedientes en cuanto a las zonas con concesiones de aguas en la oficina provincial de sabana centro (OPSC), para identificar las tasas de utilización de agua (TUA) en los municipios. Encontrando que en el municipio de Nemocón se tienen: (38) concesiones de agua superficiales, de las cuales se encuentran activas vigentes (13) y (25) se encuentran vencidas y (6) se presentan otorgadas, con fuente de mayor abastecimiento de agua municipal en el río viejo. (Suarez, 2016)

6.1.7 Información Costo del agua

Se realizaron la consulta de (3) vínculos, donde realizo la revisión de las tarifas mensuales aplicadas en acueducto y alcantarillado en los años 2012, se hallan resultados de las tarifas de acueducto y alcantarillado según año, mes y lugar. (Suarez, 2016)

6.1.8 Información Oferta hídrica

Se realizaron la consulta de (5) vínculos, donde realizo la revisión de los informes realizados por la CAR, en los municipios con información cartográfica de consulta. Encontramos los siguientes temas:

- El municipio de Nemocón pertenece la macro cuenca río Bogotá, subcuenca río Chécua, pertenece al quinto orden con respecto a la subcuenca río Neusa, el cual es de cuarto orden relación al río Bogotá. Se cuentan con (6) nacimientos de recurso hídrico, los cuales son:

- (1) En la vereda perico nace el chorro padilla,
- (2) en la vereda Checua la mana del tambor nace la mana del tambor.

- (3) En la vereda Astorga nace el picacho.
- (4) En la vereda agua clara nace La chorrera.
- (5) En la vereda Astorga nace La moya.
- (6) En la vereda la puerta nace el Catatumbo.

Además de las diferentes quebradas, cuerpos hídricos, los cuales proveen la demanda del recurso hídrico en la población. (Tabla 8)

- (7) Los reportes de la CAR, establecen que la oferta hídrica de la subcuenca río Checua, se identifican los periodos secos, en los meses de enero a febrero y de julio a agosto, con un caudal mínimo mensual, en menor valor de 0,001 m³/s y mayor valor 0,252 m³/s; en tiempos húmedos se identifican los meses de abril a mayo y octubre a noviembre, el caudal máximo, presentando como menor valor de 0,001 m³/s y de mayor valor 228,77 m³/s. (CAR, 2006)

Tabla 7. Descripción de Hidrología Nemocón (Cundinamarca).

VEREDAS	QUEBRADAS	RIOS
Cerro Verde	Q. tras del alto, Q. , Q. rasgata, Q. honda, Q. pajarito , Q. chiquila	Río Chécua
Checua	Pajarito y Rasgata	Río Chécua
Casa blanca	Pedregal	Río Chécua
Mogua	Penita, mana colorada, las bóvedas	-
Perico	La toma	-
Astorga	La toma	-

La puerta	Borrachero, Toro barroso	Río Chécua
Agua clara	El abuelo, Aguas claras, Borrachera	Río Neusa
Oratorio	Aposentos, chiquila, pedregal	Río Neusa
Patio bonito	La despensa, chiquila	-
Susatá	Q. ineas	Río Neusa

Nota: identificación de drenajes por vereda. (IGAC, 2013)

6.1.9 Información sobre planificación del recurso hídrico

Se realizaron la consulta de (1) vínculos, donde realizo la revisión de un proyecto para mejorar el sistema de acueducto y red de conducción, mediante adecuación, construcción y mantenimiento de infraestructura que no satisface la totalidad de necesidades de la población de la vereda Astorga. (Suarez, 2016)

6.1.10 Áreas protegidas y reservas forestales

Se realizaron la consulta de (3) vínculos, donde realizo la revisión de los elementos cartográficos para consulta. (Suarez, 2016). La información de áreas para el manejo de protección y preservación de los recursos naturales:

- Las áreas de reserva forestal y preservación de la macro cuenca alta del río Bogotá (el ministerio de medio ambiente establece el 50% aproximadamente del municipio).
- Zonas de protección de la ronda hídrica del río Neusa y río Checua. (área protegida 30 m).
- Zonas de protección de la ronda hídrica de quebradas (área establecida 30 m) y de nacimientos (área protegida 100 m).
- Zonas de recarga de acuíferos y humedales.

6.2 Caracterización socio económica y cultural

6.2.1 Información cuencas y subcuencas

La pérdida de la cobertura arbórea vegetal en las partes altas de la subcuenca, de esta forma presentando de esta forma un desbalance del régimen hídrico, el cual por su manejo puede presentar resultados como avalanchas con pérdidas humanas, infraestructura y del recurso hídrico en asentamientos. (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, 2006)

6.2.2 Principales actividades socio-económicas de la población beneficiaría

En la cuenca del Río Checua, las principales ocupaciones de los habitantes son la minería de carbón y arcillas, la agricultura de supervivencia y la actividad pecuaria dirigida primordialmente a la cría de ovinos, caprinos y ganado vacuno, aunque este último en menor proporción dado que la calidad de suelo, escasez de forraje y los procesos erosivos que marcaron su paisaje, limitan el desarrollo de este tipo de semovientes.

En las demás cuencas incluidas en el proyecto las condiciones físicas varían favorablemente para el desarrollo de las actividades agropecuarias y por ende las actividades económicas cambian, desarrollándose con mayor fuerza la actividad ganadera de producción lechera en las áreas de pendiente más suave y zonas planas. En las áreas de ladera se desarrollan cultivos agrícolas de carácter comercial, principalmente cultivos de papa, trigo y cebada.

6.2.3 Participación comunitaria

La participación de la comunidad ha sido uno de los pilares en el proyecto. Para esto se han implementado diferentes metodologías tendientes a vincular la comunidad en las diversas etapas como el diagnóstico, planificación, implementación, seguimiento y evaluación de las actividades desarrolladas por la propuesta, logrando confianza, credibilidad y el logro de los objetivos. (PROYECTO CHECUA-PROCAS, 2006)

- FASE I. El grupo de beneficiarios del objetivo principal fue la población ubicada fuera del área del proyecto (habitantes de subcuenca río Checua, que se abastecen del recurso).
- FASE II, habitantes en la subcuenca del Río Checua, donde los procesos erosivos eran severos. incluidas donde los procesos erosivos iban en avance y su grado era de moderado a severo.
- FASE III, la población objetivo que no presentan aún procesos severos de erosión, hacia las administraciones municipales, a través de los funcionarios de UMATAS y hacia otras Corporaciones Autónomas Regionales en otros Departamentos, con el objeto de divulgar y capacitar funcionarios en prácticas agropecuarias adecuadas como agricultura y ganadería para propiciar la conservación de los recursos agua y suelo, en forma preventiva.

7 METODOLOGÍA

Dentro del análisis de la información secundaria existente del área de estudio, donde se desarrolla la fase de aprestamiento de esta forma realizar la adecuada recopilación, revisión y evaluación, definida por la siguiente secuencia (Tabla 9).

7.1 ETAPA DE INVESTIGACIÓN

Tabla 8. Descripción General de trabajo para recopilación y análisis de información secundaria

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Información a solicitar	Requerir los estudios realizados por las diferentes entidades a nivel nacional, regional, local con referencia en los aspectos físicos, socioeconómicos, culturales, vulnerabilidad y riesgos, ubicados dentro de la subcuenca.
Registros revisión de información	Control de la información, establecida en la ficha de revisión de información secundaria, registrando específicamente el contenido de los documentos consultados para la propuesta. La ficha técnica registra datos para alimentar la matriz de análisis de información secundaria, donde se describe los datos básicos del documento, para realizar la evaluación de la información.
Análisis de información	El análisis de la información obtenida en cada uno de los documentos consultados, bajo los requerimientos establecidos, de esta forma evaluar la aplicabilidad de la información en la formulación de la propuesta de plan de manejo.
Evaluación de la información	La revisión de información secundaria, se establece la evaluación de los mismos, calificando la información suministrada de acuerdo a la congruencia, fiabilidad, actualidad y calidad de los criterios establecidos.

Nota: procesamiento de la información secundaria. (Fuente: autor)

7.1.1 Requerimientos de Información

La selección de la información secundaria consultada, bajo los criterios establecidos de las condiciones físicas, bióticas, socioeconómicas y ambientales de la subcuenca objeto de la propuesta de plan de manejo, donde esté disponible y haya sido realizada por las entidades

públicas, privadas y no gubernamentales.

Teniendo en cuenta esta información para la elaboración de la propuesta, se incluyen como referencia los siguientes documentos con información secundaria:

- Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca (IGAC, 2001)
- Estudio detallado de suelos Sabana III (IGAC, 2013)
- Caracterización y Delimitación subcuenca río Checua
- Plan de ordenamiento territorial POT de Nemocón (PDM, 2016)
- Tesis realizadas en el área de estudio

Se visitó a instituciones y organizaciones ambientales y gubernamentales tales como:

- (CAR) Corporación autónoma regional, Cundinamarca. (sede Bogotá)
- (IGAC) Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (Sede Bogotá)
- Alcaldía municipio de Nemocón. (Cundinamarca)

7.1.2 Registros de revisión de información secundaria

La revisión de los documentos, cartografía, imágenes satelitales y fotografías aéreas en la medida que se obtengan. El análisis se realiza para identificar el estado de la subcuenca bajo las condiciones físico-bióticas, socioeconómicas y ambientales. La trazabilidad de la información permite registrar en totalidad los documentos, generando la matriz para el análisis de la información.

Análisis y revisión de la siguiente información:

- Delimitación y ubicación del área de estudio.
- Caracterización física, biótica e hidrológica que comprende los siguientes aspectos: zonas de vida, precipitación, temperatura, humedad relativa, clima, hidrografía, geología, y suelos.
- Descripciones de capacidad de uso del suelo en la zona de estudio.
- Determinación de impactos y efectos ambientales sobre los recursos renovables mediante el análisis realizado por la CAR.
- Identificación de amenazas naturales y antrópicas mediante el análisis de riesgo del municipio.

Las actividades de análisis de la información cartográfica (mapas de la zona de estudio), donde se obtuvo información para la elaboración de cartografía básica, información suministrada por el SGC (sistema geológico colombiano), suministro de archivos en formato

shape para procesamiento en el programa de análisis y procesamiento de información geográfica (ArGis 10.3.1.).

7.1.3 Información secundaria (análisis)

Los históricos de la información analizada, para la subcuenca nos permite caracterizarla. Generando la trazabilidad de la información existente, la interpretación de los aspectos de la dinámica física-biótica, socioeconómica y ambiental del área de la subcuenca río Checua, de esta manera contextualizar la aplicación de la propuesta de plan de manejo de la subcuenca.

8 RESULTADOS

Dentro de los objetivos planteados en la propuesta se obtuvieron los diferentes resultados para los objetivos planteados:

- Se realizó la caracterización ambiental en la subcuenca del río Checua, en donde se profundizó en los diferentes aspectos bióticos, hidrológicos y socioeconómicos, de esta forma identificar los diferentes conflictos relacionados con el uso de los recursos naturales, con el fin de plantear los programas y subprogramas basados en la zonificación ambiental y la protección de los recursos naturales.
- Se identificaron y enumeraron los diferentes conflictos encontrados en la subcuenca del río Checua los municipios de Cogua, Cucunubá, Nemocón, Suesca y Tausa (Cundinamarca).
- Dentro de la propuesta se desarrollaron los diferentes programas y subprogramas basados en la información de zonificación ambiental desarrollada como herramienta de mitigación de los diferentes impactos generados en la subcuenca del río Checua.
- Con la generación de esta propuesta para el manejo de la subcuenca del río Checua se pretende contribuir con la protección de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos que se presentan a lo largo de la subcuenca.

8.1 Análisis de amenazas

Metodologías de análisis de riesgo por colores (FOPAE)

Al identificar las amenazas, se procedió a implementar la metodología (FOPAE). Donde se establece en forma cualitativa y general, el análisis de amenazas y vulnerabilidad del sistema, recursos, procesos y personas, para la determinación del nivel de riesgo, en función de los elementos anteriormente nombrados, con un código de colores.

La identificación de las diferentes observaciones para la formulación de acciones para la protección, mitigación y planes de emergencia. (Tabla 10) Por ser una metodología cualitativa, donde puede ser implementada en diferentes empresas, organizaciones, industrias e instalaciones en diversas áreas, como herramienta para establecer las amenazas o la magnitud de las consecuencias, y la necesidad de profundizar el análisis con la implementación de metodologías (semicuantitativas o cuantitativas). (FOPAE, 2012)

Tabla 9. Procedimiento del análisis de riesgo

DIAGRAMA	DEFINICIÓN
IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS	Identificación de actividades o amenazas que impliquen riesgos durante las fases de construcción, operación / mantenimiento y cierre / abandono de la Organización.
ESTIMACIÓN DE PROBABILIDADES	Una vez identificadas las amenazas o posibles aspectos iniciadores de eventos, se debe realizar la estimación de su probabilidad de ocurrencia del incidente o evento, en función a las características específicas.
ESTIMACIÓN DE VULNERABILIDADES	Estimación de la severidad de las consecuencias sobre los denominados factores de vulnerabilidad que podrían resultar afectados (personas, medio ambiente, sistemas, procesos, servicios, bienes o recursos, e imagen empresarial).
CÁLCULO DEL RIESGO	Se debe realizar el cálculo o asignación del nivel de riesgo. El Riesgo (R) está definido en función de la amenaza y la vulnerabilidad como el producto entre Probabilidad (P) y Severidad (S) del escenario.
PRIORIZACIÓN DE ESCENARIOS	Los resultados del análisis de riesgos permiten determinar los escenarios en los que se debe priorizar la intervención. Las matrices de severidad del riesgo y de niveles de planificación requeridos, permiten desarrollar planes de gestión con prioridades respecto a las diferentes vulnerabilidades.
MEDIDAS DE INTERVENCIÓN	Establecer la necesidad de la adopción de medidas de planificación para el control y reducción de riesgos. Determinar el nivel de planificación requerido para su inclusión en los diferentes Planes de Acción.

Nota: análisis de metodología de riesgo por colores. (FOPAE, 2012)

8.2 Identificación de amenazas

Para la identificación, descripción y análisis de amenazas se desarrolla la (Tabla 10). En la primera columna se registraron todas las posibles amenazas identificadas según los documentos consultados.

En la segunda y tercera columna se debe especificar si la amenaza identificada es de origen interno o externo, esta descripción debe ser lo más detallada incluyendo en lo posible la fuente que la generaría, registros históricos, o estudios que sustenten la posibilidad de ocurrencia del evento. (FOPAE, 2012)

Tabla 10. Identificación, descripción y calificación de las amenazas en la subcuenca río Checua.

AMENAZA	INTERNO	EXTERNO	DESCRIPCION DE LA AMENAZA	COLOR ASIGNADO
Incendios forestales		X	Método auto-acelerado de oxidación con auto-liberación súbita de energía y la generación de gases, presente en periodos de secos y largos (fenómeno del niño). Presente una vez en el año.	
Contaminación de aire	X		La determinación de la calidad del aire en la subcuenca, se presentan como referencia las actividades antrópicas y agroindustriales que están presentes en el área, identificando los focos de contaminación que inciden en su deterioro. (quema de cultivos, quema de residuos sólidos, disposición inadecuada de envases químicos) Presente una vez en el año.	
Contaminación del recurso suelo	X		En la zona rural no hay presencia de tecnologías para el manejo de los residuos sólidos, se presentan prácticas de quemas. Se presenta al menos una vez en 3 a 5 años. Presente una vez en el año.	
Contaminación de agua	X		Las fuentes hídricas reciben lixiviaciones productos de actividades agropecuarias y antrópicas. Presente continuamente más de 1 vez por año.	
Fenómenos de remoción en masa		X	Los movimientos en masa se presentan en la ladera baja, sobre el material geológico se debido a la fuerza de la gravedad, incluyendo entre ellos los flujos a lo largo los cauces cuando el material que cae se mezcla con la corriente de agua, como es el caso de las avenidas torrenciales (INGEOMINAS, 2001) de se presenta al menos una vez en el año.	
Inundaciones		X	Las inundaciones en la parte central y norte de la cuenca se presentan en periodos largos de lluvias (fenómeno de la niña). Presente al menos una vez en periodos de 5 a 20 años.	
Avalancha		X	Transporte de lodo, agua y rocas. Presente sobre áreas de depósitos de ladera, se presenta ocasionalmente al menos una vez en 5 a 20 años.	
Perdida de la diversidad		X	Limitación de la oferta para las especies de fauna, en áreas con infraestructura urbana determinadas por actividades de origen antrópico. Presenta disminución de la biodiversidad. Se presenta al menos una vez en 3 a 5 años.	
Conflicto de uso de agua	X		Generación de conflictos en tiempos de sequía por falta del recurso. Presente una vez en 3 a 5 años.	

Nota: descripción, identificación de amenazas. (Fuente: autor)

8.3 Calificación de la Amenaza

En la (Tabla 13) se observa la calificación de la amenaza que propone la metodología.

Tabla 11. Comportamiento de calificación del evento.

EVENTO	COMPORTAMIENTO	COLOR ASIGNADO
Posible	Aquel fenómeno que puede suceder o que es factible porque no existen razones históricas y científicas para decir que esto no sucederá.	
Probable	Es aquel fenómeno esperado del cual existen razones y argumentos técnicos científicos para creer que sucederá.	
Inminente	Es aquel fenómeno esperado que tiene alta probabilidad de ocurrir.	

Nota: tabla de calificación de la amenaza y su comportamiento. (FOPAE, 2012)

9 PROPUESTA PLAN DE MANEJO SUBCUENCA RIO CHECUA

9.1 Visión del plan de manejo

La propuesta de manejo de la subcuenca se convierta en herramienta de toma de decisiones, al momento de la planificación y la gestión ambiental, donde se permita realizar un trabajo a conciencia para la implementación proceso de ordenamiento ambiental del territorio, donde se tengan en cuenta el adecuado manejo de los recursos naturales que se presentan en la subcuenca del río Checua.

9.2 Vigencia plan de manejo

En la implementación de los diferentes proyectos, se debe establecer un orden que priorice aquellos que, por su grado de intervención en los procesos de estado crítico de conflicto de los ecosistemas que conforman la subcuenca.

9.2.1 Corto plazo

Proyectos de alta importancia, donde se permiten abordar las problemáticas urgentes que minimicen los riesgos ambientales y los cuales involucren a las comunidades y seguridad física; entre estos se plantean la construcción de PTARd (planta de tratamiento de aguas residuales domesticas), recuperación de áreas inestables en los taludes de las vías y reglamentación. Proyectos propuestos a ejecución en un plazo de (2 a 4) años.

9.2.2 Mediano plazo

Proyectos importantes con relación a la implementación de procesos de implementación, brindando alternativas sostenibles, sustentables, tecnologías de conservación y de producción limpia. Estos proyectos están enfocados a la recuperación de áreas con problemas de degradación, preservación de nacimientos con programas para el uso eficiente del recurso hídrico. Proyectos propuestos a ejecución en un plazo de (5 a 8) años.

9.2.3 Largo plazo

Proyecto que busca generar un buen impacto o cambio tangible, el cual será desarrollado a través de tiempos prolongados. Los cuales estarán enfocados y tiene relación directa a la educación ambiental, capacitaciones, monitoreo de la calidad del aire, recuperación de ecosistemas. Proyectos propuestos a ejecución en un plazo de (> 9) años.

9.3 PROGRAMAS Y SUBPROGRAMAS

Como resultado del análisis de la información secundaria y las metodologías involucradas en el proceso, se realiza la formulación de la propuesta de manejo ambiental de la subcuenca, se desarrollaron los siguientes programas y subprogramas con relación a los diferentes componentes del suelos, fauna y flora.

Las estrategias para alcanza los objetivos dentro de la propuesta de cada proyecto formulado, como principal objetivo es la capacitación de la comunidad en procesos de educación ambiental, para lograr ser autogestores en sus territorios.

9.3.1 Programa protección de áreas con fines de protección y conservación

La implementación del proyecto relacionado con los procesos de conservación donde se integran los recursos suelo, fauna, flora y recurso hídrico. (Tabla 12)

La principal estrategia establecida en el programa es la vinculación de los actores directos que interviene en la subcuenca para la elaboración de las etapas de la propuesta.

Tabla 12. Proyecto 1

PROGRAMA	Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección
PROYECTO 1	Protección bosques naturales
OBJETIVO DEL PROGRAMA	Delimitar áreas de conservación y protección en zonas forestales con áreas colindantes a nacimientos de agua y de corrientes.
OBJETIVO DEL PROYECTO	Establecer incentivos financieros y tributarios en áreas dedicadas a la preservación de zonas forestales (protectoras – productoras).
COMPONENTES	1. Delimitación, adquisición y administración, de las zonas con presencia de agroforestales que conservan su estructura arbórea uniforme, se deben tener como prioridad zonas asociadas a: afloramientos, nacimientos y bosques de galería. 2. Estimación financiera y tributaria de los ecosistemas naturales, teniendo en cuenta la funcionalidad en el sistema con referencia a sus recursos naturales. (forestales, resguardo de fauna silvestre y conservación). 3. Promover el ecoturismo (senderos, miradores, ríos, etc.) 4. Evaluación financiera de los ecosistemas con áreas bosques naturales, teniendo la funcionalidad dentro del ecosistema con respecto al recurso a medir (forestales, de conservación y resguardo de la fauna silvestre). 5. Implementación de mecanismos para la generación de recursos económicos para el manejo ambiental de la subcuenca. La generación de convenios interinstitucionales. Obteniendo incentivos en los impuestos prediales a particulares, en los predios que se localicen en las zonas dedicadas a la conservación ya establecidas legalmente.

UBICACIÓN	Subcuenca del río Checua y veredas que lo conforman.
DURACIÓN	5 años (desarrollo de programas y capacitaciones en los diferentes procesos)
INSTITUCIONES VINCULADAS A SU EJECUCIÓN	Instituciones socias: Alcaldía municipal, Organización de productores, Organización de mujeres, locales; Instituciones líderes: MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, CAR, SENA.

Nota: Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección. (Fuente: autor)

9.3.1.1 Subprograma: Recurso bosque

Los objetivos que se pretenden con los subprogramas, (Tabla13) serán los siguientes:

- Delimitar áreas de protección y conservación de zonas forestales, establecidas en áreas continuas a nacimientos y drenajes.
- Restablecer áreas con conflicto de uso del suelo, ejecutando programas de reforestación y regeneración natural.
- En estos programas deben ser prioridad en las tierras de clase 7, en donde su uso recomendado es bosque protector productor.

Tabla 13. Proyecto 2

PROGRAMA	Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección
PROYECTO 2	Fomento del eco y agroturismo
OBJETIVO DEL PROGRAMA	Delimitar áreas de protección y conservación de zonas forestales, establecidas en áreas continuas a nacimientos y drenajes.
OBJETIVO DEL PROYECTO	Generar ingresos complementarios para el incremento económico de las familias rurales mediante el aprovechamiento de estas actividades naturales de la cuenca y las actividades agropecuarias con interés potencial ecoturista.
COMPONENTES	1. Fomento del ecoturismo (bosques, ríos) 2. Implementación de mecanismos para la generación de recursos económicos para el manejo ambiental de la subcuenca.
UBICACIÓN	Subcuenca del río Checua
DURACIÓN	9 años (desarrollar las bases y fomentar el proceso)
INSTITUCIONES VINCULADAS A SU EJECUCIÓN	Instituciones socias: SENA, Alcaldía municipal Organizaciones de productores, Organizaciones de mujeres, entre otras organizaciones locales; Instituciones líderes: CAR, CCI, Ministerio de Medio Ambiente

Nota: programa preservación de áreas con fines de conservación y protección. (Fuente: autor)

9.3.1.2. Subprograma: Recurso suelo

Los programas para uso, manejo y conservación del recurso suelo, en la cual se determina el uso apropiado con respecto con su aptitud y potencial; donde se reduzcan los impactos generados por la degradación del suelo y la ampliación de la frontera agropecuaria. (Tabla 14)

En este subprograma se debe tener en cuenta la capacidad de uso del suelo según estudio detallado 1:10.000 en donde en el municipio de Nemocón, en el cual se identificaron las clases agrologicas 2, 3, 4 y 6. Donde se establecen que la (clase 2-3) son aptas para la implementación de cultivos permanentes semintensivo y pastoreo extensivo; (clase 6) sistemas agrosilvopastoriles, silvopastoriles y pastoreo extensivo; (clase 7) sistemas agroforestales en producción, protectores – productores; (clase 8) áreas de conservación y recuperación.

En este subprograma se debe dar manejo especial a las áreas con procesos o tasa de erosión altas por medio de coberturas vegetales y en áreas donde los materiales parentales de los suelos sean factibles a erosión hídrica implementar agricultura orgánica y buenas prácticas agrícolas.

El desarrollo de del programa debe estar en coordinación por la CAR y CORPOICA, donde se enfoque a la investigación de cultivos con prácticas de conservación y sostenibilidad ambiental de la subcuenca.

Promocionar el desarrollo de tecnologías sostenibles en las actividades agropecuarias, para el desarrollo local, implementar el mejoramiento de praderas, proyectos piscícolas y sistemas de sostenibilidad ambiental.

Tabla 14. Proyecto 3

PROGRAMA	Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección
PROYECTO 3	Manejo y conservación de suelo-agua
OBJETIVO DEL PROGRAMA	Mejoramiento del factor socioeconómico de los principales actores de la subcuenca, promoviendo la producción agropecuaria, agroforestal, que integren tecnologías de producción limpia u orgánica, para establecer la seguridad alimentaria.
OBJETIVO DEL PROYECTO	Usar prácticas conservación de los recursos de los suelos y el agua para la regulación y conservación del recurso hídrico.

COMPONENTES	1. Manejo de zonas de captación, las proveedoras de agua, mediante el desarrollo de buenas prácticas de manejo y conservación de los recursos. 2. Ejecución de buenas prácticas agrícolas (BPA) para la recuperación de zonas degradadas. 3. Fortalecimiento de instituciones y organizaciones comunales, presentes en la subcuenca, para el mejoramiento de aspectos para el manejo de recursos suelo y agua. 4. Fortalecimiento institucional.
UBICACIÓN	Parte alta y media subcuenca del río Checua
DURACIÓN	Proyección a (15 años) en total, donde se definen las fases para el fortalecimiento institucional: (3 años); conservación y protección del recurso suelo: (10 años); recuperación de zonas degradadas: (15 años); otros servicios ambientales: (10 años).
INSTITUCIONES VINCULADAS PARA SU EJECUCIÓN	Corpoica, Asociaciones de productores.

Nota: programa preservación de áreas con fines de conservación y protección. (Fuente: autor)

9.3.1.3. Subprograma: conservación y protección de cuerpos de agua

La planeación del manejo, conservación y uso, que busca la determinación del uso apropiado del agua, para el subprograma, teniendo como referencia la preservación de nacimientos, determinación red hidrometeorológica, determinación hidráulica estándar con métodos de socavación y sedimentación, regulación de corrientes, definición y protección de rondas hídricas y programas para el uso eficiente del agua. (Tabla 15)

Se realizará seguimiento, control y vigilancia, priorizando las zonas productoras de agua, al abastecer acueductos veredales, como lo son: la conservación de bosques y zonas de recarga hídrica, elaborando bajo la metodología con aplicación de la norma para la recuperación de la oferta hídrica.

El área más alta en la subcuenca, es la encargada para recibir, almacenar y la distribución de las aguas de la zona, para la identificación para consumo humano y uso agropecuario, siendo el punto del sistema con mayor importancia, lo cual se requiere estricta administración para la preservación del recurso.

La gestión integral del recurso hídrico, específicamente está orientado a control y determinación del balance hídrico, Siendo una estrategia de adaptación para la mitigación del cambio climático. (Tabla 16)

Tabla 15. Proyecto 4

PROGRAMA	Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección
PROYECTO 4	Protección a fuentes hídricas
OBJETIVO PROGRAMA	Realizar la disposición de calidad del recurso hídrico, generando el desarrollo en las actividades productivas, de servicios ambientales, donde se busca el manejo para el beneficio de núcleos familiares rurales y urbanos en una forma sostenible.
OBJETIVO DEL PROYECTO	Proteger las fuentes hídricas a través de programas de conservación
COMPONENTES	1. Inventario y priorización de fuentes de agua. 2. Sensibilización, fortalecimiento y articulación institucional. 3. Implementación de las buenas prácticas de conservación para fuentes de agua. 4. Monitoreo y Control de fuentes de agua. 5. Comprobación de caudales mínimos y máximos.
UBICACIÓN	Parte alta y media subcuenca del río Checua
DURACIÓN	Proyección a (10 años) se requiere por lo menos de largo o mediano plazo, para su mitigación.
INSTITUCIONES VINCULADAS A SU EJECUCIÓN	Instituciones líderes: CAR, IDEAM; Instituciones socias: Organizaciones de productores agrícolas y forestales; universidad, escuelas agroecológicas y/o colegios.

Nota: Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección. (Fuente: autor)

Tabla 16. Proyecto 5

PROGRAMA	Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección
PROYECTO 5	Protección a fuentes hídricas
OBJETIVO DEL PROGRAMA	Realizar la disposición de calidad del recurso hídrico, generando el desarrollo en las actividades productivas, de servicios ambientales, donde se busca el manejo para el beneficio de núcleos familiares rurales y urbanos en una forma sostenible.
OBJETIVO DEL PROYECTO	Proteger las fuentes hídricas a través de programas de conservación.

COMPONENTES	1. Realizar inventario de las principales zonas de recarga hídrica. 2. Fortalecimiento institucional. 3. Implementación de las buenas prácticas de conservación para zonas de recarga. 4. Monitoreo y Control de fuentes de agua.
UBICACIÓN	Parte alta y media subcuenca del río Checua
DURACIÓN	Proyección a (10 años) se requiere por lo menos de largo o mediano plazo, para su mitigación.
INSTITUCIONES VINCULADAS A SU EJECUCIÓN	Instituciones líderes: CAR, IDEAM Instituciones socias: Organizaciones de productores agrícolas y forestales; universidad, escuelas agroecológicas y/o colegios

Nota: Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección. (Fuente: autor)

9.3.1.4. Subprograma uso sostenible de ecosistemas estratégicos

Dentro de los objetivos establecidos en el subprograma se establecen las siguientes:

- Instaurar áreas de conservación y protección de ecosistemas estratégicos.
- La educación ambiental como proyecto para adquirir los predios en recuperación o conservación de ecosistemas, donde se aplican las medidas de control para la cacería y comercio de fauna ilegal.

9.3.2. Programa producción sostenible

El establecimiento de actividades productivas agropecuarias estableciendo parámetros de sostenibilidad, degradación de los ecosistemas, por esto determinando los criterios de sostenibilidad en aquellos sistemas de producción degradación del ecosistema. En este programa el cual genera alternativas para el uso de suelos con procesos de degradación y la implementación de alternativas de uso para la ganadería extensiva y demás actividades extractivas, se busca fortalecer la UMATA, con la implementación alternativas de producción agroforestales y plantaciones forestales productoras-protectoras. (Tabla 17)

La implementación de vincular la comunidad con el concepto de extensión rural, donde se realiza el aporte de tecnologías agropecuarias compatibles con las condiciones ambientales económicas y socioculturales de la región.

Tabla 17. Proyecto 6

PROGRAMA	Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección
PROYECTO 6	Desarrollo de agroindustria con cadenas de valor
OBJETIVO DEL PROGRAMA	Mejoramiento socioeconómico de actores pertenecientes a la subcuenca, a través de la producción agropecuaria, forestal y de producción limpia y/o orgánica, para asegurar la seguridad alimentaria y la preservación de los recursos naturales.
OBJETIVO DEL PROYECTO	Fortalecimiento al sector de la comercialización de productos agroindustriales, a mediana y pequeña escala, priorizando el procesamiento de productos agropecuarios en oferta.
COMPONENTES	1. Realización de estudio de pre-factibilidad enfocados a la agroindustria a mediana y pequeña escala. 2. Capacitaciones empresariales para las organizaciones comunales, grupos de mujeres y emprendedores. 3. Fortalecimiento institucional para la agroindustria y cadenas de valor.
UBICACIÓN	Subcuenca del río Checua áreas con tierras de capacidad de uso 4.
DURACIÓN	Proyección a (10 años) se requiere por lo menos de largo o mediano plazo, para su mitigación.
INSTITUCIONES VINCULADAS A SU EJECUCIÓN	Instituciones líderes: UMATA, CCI; Instituciones socias: ONG, ministerio de agricultura

Nota: Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección. (Fuente: autor)

9.3.3. Programa de recuperación

9.3.3.1. Subprograma de saneamiento básico

El proyecto de enfoca a la preservación de las principales fuentes hídricas de la subcuenca, manteniendo la oferta de agua, con los parámetros de calidad como de cantidad, donde se requiere la involucración de los actores, para fomentar los bosques protectores y productores.

La estrategia para la implementación de proyecto de saneamiento básico ambiental, donde se regulan los recursos para la capacitación y el aprovechamiento

Como estrategia se propone la gestión para la ejecución de proyectos de saneamiento básico ambiental y de obras de regulación del recurso para su captación e implementación

del proyecto para la construcción e implementación de PTAR, para el saneamiento rural, donde se realice el seguimiento y evaluación de residuos de procesos industriales.

9.3.3.2. Subprograma de riesgos y amenazas

En los subprogramas se debe tener en cuenta áreas de amenaza alta y muy alta de incidencia de las amenazas identificadas en la zona de estudio. Proyectos encaminados a reforestación en áreas degradadas e inestables, mejoramiento de suelos, franjas de protección de los bordes de los ríos, construcción de obras de mitigación, limpieza de los cauces de las quebradas y explosión de rocas que sean obstáculo para el libre tránsito del agua. (Tabla 18)

La estrategia de este subprograma es capacitar a los actores en la concientización de la preservación de los recursos naturales y en la reforestación de áreas degradadas e inestables. (Tabla 19)

Tabla 18. Proyecto 7

PROGRAMA	Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección
PROYECTO 7	Reforestación y restauración ecológica
OBJETIVO DEL PROGRAMA	Restablecer el deterioro de las tierras de capacidad de uso 6 y la cobertura vegetal que se encuentra en zonas de inundación y deslizamiento; se debe mantener la cobertura vegetal como base en la producción agropecuaria y forestal sostenible y la generación de servicios ecosistémicos.
OBJETIVO DEL PROYECTO	Manejar las áreas reforestadas, para conservar y restaurar los recursos forestales, de esta manera promover los servicios ambientales que proveen estos ecosistemas.
COMPONENTES	1. Identificación de áreas prioritarias para reforestación con fines de conservación y protección de recursos forestales. 2. Restauración ecológica de zonas prioritarias en la cuenca.
UBICACIÓN	Parte alta y media subcuenca del río Checua
DURACIÓN	Proyección a (15 años) se requiere por lo menos de largo o mediano plazo, para su mitigación.
INSTITUCIONES VINCULADAS A SU EJECUCIÓN	Instituciones líderes: CAR; Instituciones socias: Umata, Municipio, Universidades, ONG, Organizaciones de productores y comunales, entre otra

Nota: Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección. (Fuente: autor)

Tabla 19. Proyecto 8

PROGRAMA	Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección
PROYECTO 8	Gestión para el mejoramiento del recurso hídrico
OBJETIVO DEL PROGRAMA	Mejoramiento en el manejo y la gestión de los recursos hídricos de la subcuenca involucrando a organizaciones y comunidades interesadas en la sostenibilidad del recurso hídrico, la conservación y la preservación de los recursos naturales.
OBJETIVO DEL PROYECTO	Mejorar la calidad del recurso hídrico, teniendo en cuenta fuentes naturales y sistemas de abastecimiento para consumo humano.
COMPONENTES	1. Monitoreo y evaluación de la calidad del recurso hídrico como fuentes y sistemas de abastecimiento. 2. Fortalecimiento de capacidades de gestión para mejorar la calidad del recurso hídrico para diferentes usos. 3. Gestión de información, comunicación, sensibilización y participación pública.
UBICACIÓN	Subcuenca del río Checua y veredas que lo conforman.
DURACIÓN	Proyección a (15 años) se requiere por lo menos de largo o mediano plazo, para su mitigación.
INSTITUCIONES VINCULADAS A SU EJECUCIÓN	Instituciones líderes: CAR; Instituciones socias: Umata, Municipio, Universidades, ONG, Organizaciones de productores y comunales, entre otra

Nota: Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección. (Fuente: autor)

9.3.4. Programa de restauración

9.3.3.1. Subprograma de restauración y uso sostenible de sistemas estratégicos

Al definir los alcances de la restauración donde se busca la implementación de procesos de regeneración natural (Tabla 20). Estos subproyectos establecen el desarrollo de bosques comerciales de maderas de alto valor agregado por su calidad, dependiendo de las condiciones agroclimáticas para el desarrollo ecológico, donde se priorice la preservación de la biodiversidad. (Tabla 21)

Tabla 20. Proyecto 9

PROGRAMA	Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección
PROYECTO 9	Establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales
OBJETIVO DEL PROGRAMA	Mejoramiento socioeconómico de actores pertenecientes a la subcuenca, a través de la producción agropecuaria, forestal y de producción limpia y/o orgánica, para asegurar la seguridad alimentaria y la preservación de los recursos naturales.
OBJETIVO DEL PROYECTO	Incrementar la producción de madera y de productos agroforestales, así como los servicios ambientales que proveen las plantaciones forestales.
COMPONENTES	1. Implementación de plantaciones agroforestales con rápido crecimiento y valor comercial. 2. Manejo de plantaciones y aprovechamiento forestal con enfoque de cadena productiva.
UBICACIÓN	Subcuenca del Río Checua áreas con vocación forestal
DURACIÓN	Proyección a (22 años) con turnos de aprovechamiento de 14, 18 y 22 años para diferentes especies forestales.
INSTITUCIONES VINCULADAS A SU EJECUCIÓN	Instituciones líderes: CAR; Instituciones socias: Umata, Municipio, Universidades, ONG, Organizaciones de productores y comunales, entre otra

Nota: Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección. (Fuente: autor)

Tabla 21. Proyecto 10

PROGRAMA	Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección
PROYECTO 10	Restauración y uso sostenible de sistemas estratégicos
OBJETIVO DEL PROGRAMA	Rehabilitar el estado actual de deterioro de las tierras con capacidad de uso 6 , priorizando las coberturas vegetal de las zonas que presenten limitaciones por deslizamiento e inundación; conservar la cobertura que sirve como bases a la producción agropecuaria y forestal, de esta forma generar servicios ecosistémicos.
OBJETIVOS DEL PROYECTO	Restaurar suelos degradados en áreas prioritarias que reúnan condiciones favorables para lograr su recuperación.
COMPONENTES	1. Caracterización de áreas prioritarias con suelos degradados y potencial para su restauración y protección. 2. Renovación de suelos degradados en sistemas productivos mediante tecnologías y buenas prácticas a nivel de fincas.
UBICACIÓN	Subcuenca del río Checua y veredas que lo conforman.

DURACIÓN	Proyección a (10 años) se requiere un procesos a largo plazo, para lograr los impactos deseados.
INSTITUCIONES VINCULADAS A SU EJECUCIÓN	Instituciones líderes: CAR; Instituciones socias: Umata, Municipio, Universidades, ONG, Organizaciones de productores y comunales, entre otra

Nota: Programa preservación de áreas con fines de conservación y protección. (Fuente: autor)

10. CONCLUSIONES

En el desarrollo de la propuesta de manejo de la subcuenca río Checua en los municipios de Cogua, Cucunubá, Nemocón, Suesca y Tausa (Cundinamarca), se realizó el estudio de la información secundaria del recurso hídrico, ofreciendo una contextualización general del territorio, cumpliendo de esta manera los objetivos a cabalidad, donde podemos concluir que:

- La caracterización ambiental de la subcuenca, con la información secundaria utilizada en esta propuesta permitió identificar las características, del medio biofísico (clima, geología, geomorfología, suelos, flora y fauna) al igual que aspectos hidrológicos, zonificación ambiental de la subcuenca del río Checua.
- Según lo consultado tiene una oferta hídrica que abastece a la demanda de agua de los diferentes municipios, ya que el índice de escasez es medio, pero existen algunas restricciones por la pérdida de calidad del recurso hídrico, debido a los vertimientos domésticos y el uso de agroquímicos en actividades agropecuarias.
- Dentro del análisis de la información, el estudio detallado, nos brindó datos sobre las limitantes de los suelos en la zona de estudio y definir la clasificación de uso de las tierras, la cual en su mayoría son las clases (4) y (6) cuyos usos se encuentra en servicios agroforestales, silvopastoriles, forestales de producción protección.

La identificación de los diferentes conflictos con relación al uso del agua, presentes en la subcuenca:

- El uso muy inadecuado del suelo concuerda con las áreas desprovistas de vegetación o cobertura y con áreas de amenaza alta en remoción del suelo, influenciada por los manejos inadecuados y por la presencia de coluvios de remoción y fallas, en estas áreas debe realizar los subprogramas para conservación y restauración.
- El deterioro de la biodiversidad, principalmente la flora y fauna, la cual transforma el ecosistema de los pastos, agroecosistemas pecuarios, agroecosistemas agrícolas y la vegetación secundaria, traen como consecuencia la pérdida de hábitat de las especies de la zona, los subprogramas correspondientes deben estar encaminados a la preservación y restauración de las especies en áreas afectadas.
- El conflicto de uso del agua principalmente es por la contaminación de los ríos por aguas no tratadas para disminuir la alta carga orgánica, en este sentido los subprogramas deben estar encaminados a la protección de las fuentes hídricas.
- Las diferentes amenazas encontradas en la zona de estudio como lo son los deslizamientos, incendios, inundaciones, contaminación de agua, suelo y aire, y

degradación de recursos naturales, los subprogramas encaminados para mitigar los riesgos deben ser trabajados en común acuerdo la CAR, el municipio y la comunidad que interviene en la cuenca.

La definición de los programas y subprogramas para la zonificación ambiental de la subcuenta:

- En los programas para el manejo ambiental como estrategia, de incorporación de los principales actores, para la construcción participativa y de autogestión, para el desarrollo y la actualización instalada sea de mayor capacidad.

11. RECOMENDACIONES

La realización de estudios actualizados en cuanto a la oferta hídrica de la subcuenca ya que la información consultada es antigua y no tiene en cuenta el cambio climático ni el crecimiento de la población del municipio, así como el actual caudal de la subcuenca que es probable este disminuido por el uso inadecuado, debido a esto la disminución de la fauna y la flora.

Se recomienda en los perfiles de los proyectos seguir una investigación de tipo financiero para conocer el costo real de los proyectos Nemocón, según los estudios consultados por su paisaje fuertemente quebrado y específicamente la cuenca del río Checua en las áreas de pendientes mayores al 25%, por esta razón se recomienda realizar un estudio de riesgos y amenazas a escala detallada para conocer específicamente las áreas más afectadas.

12 BIBLIOGRAFÍA

- CAR. (2006). *PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO BOGOTA*. Bogotá: Corporación autónoma regional de Cundinamarca.
- Duran santos, d. m. (2011). *PERFIL AMBIENTAL DE LA SUBCUENCA DEL RÍO NEUSA*. Bogotá: Alcaldía Municipio de Nemocón. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14869/T41.11%20D931p.pdf?sequence=1>
- FOPAE. (2012). *METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE RIESGO*. Bogotá.
- HELMENS, K. (1995). *Memoria explicativa de los mapas del Neógeno y Cuaternario de la Sabana de Bogotá-cuenca alta del río Bogotá*. Bogotá: IGAC, Análisis Geográficos.
- IGAC. (2000). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Cundinamarca*. Bogotá: INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI.
- IGAC. (2001). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca*. Bogotá: INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI.
- IGAC. (2013). *Estudio detallado de suelos Sabana III*. Bogotá: INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI.
- JULIVERT. (1963). *Los rasgos tectónicos de la región de la Sabana de Bogotá y los mecanismos de formación de estructuras*. Bucaramanga: UIS (Boletín de Geología).
- Minambiente. (2014). *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas POMCAS*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Montoya, D. R. (2005). *Geología de la Sabana de Bogotá*. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería. Ingeominas.
- PDM. (2016). *Municipio de Nemocón*. Obtenido de http://sabanacentrocomovamos.org/wp-content/uploads/2016/05/Preliminar-PDM-Nemoc%C3%B3n_1.pdf
- Suarez, L. N. (2016). *ESTADO DE LA INFORMACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO PARA EL MUNICIPIO DE*. Bogotá. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4779/1/ZamudioSuarezLadyNataly2016.pdf>
- VAN DER HAMMEN. (2003). *La estratigrafía e historia del Neógeno y Cuaternario de la cuenca alta del río Bogotá: una evaluación después de completar el mapeo*. Bogotá: IGAG, Análisis Geográficos. 26:101-122 p.

VAN DER HAMMEN, T. y HELMENS, K. (1995). *Memoria explicativa de los mapas del Neogeno y Cuaternario de la Sabana de Bogotá, Cuenca alta del río Bogotá*. Bogotá: INSTITUTO GEOGRAFICO AGUZZIN CODAZZI.

13 ANEXOS

Verificar archivo anexos (1) y (2)