



**ESTIMACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CUENCA ALTA DE LA
QUEBRADA LA NONA Y VALORACIÓN DE PELIGROS NATURALES Y
ANTRÓPICOS DE SU ZONA DE PROTECCIÓN EN EL MUNICIPIO DE
MARSELLA. RISARALDA**

Víctor Alfonso Agudelo Arias

Código 20481829937

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería civil

Pereira, Colombia

2021

**ESTIMACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CUENCA ALTA DE LA
QUEBRADA LA NONA Y VALORACIÓN DE PELIGROS NATURALES Y
ANTRÓPICOS DE SU ZONA DE PROTECCIÓN EN EL MUNICIPIO DE
MARSELLA. RISARALDA**

Víctor Alfonso Agudelo Arias

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero civil

Director:

Ingeniero Octavio Andrés Aguirre Jaramillo

Línea de Investigación:

Gestión integrada del recurso hídrico

Grupo de Investigación:

Grupo de Investigación GRESIA

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería civil

Pereira, Colombia

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado ESTIMACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CUENCA ALTA DE LA QUEBRADA LA NONA Y VALORACIÓN DE PELIGROS NATURALES Y ANTRÓPICOS DE SU ZONA DE PROTECCIÓN EN EL MUNICIPIO DE MARSELLA. RISARALDA, Cumple con los requisitos para optar al título de Ingeniero civil.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Contenido

	Pág.
Lista de Figuras	XIII
Lista de tablas	XIII
Lista de Símbolos y Abreviaturas	XVI
Agradecimientos	10
Resumen	2
Abstract	3
Introducción.....	4
1. Antecedentes	7
1.1 Antecedentes internacionales	7
1.2 Antecedentes nacionales	9
2. Objetivos	11
2.1 Objetivo general	11
2.2 Objetivos específicos	11
3. Justificación	12
4. Marco Teórico	13
4.1 Clasificación de la cuenca	13
4.1.1 Por su tamaño geográfico	13
4.1.2 Por su ecosistema.....	13
4.1.3 Por su objetivo	14
4.1.4 Por su relieve	15
4.1.5 Por la dirección de evacuación de las aguas.....	15
4.1.6 Por su función.....	15
4.2 Parámetros morfo métricos.....	16
4.2.1 Ancho de la cuenca.....	16

4.2.2	Ancho promedio	16
4.2.3	Coefficiente o factor de forma (Rf)	17
4.2.4	Orden de la corriente principal	18
4.2.5	Coefficiente de forma (Kf).....	18
4.2.6	Radio o relación de elongación (Re)	18
4.2.7	Relación de relieve (Rr).....	19
4.2.8	Curva hipsométrica.....	19
4.2.9	Coefficiente de masividad.....	19
4.2.10	Relación hipsométrica	20
4.2.11	Coefficiente orográfico	21
4.2.12	Longitud máxima o recorrido fuente principal.....	21
4.2.13	Longitud de la cuenca.....	21
4.2.14	Longitud del cauce hasta el punto más cercano al centroide.....	21
4.2.15	Índice o coeficiente de compacidad (Kc)	22
4.2.16	Índice de alargamiento.....	22
4.2.17	Relación de circularidad (Cc)	23
4.2.18	Cálculo de distancias	23
4.2.19	Área de la cuenca.....	23
4.2.20	Perfiles	24
4.2.21	Pendiente	24
4.2.22	Análisis de drenes o drenajes.....	25
4.2.23	Análisis líneas de los drenajes de la cuenca	25
4.2.24	Densidad de drenaje.....	26
4.2.25	Frecuencia de drenaje	27
4.2.26	Análisis patrones de drenaje	27
4.2.27	Densidad hidrológica.....	28
4.2.28	Tiempo de concentración.....	29
4.2.29	Perímetro	29
4.2.30	Longitud axial.....	29
4.3	Parámetros Geomorfológicos	29
4.3.1	Aspectos generales	29
4.4	Metodología Estimación de Impactos Ambientales Conesa-Fernandez	30
4.4.1	Signo (+ o -):	33
4.4.2	Intensidad (I):	34
4.4.3	Extensión (EX):.....	34
4.4.4	Momento (MO)	34
4.4.5	Persistencia (PE).....	34
4.4.6	Reversibilidad (RE).....	35
4.4.7	Sinergia (SI).....	35
4.4.8	Acumulación (AC)	35
4.4.9	Efecto (EF)	36
4.4.10	Periodicidad (PR)	36
4.4.11	Recuperabilidad (MC).....	36
4.5	Metodología Estimación de Impactos Ambientales Matriz Leopold	39
4.6	Matriz de Probabilidad-Impacto.....	49

5. Marco Geográfico50

6. Diseño Metodológico	52
6.1 Técnica recolección de información.....	53
6.1.1 Trabajo en campo	54
6.1.2 Encuesta.....	55
6.1.3 Población y muestra.....	55
6.1.4 Entrevista.....	56
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
7.1 Caracterización y Clasificación de la cuenca hidrográfica.....	57
7.1.1 Por su tamaño geográfico	57
7.1.2 Por su ecosistema.....	57
7.1.3 Por su objetivo	58
7.1.4 Por su relieve	58
7.1.5 Por la dirección de evacuación de las aguas.....	58
7.1.6 Por su función.....	58
7.2 Ubicación geográfica.....	59
7.2.1 Delimitación de la cuenca.....	61
7.3 Parámetros Morfo métricos	63
7.3.1 Ancho de la cuenca.....	63
7.3.2 Ancho promedio	64
7.3.3 Coeficiente o factor de forma (Rf)	64
7.3.4 Orden de la corriente principal	64
7.3.5 Coeficiente de forma (Kf).....	66
7.3.6 Radio o relación de elongación (Re)	66
7.3.7 Relación de relieve (Rr).....	66
7.3.8 Coeficiente de masividad.....	66
7.3.9 Coeficiente orográfico	66
7.3.10 Longitud máxima o recorrido fuente principal.....	66
7.3.11 Longitud de la cuenca.....	68
7.3.12 Longitud del cauce hasta el punto más cercano al centroide.....	68
7.3.13 Índice o coeficiente de compacidad (Kc)	70
7.3.14 Índice de alargamiento.....	70
7.3.15 Relación de circularidad (Cc)	70
7.3.16 Área de la cuenca.....	70
7.3.17 Área de protección de la cuenca	72
7.3.18 Pendiente	74
7.3.19 Análisis de drenajes	74
7.3.20 Análisis de líneas de los drenajes de la cuenca	74
7.3.21 Densidad de drenaje.....	74
7.3.22 Frecuencia de drenaje	74
7.3.23 Análisis patrones de drenaje	74
7.3.24 Tiempo de concentración.....	76
7.3.25 Perímetro	76
7.3.26 Longitud axial.....	78
7.4 Estimación del Impacto Ambiental por la Metodología de Conesa, Fernández	81

7.4.1	Identificación de acciones que pueden causar impacto	81
7.5	Identificación de los componentes ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos.....	82
7.6	Acciones generadoras de impacto ambiental.....	85
7.7	Evaluación del impacto ambiental.....	89
7.8	Estimación del Impacto Ambiental por la Metodología de Matriz de Leopold	94
7.8.1	Identificación de acciones que pueden causar impacto	94
7.9	Identificación de Acciones que pueden Causar Impacto Ambiental	95
7.10	Evaluación del impacto ambiental metodología Leopold	97
7.11	Encuesta realizada a la comunidad	101
7.12	Entrevista Guardabosques de la reserva natural	107
7.13	Matriz de probabilidad-impacto	108
7.14	Medidas de manejo ambiental	109
CONCLUSIONES		111
RECOMENDACIONES		115
Bibliografía.....		116
ANEXOS		122

Lista de Figuras

	Pág.
Ilustración 5-1 Delimitación cuenca alta, media y baja	51
Ilustración 7-1 Ubicación de la cuenca en el municipio de Marsella-Risaralda	60
Ilustración 7-2 Delimitación de la cuenca.....	62
Ilustración 7-3 Ancho de la cuenca	63
Ilustración 7-4 Orden de la corriente principal	65
Ilustración 7-5 Longitud máxima o recorrido fuente principal	67
Ilustración 7-6 Longitud del cauce hasta el punto más cercano al centroide	69
Ilustración 7-7 Área de la cuenca.....	71
Ilustración 7-8 Área total y de protección de la cuenca	73
Ilustración 7-9 Análisis patrones de drenaje	75
Ilustración 7-10 Perímetro de la cuenca	77

Lista de tablas

	Pág.
<i>Tabla 1.1-1 Consolidación trabajo investigativo Natale y otros</i>	7
<i>Tabla 1.1-2 Consolidación trabajo investigativo Ramos, Berroterán & Najul</i>	8
<i>Tabla 1.2-1 Consolidado trabajo investigativo Cerón Vivas y otros</i>	9
<i>Tabla 1.2-2 Consolidado trabajo investigativo Andrade Ortiz & Flórez Guarín.....</i>	9
<i>Tabla 1.2-3 Consolidado trabajo investigativo Zapata Cedeño & Ocampo Soto.....</i>	10
<i>Tabla 1.2-4 Consolidado trabajo investigativo Castañeda Basto, Gómez Sánchez & Redondo Fino.....</i>	10
<i>Tabla 4.2-1 Valores para interpretar la forma geométrica de la cuenca</i>	17
<i>Tabla 4.2-2 Coeficiente de masividad que permite definir el relieve de la cuenca.....</i>	20
<i>Tabla 4.2-3 Indicador de equilibrio morfológico en una cuenca.....</i>	20
<i>Tabla 4.2-4 Coeficiente de compacidad que permite identificar la forma de la cuenca.....</i>	22
<i>Tabla 4.2-5 Identificación del tipo de relieve de acuerdo al porcentaje de pendiente</i>	24
<i>Tabla 4.2-6 Clasificación de la textura de drenaje de la cuenca de acuerdo a su densidad</i>	26
<i>Tabla 4.3-1 Procesos geomorfológicos presentes en cuencas</i>	30
<i>Tabla 4.4-1 Indicadores de evaluación medio abiótico</i>	31
<i>Tabla 4.4-2 Indicadores de evaluación medio biótico</i>	32
<i>Tabla 4.4-3 Indicadores de evaluación medio socioeconómico y cultural</i>	32
<i>Tabla 4.4-4 Indicadores de evaluación medio perceptual</i>	33
<i>Tabla 4.4-5 Rangos para el cálculo de la importancia</i>	36
<i>Tabla 4.4-6 Definición de la importancia de los impactos negativos</i>	38
<i>Tabla 4.4-7 Definición de la importancia de los impactos positivos</i>	38
<i>Tabla 4.5-1 Ventajas y desventajas de la utilización de la metodología de Leopold.....</i>	39
<i>Tabla 4.5-2 Acciones listadas en el eje horizontal de la matriz de Leopold</i>	40
<i>Tabla 4.5-3 Factores listados en el eje vertical de la matriz de Leopold</i>	43
<i>Tabla 4.5-4 Magnitud de la alteración de impactos negativos</i>	48
<i>Tabla 4.5-5 Magnitud de la alteración de impactos negativos</i>	48
<i>Tabla 4.6-1 Calificación de amenazas</i>	49
<i>Tabla 7.3-1 Caracterización ,clasificación y parámetros morfométricos de la cuenca</i>	78
<i>Tabla 7.4-1 Actividades antrópicas.....</i>	81
<i>Tabla 7.5-1 Indicadores de evaluación medio abiótico</i>	83
<i>Tabla 7.5-2 Indicadores de evaluación medio biótico</i>	83
<i>Tabla 7.5-3 Indicadores de evaluación medio socioeconómico y cultural</i>	84
<i>Tabla 7.5-4 Indicadores de evaluación medio perceptual</i>	85
<i>Tabla 7.6-1 Acciones generadoras de impacto ambiental</i>	85
<i>Tabla 7.7-1 Matriz de identificación de impactos ambientales.....</i>	90
<i>Tabla 7.7-2 Evaluación del impacto ambiental.....</i>	92

<i>Tabla 7.8-1</i> Identificación actividades antrópicas	94
<i>Tabla 7.9-1</i> Acciones que causan impacto en la modificación del régimen	95
<i>Tabla 7.9-2</i> Factores ambientales y condiciones biológicas.....	96
<i>Tabla 7.10-1</i> Evaluación de impactos negativos Matriz de Leopold	98
<i>Tabla 7.10-2</i> Evaluación de impactos positivos Matriz de Leopold	99
<i>Tabla 7.1-1</i> Pregunta 1 encuesta.....	102
<i>Tabla 7.1-2</i> Pregunta 2 encuesta.....	102
<i>Tabla 7.1-3</i> Pregunta 3 encuesta.....	102
<i>Tabla 7.1-4</i> Pregunta 4 encuesta.....	103
<i>Tabla 7.1-5</i> Pregunta 5 encuesta.....	103
<i>Tabla 7.1-6</i> Pregunta 6 encuesta.....	103
<i>Tabla 7.1-7</i> Pregunta 7 encuesta.....	104
<i>Tabla 7.1-8</i> Pregunta 8 encuesta.....	104
<i>Tabla 7.1-9</i> Pregunta 9 encuesta.....	104
<i>Tabla 7.1-10</i> Pregunta 10 encuesta.....	105
<i>Tabla 7.1-11</i> Pregunta 11 encuesta.....	105
<i>Tabla 7.1-12</i> Pregunta 12 encuesta.....	106
<i>Tabla 7.1-13</i> Pregunta 13 encuesta.....	106
<i>Tabla 7.1-14</i> Pregunta 14 encuesta.....	106
<i>Tabla 7.1-15</i> Pregunta 15 encuesta.....	107
<i>Tabla 7.3-1</i> Calificación matriz de probabilidad-impacto.....	108

Lista de Símbolos y Abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI
<i>a</i>	Ancho máximo de la cuenca	km
<i>A</i>	Área de la cuenca	km ²
<i>AC</i>	Acumulación de una acción de impacto ambiental	Adimensional
<i>Ap</i>	Ancho promedio	km
<i>Bm</i>	Anchura media de la Cuenca	km
<i>Cc</i>	Relación de circularidad	Adimensional
<i>Co</i>	Coefficiente orográfico	Adimensional
<i>d</i>	Distancia medida en el plano	km
<i>D</i>	Distancia recta	km
<i>Dd</i>	Densidad de drenaje	Adimensional
<i>E</i>	Denominador de escala	Adimensional
<i>EF</i>	Efecto directo o secundario de una acción de impacto ambiental	Adimensional
<i>Ex</i>	Extensión de una acción de impacto ambiental	Adimensional
<i>F</i>	Frecuencia de drenaje	Adimensional
<i>Fhid</i>	Densidad hidrológica	Adimensional
<i>h</i>	El punto más alto de la divisoria de la cuenca	m
<i>H med</i>	Altura media de la cuenca	m
<i>I</i>	Intensidad o incidencia de una acción de impacto ambiental sobre un factor	Adimensional
<i>Kc</i>	Índice o coeficiente de compacidad	Adimensional
<i>Km</i>	Coefficiente de masividad	Adimensional
<i>La</i>	Índice de alargamiento	Adimensional
<i>Lax</i>	Longitud axial	km
<i>Lc</i>	Longitud de la cuenca	km
<i>Lmáx</i>	Longitud máxima o recorrido principal	km
<i>Lt</i>	Longitud de drenes	km
<i>MC</i>	Recuperabilidad del efecto de la acción de impacto ambiental	Adimensional
<i>Mo</i>	Momento o duración de una acción de impacto ambiental	Adimensional
<i>Nd</i>	Numero de drenes	Adimensional
<i>Nt</i>	Suma de segmentos de drenaje	Adimensional

Símbolo	Término	Unidad SI
<i>Re</i>	Radio o relación de elongación	Adimensional
<i>Tc</i>	Tiempo de concentración	s
<i>P</i>	Perímetro de la cuenca	km
<i>Pe</i>	Pendiente	%
<i>PE</i>	Persistencia de una acción de impacto ambiental	Adimensional
<i>PR</i>	Periodicidad de una acción de impacto ambiental	Adimensional
<i>Rh</i>	Relación hipsométrica	Adimensional
<i>Rf</i>	Coefficiente o factor de forma	Adimensional
<i>Rr</i>	Relación de relieve	Adimensional
<i>RV</i>	Reversibilidad o plazo de reversar de una acción de impacto ambiental	Adimensional
<i>SI</i>	Sinergia o suma de varias acciones que generan impacto ambiental	Adimensional
<i>S_s</i>	Área sobre la curva hipsométrica	km ²
<i>S_i</i>	Área bajo la curva hipsométrica	km ²
<i>Kf</i>	Coefficiente de forma	Adimensional

Símbolos con letras griegas

Símbolo	Término	Unidad SI
π	Pi	
Δ	Delta diferencia entre alturas extremas de la cuenca	

Agradecimientos

Agradezco a Dios por brindarme sabiduría y fuerza para llevar a cabo este trabajo y proyectarme como un futuro ingeniero.

A mi madre que donde quiera que este sé que estará muy orgullosa de los logros alcanzados, por ser un apoyo incondicional y brindarme todo lo que me ha servido para ser hombre de bien y darme todas las cualidades para ser un futuro profesional con principios.

A mi esposa Lina María López y mi hija María Paz que han sido un apoyo incondicional en todos los procesos y espero poder recompensar todo el tiempo que no he podido compartir con ellas.

A mi familia, en especial a mi hermana Lilian Amparo y mi hermano Juan Manuel, por su especial apoyo y dedicación con el fin de poder realizar y poder culminar con éxito mis estudios profesionales.

A los docentes de la universidad, en especial al ingeniero Octavio Aguirre que a través de sus conocimientos me ha encaminado a la realización del presente documento.

Resumen

La cuenca de la quebrada la Nona, es de vital importancia tanto hidrica como ambiental para el municipio de Marsella, de su afluente principal de abastece dicho municipio y varios acueductos comunitarios y de ahí el interes en realizar un análisis detallado de sus características geomorfológicas y los impactos ambietales en ella presentes. Dentro de los impactos identificados se encontraron cultivos de café, cultivos mixtos, ganadería y agricultura tecnificada. El diseño metodologico de la presente investigación se realizó gracias a visitas de campo y recopilación de información a traves de la aplicación de una encuesta y entrevista a habitantes de la zona, tambien de información hídrica, geográfica y cartográfica de portales como; IGAC, DANE, CARDER, SIAC y SIAE por medio de los cuales se obtuvieron archivos shape analizados a traves del programa ARCGIS 10.4 de uso educativo. Como resultado se obtuvo la caracterización geomorfológica de la cuenca de la quebrada la Nona, evaluación de impactos ambientales por dos metodologías complementarias y conclusión de que la cuenca alta de la quebrada necesita con urgencia el cuidado de su área protegida por la ausencia de planes de gestión y conservación, además de graves acciones antrópicas evidenciadas.

Palabras clave: Cuenca quebrada la nona, impacto ambiental.

Abstract

The basin of the La Nona stream is of vital importance both hydric and environmental for the municipality of Marsella, its main tributary supplies said municipality and several community aqueducts and hence the interest in carrying out a detailed analysis of its geomorphological characteristics and the environmental impacts present in it. Among the impacts identified were coffee crops, mixed crops, livestock and technical agriculture. The methodological design of this research was carried out thanks to field visits and information gathering through the application of a survey and interview to habitants of the area, as well as water, geographic and cartographic information from portals such as; IGAC, DANE, CARDER, SIAC and SIAE through which shape files analyzed through the ARCGIS 10.4 program for educational use were obtained. As a result, the geomorphological characterization of the La Nona stream basin was obtained, as well as an evaluation of environmental impacts by two complementary methodologies and the conclusion that the upper basin of the stream urgently needs the care of its protected area due to the absence of management plans. and conservation, in addition to serious anthropic actions evidenced.

Keywords: Quebrada la nona, basin, environmental impact.

Introducción

La quebrada la Nona nace en la serranía alto del nudo a 2.000 msnm, descendiente por diferentes lugares del municipio de Marsella y finalmente desemboca en el Rio Cauca en el sitio conocido como Beltrán, en su recorrido es fuente hídrica de varios acueductos comunitarios entre los cuales se destacan los de las veredas el Rayo, la Convención y el Zurrumbo además del acueducto municipal de Marsella que, a través de bocatomas de rejilla captan el agua de la quebrada para su uso y aprovechamiento. En el año 2015 la quebrada la Nona y la quebrada el Maní abastecía a 3.005 suscriptores del servicio de acueducto (Superintendencia delegada para acueducto, alcantarillado y aseo dirección técnica de gestión de acueducto y alcantarillado, 2016). En la actualidad la empresa de servicios públicos de Marsella no ha reportado la cantidad de suscriptores que posee de acuerdo a la información que reposa en el SIU (Superintendencia de servicios públicos domiciliarios, 2021) y de acuerdo al informe de control beneficia a cerca de 13.348 personas del área urbana, pero no tienen una estimación del impacto ambiental que les permita conocer el estado de la fuente hídrica y sus áreas de influencia (Superintendencia delegada para acueducto, alcantarillado y aseo dirección técnica de gestión de acueducto y alcantarillado, 2016).

De acuerdo a la ley 1955 de 2019, las entidades medio-ambientales del orden nacional y departamental tienen entre sus obligaciones velar por la protección y conservación de las fuentes hídricas, para esto cada una de las entidades crea de acuerdo a su importancia ambiental áreas de protección forestal o parques nacionales naturales con el fin de preservar las fuentes hídricas sin dejar de lado las actividades económicas que son desarrolladas por la población que habita el área (Congreso de la República de Colombia, 2019,25 de Mayo)

En el departamento de Risaralda la autoridad ambiental es la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) quien de acuerdo a los lineamientos que dicta la ley 1955 de 2019 debe realizar las delimitaciones y generar las áreas de protección que estime convenientes. (Congreso de la República de Colombia, 2019, 25 de Mayo)

Indagado sobre el cumplimiento dispuesto en la ley 1955 de 2019 se encontró que por medio del proyecto de acuerdo 037 se realizó la creación del área de protección “Por el cual se declara área de reserva forestal protectora una zona de 604 hectáreas, ubicadas en jurisdicción del municipio de Marsella- Departamento de Risaralda” (Instituto nacional de los recursos naturales renovables y del ambiente-INDERENA, 1979) posteriormente a través de la resolución ejecutiva No 48 del año 1980 resuelve que:

...Aprobar el acuerdo de la junta directiva del instituto nacional de los recursos naturales renovables y del ambiente-INDERENA-, acuerdo No 037 de 1979 por el cual se declara área de reserva forestal protectora una zona de 604 hectáreas, ubicadas en jurisdicción del municipio de Marsella- Departamento de Risaralda (Ministerio de agricultura, 1980).

De acuerdo a lo anterior han pasado cerca de 40 años desde la creación del área de protección, en el transcurso de este tiempo se ha realizado una baja cantidad de estudios a la cuenca de la quebrada la Nona, siendo uno de los últimos el llevado a cabo en el año 2019 que busca principalmente una nueva organización territorial de la quebrada como parte del paisaje cultural cafetero, lo que hace necesario conocer el estado actual de la cuenca y la quebrada, estimación del impacto ambiental ya que a través de los estudios se tienen datos históricos no actualizados, teniendo en cuenta afectaciones al área de protección, uso del suelo inadecuado, vertimientos de aguas poco tratadas, crecimiento demográfico y expansión urbana (Gallego

Maldonado, 2019). En consecuencia, se hace necesario determinar en qué estado ambiental se encuentra la parte alta del área de protección forestal de la cuenca de la quebrada la Nona, que comprende el recorrido de la quebrada desde su nacimiento hasta el último sitio de captación conocido como bocatoma la Nona, ubicado 500m aguas debajo de la escuela de la vereda la Convección.

1. Antecedentes

Para indagar sobre el estado del conocimiento actual se realizó la búsqueda de información relacionada con estudios que se han llevado a cabo en temas afines o similares al planteado, la búsqueda se ejecutó a través del meta buscador (Scopus, s.f.) en cuyo buscador de documentos se ingresaron palabras clave o keywords para la búsqueda tales como Cuenca-ambientConservation-Ecosystems- Area protected

Se obtuvo por cada par de palabras ingresadas un mínimo de 60 artículos o publicaciones relacionadas las cuales fueron revisadas una a una, encontrando que algunas simplemente se asemejaban en su título pero la investigación llevada a cabo disernia de lo que se pretendia encontrar como parte complementaria para lograr el desarrollo de los objetivos propuestos, finalmente se escogieron 3 artículos internacionales y 5 investigaciones de carácter nacional en las cuales su metodología para la obtención de la información y los resultados obtenidos se asimilan a los que se quieren alcanzar con el proyecto de investigación planteada, ya que estos últimos al inicio de las investigaciones estudian la geomorfología de la cuenca.

1.1 Antecedentes internacionales

Tabla 1-1

Consolidación trabajo investigativo Natale y otros

Autores y país	Natale, E. Arana,M. Villalba,G. Reinoso,H. De la Reta,M. Oggero, A. (Argentina)
Título	Caracterización y estado de conservación de la vegetación ribereña de la cuenca media del río Cuarto (Córdoba, Argentina)
Tipo de documento	Artículo

Fuente	Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica Open Access Volumen 54, Número 1, 1 de marzo de 2019
Palabras clave búsqueda Scopus	Cuenca-ambient
Metodología	Selección de información, limitación de la cuenca objeto de estudio.
Información de interés para mi proyecto de investigación	Recomendaciones de manejo ambiental para la preservación y mejoramiento de la cuenca que serán presentadas a la entidad municipal que tenga jurisdicción con la cuenca y quebrada que se estudia.

Nota: Autoría propia tomada de (Natale, y otros, 2019)

Tabla 1-2

Consolidación trabajo investigativo Ramos, Berroterán & Najul

Autores y país	Ramos, M., Berroterán, D., Najul, M.V.
Título	Patrones de ocupación del territorio en la cuenca media del Río Tuy y su impacto en la calidad del agua.
Tipo de documento	Artículo
Fuente	Universidad central de Venezuela, revista de la Facultad de Ingeniería 29, 2014
Palabras clave búsqueda Scopus	Conservation-Ecosystems
Metodología	Análisis de curvas de nivel, canales, zonas de inundación, ríos y quebradas tributarias del principal.
Información de interés para mi proyecto de investigación	Caracterización del río, conocimientos geomorfológicos de la zona que pueden ser aplicados al proyecto con los datos de la región de la cuenca que estudio, análisis morfo métrico y cantidades que pueden ser medidas o consultadas para el desarrollo de la propuesta.

Nota: Autoría propia tomada de (Ramos, Berroterán, & Najul, 2014)

1.2 Antecedentes nacionales

Tabla 1-3

Consolidado trabajo investigativo Cerón Vivas y otros

Autores y país	Cerón-Vivas, A., Gamarra, Y., Villamizar, M., Restrepo, R., Arenas, R. (Colombia).
Título	Calidad de agua de la quebrada Mamarramos. Santuario de Flora y Fauna Iguaque, Colombia
Tipo de documento	Artículo
Fuente	Instituto mexicano de tecnología del agua, 2019
Palabras claves búsqueda Scopus	Área protected
Metodología	Toma de muestras y especímenes en situ, cálculo índices de calidad, caracterización de la zona de estudio.
Información de interés para mi proyecto de investigación	Análisis e interpretación de la información físico-química de la calidad del agua encontrada, comparativo muestras obtenidas vs índices recomendados por entidades de salud.

Nota: Autoría propia tomada de (Ceron Vivas, Gamarra, Villamizar, Restrepo, & Arenas, 2019)

Tabla 1-4

Consolidado trabajo investigativo Andrade Ortiz & Flórez Guarín

Autores y país	Andrade Ortiz, S. (Colombia).
Título	Conservación microcuenca hidrográfica la bella municipio de Pereira (Risaralda)
Tipo de documento	Tesis de grado
Fuente	Repositorio universidad libre
Metodología	Caracterización y cálculo de variables de la zona de estudio.
Información de interés para mi proyecto de investigación	Método de cálculo de las diversas variables geomorfológicas presentes en una cuenca.

Nota: Autoría propia tomada de (Andrade Ortiz & Flórez Guarín, 2013)

Tabla 1-5

Consolidado trabajo investigativo Zapata Cedeño & Ocampo Soto

Autores y país	Zapata Cedeño, R. Ocampo Soto, N (Colombia).
Título	Diagnóstico ambiental de la zona forestal protectora (ZFP) y evaluación del impacto ambiental de la cuenca del río Cestilla municipio de Pereira-Risaralda
Tipo de documento	Tesis de grado
Fuente	Biblioteca universidad Antonio Nariño
Metodología	Caracterización y cálculo de variables de la zona de estudio evaluación de impacto ambiental metodología Conesa Fernandez.
Información de interés para mi proyecto de investigación	Método de cálculo de las diversas variables geomorfológicas presentes en una cuenca, método de análisis del impacto ambiental por la metodología de Conesa Fernandez.

Nota: Autoría propia tomada de (Zapata Cedeño & Ocampo soto, 2019)

Tabla 1-6

Consolidado trabajo investigativo Castañeda Basto, Gómez Sánchez & Redondo Fino

Autores y país	Castañeda Basto, M. Gómez Sánchez, I. Redondo Fino, Raúl(Colombia).
Título	Diagnóstico técnico y operativo del sistema de acueducto de Combia administrado por la E.S.P Acuacombia
Tipo de documento	Tesis de grado
Fuente	Biblioteca universidad Antonio Nariño
Metodología	Levantamiento y análisis de características de los diferentes componentes de un sistema de acueducto.
Información de interés para mi proyecto de investigación	Caracterización de la población de la zona de influencia con datos de la empresa prestadora del servicio de acueducto. Identificación de actividades económicas de la población del municipio de Marsella.

Nota: Autoría propia tomada de (Castañeda Basto, Gómez Sánchez, & Redondo Fino, 2020)

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Realizar la evaluación del impacto ambiental de las acciones antrópicas que se presentan en la cuenca alta de la quebrada la Nona ubicada en el municipio de Marsella.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterización y parametrización de la cuenca de la quebrada La Nona.
- Realizar la evaluación del impacto ambiental a través de dos metodologías complementarias.
- Realizar una matriz de riesgos de probabilidad-impacto.

La primera identificación tenía planteado la ejecución de cerca de 50 encuestas a lo largo de la cuenca pero por el tema de los cierres viales y los deslizamientos de tierra no se pudo visitar la zona, es por esto que se abordó exclusivamente la parte alta de la cuenca.

3. Justificación

En relación a la pregunta de investigación, resulta muy oportuno realizar el presente estudio toda vez que se cuenta con muy poca información del impacto ambiental de la cuenca y no es posible equiparar la mejor forma en que se pueda conservar y proteger este recurso natural de gran importancia para el municipio de Marsella y sus alrededores.

Dado que una de las áreas del conocimiento de la ingeniería civil corresponde al aprovechamiento de los recursos hídricos no renovables, se hace importante el desarrollo de este tipo de investigación por que aporta directamente a una de las fortalezas y conocimientos que se deben tener como profesionales.

El interés de realizar esta investigación nace como una necesidad de conservación de la cuenca hidrográfica de la quebrada la Nona, este último es un recurso de vital importancia para las actividades humanas que se desarrollan, se busca un uso racional del agua y brindar a los pobladores beneficiados herramientas e incentivos de proteger los recursos naturales buscando un equilibrio entre sus actividades económicas y la armonía ecológica del área de protección. (Arias Villa & Valencia Ortiz, 2010)

La modalidad escogida de proyecto de investigación se hace con base a los conocimientos aplicados en esta indagación, porque es un proyecto que abarca diversas asignaturas vistas en la carrera que puede poner en práctica y comprobar la teoría vista en el claustro educativo, a diferencia de las otras modalidades esta me permitirá trabajar más en campo y ahondar en un tema de gran interés como lo son la hidráulica, alcantarillados, medio ambiente y saneamiento. La importancia de la cuenca de la quebrada la Nona radica en que es una zona de interes medioambiental para el municipio de Marsella y el departamento de Risarada ya que de su principal afluente se abastecen cerca del 22.000 personas del municipio, asi como

surte de agua aproximadamente a 7 acueductos comunitarios entre los cuáles se destacan los de las veredas: El rayo, la Convención, el Maní, alto Cauca y el Zurrumbo.

4. Marco Teórico

El marco teórico de la investigación se enfocó en tratar los temas desde la conceptualización de las características y parametros necesarios para la clasificación morfométrica hasta los principales componentes para la evaluación de los impactos ambientales, primeramente se va afrontar los parámetros para la caracterización de la cuenca, para posteriormente pasar por todos los elementos que componen la evaluación de impactos ambientales.

4.1 Clasificación de la cuenca

4.1.1 Por su tamaño geográfico

De acuerdo con (Llamas, 1993) una cuenca es un espacio determinado cuyo tamaño geográfico o espacio que ocupa en un punto espacial que puede ser descrito como una cuenca hidrográfica grande, mediana o pequeña. Sus afluentes son en su mayoría abastecidos por el agua de las precipitaciones y en algunos casos por afloraciones de aguas subterráneas.

4.1.2 Por su ecosistema

Teniendo en cuenta que “las cuencas hidrográficas según el medio o el ecosistema en la que se encuentran, pueden establecer una condición natural que se puede definir como: Áridas, tropicales, frías y húmedas” (Ordoñez Galvez, 2011, pág. 14), la tabla 4.1.2-1 muestra la clasificación de las cuencas por su ecosistema.

Tabla 4.1.2-1

Clasificación de cuencas por su ecosistema

Tipo de cuenca	Definición
Cuencas áridas	Ecosistema por lo general donde hay ausencia de agua su suelo es desértico.
Cuencas tropicales	Ecosistema ubicado en la parte del trópico, no poseen estaciones del año y por lo general se caracterizan por las altas temperaturas.
Cuencas frías.	Ecosistema ubicado normalmente en partes altas, por lo general se caracterizan por bajas temperaturas y humedad.
Cuencas húmedas	Ecosistema con predominante riqueza hídrica, cuencas por lo general ubicadas en la zona amazónica.

Nota: Autoría propia (Ordoñez Galvez, 2011)

4.1.3 Por su objetivo

Las cuencas hidrográficas por sus objetivos, características y capacidad natural de sus recursos (Ordoñez Galvez, 2011) pueden clasificarse de acuerdo al objetivo que cumple como por ejemplo:

- Para suministro de agua a la población.
- Para ganadería o de uso múltiple.

- Agua para riego de cultivos.
- Aguas para el transporte y la navegación.

4.1.4 *Por su relieve*

Según (Subsecretaría de desarrollo regional y administrativo, 2013) las cuencas hidrográficas de acuerdo a su relieve y en función de las pendientes que presentan se pueden definir por sus características como:

- Cuencas de alta montaña, cuyas pendientes son superiores al 20%.
- Cuencas planas, posee pendientes poco pronunciadas máximo del 10%.
- Cuencas de relieve accidentado, con pendientes superiores al 30%.

4.1.5 *Por la dirección de evacuación de las aguas*

De acuerdo a la dirección final de la cuenca esta puede ser de tres tipos (Valdivieso, 2020)

- Exorreicas: Son aquellas que sus aguas drenan al mar o al océano.
- Endorreicas: Este tipo de cuenca se caracteriza por sus aguas desembocan en lagos, lagunas o lugares que no tienen salida hacia el mar u otro río.
- Arreicas: Son cuencas que sus aguas se evaporan y no alcanzan a drenar hacia un río o afluente.

4.1.6 *Por su función*

De acuerdo con (Ordoñez Galvez, 2011) las funciones primordiales de una cuenca son: Hidrológica, ecológica, ambiental y socio económica.

Su función hidrológica consiste en que es un sistema de captación de agua de diferentes fuentes que por lo general es por medio de las precipitaciones, también se ocupa del almacenamiento de agua y descarga de la misma como parte de su ciclo de escurrimiento. (Ordoñez Galvez, 2011)

La función ecológica hace referencia a que la cuenca provee diversidad de lugares y rutas que dan características propias al agua, además sirve como hábitat de diversos ecosistemas propias de la región.

En cuanto a la función ambiental ayuda a regular los ciclos bioquímicos del agua, conserva el ambiente y la biodiversidad, provee de nutrientes al suelo y es un gran recolector de CO₂ y purificador del aire.

En cuanto a su función socioeconómica al suministrar recursos naturales para el desarrollo productivo y de sustento de la población permite un espacio para el desarrollo social y cultural de las personas que la habitan.

4.2 Parámetros morfo métricos

4.2.1 Ancho de la cuenca

De acuerdo con (Llamas, 1993) hace referencia a la longitud de una línea perpendicular en el espacio más ancho de la cuenca, este cálculo se realiza de acuerdo a la medición que se haga en base a la escala del plano.

4.2.2 Ancho promedio

Acorde con (Consortio rio Garagoa, 2017) hace referencia al cociente entre el área y la longitud de la corriente principal, está dado por la siguiente ecuación:

$$Ap = \frac{A}{Lax} \quad (1)$$

4.2.3 Coeficiente o factor de forma (Rf)

Se define como “El cociente entre la superficie de la cuenca y el cuadrado de su longitud” (Horton, 1945), se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$Rf = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

Tabla 4-1

Valores para interpretar la forma geométrica de la cuenca

<0.22	Muy alargada
0.22 – 0.30	Alargada
0.30 – 0,37	Ligeramente alargada
0.37 – 0.45	Ni alargada, ni ensanchada
0.45 – 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 – 0,80	Ensanchada
0.80 – 1.20	Muy ensanchada
>1.20	Rodeando el desagüe

Nota: (Delgadillo Santander & Moreno Barrios, s.f.)

4.2.4 Orden de la corriente principal

...” La jerarquización permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. El orden se relaciona con el caudal relativo del segmento de un canal” (Ibañez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer, 2011)

De acuerdo con (Horton, 1945) quien por medio de una jerarquización estableció un sistema para definir el orden de la corriente principal, esta clasificación se hace iniciando con numerar los afluentes que no tienen fuentes tributarias con el número 1, paso seguido la unión de dos corrientes de orden 1 forman una corriente de orden 2 y así sucesivamente (Ibañez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer, 2011)

4.2.5 Coeficiente de forma (Kf)

Según (Horton, 1945) se define como la relación entre el ancho medio de la cuenca y su longitud, se calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$Kf = \frac{Bm}{L} \quad (3)$$

4.2.6 Radio o relación de elongación (Re)

Citando a (Llamas, 1993) quien indica que según (Shumm) define el radio como la relación entre el diámetro de un círculo de área igual a la cuenca y la longitud de la cuenca, se calculó por medio de la siguiente ecuación:

$$Re = 1.128 \frac{\sqrt{A}}{L} \quad (4)$$

4.2.7 *Relación de relieve (Rr)*

...”La relación de relieve está determinada en función de la longitud de la cuenca y la diferencia de altura entre la salida de la cuenca y el punto más alto en la divisoria de la cuenca” (Rodríguez, 2012). Esta relación se calculó con la siguiente ecuación:

$$Rr = \frac{h}{Lc} \quad (5)$$

4.2.8 *Curva hipsométrica*

Es una curva que enseña la parte porcentual del área de la cuenca que está por encima de una cota determinada, este se puede obtener por medio del plano de perfiles altimétricos (Ordoñez Galvez, 2011).

Esta curva proporciona una información sintetizada sobre la altitud de la cuenca, que representa gráficamente la distribución de la cuenca vertiente por tramos de altura (Llamas, 1993).

4.2.9 *Coefficiente de masividad*

Por medio de este coeficiente se puede determinar la condición de la cuenca con respecto a su relieve pudiendo ser montañosa o plana (Repositorio UTP, s.f.), su cálculo se realiza con la siguiente ecuación:

$$Km = \frac{h \text{ med}}{A} \quad (6)$$

Tabla 4-2

Coefficiente de masividad que permite definir el relieve de la cuenca

RANGO	DESCRIPCIÓN
0-35	Moderadamente montañosa
35-70	Montañosa
70-105	Muy montañosa

Nota: (Fuentes Junco, 2004)

4.2.10 Relación hipsométrica

Esta relación es un indicador de estado de equilibrio dinámico de la cuenca, cuando $R_h=1$ se trata de una cuenca en equilibrio morfológico (Newell Strahler, 1952). La relación hipsométrica está relacionada con la siguiente ecuación:

$$R_h = \frac{S_s}{S_i} \quad (7)$$

Tabla 4-3

Indicador de equilibrio morfológico en una cuenca

CURVA	CONCEPTO
A	Cuenca con gran potencial erosivo, típico de cuencas de montaña, fase joven
B	Cuenca de equilibrio, en fase de madurez, con la capacidad de transporte de sedimentos

C	Cuenca sedimentaria, típica de cuencas grandes, fase de vejez
----------	---

Nota: Autoría propia (Newell Strahler, 1952)

4.2.11 Coeficiente orográfico

Por medio de este parámetro permite conocer el potencial de degradación de la cuenca, teniendo en cuenta la altura media de la cuenca y el área de la misma (Repositorio UTP, s.f.).

Para el cálculo de este coeficiente se realiza la siguiente ecuación:

$$C_o = \frac{hmed^2}{A} \quad (8)$$

4.2.12 Longitud máxima o recorrido fuente principal

Esta longitud corresponde a la distancia medida desde el nacimiento hasta la desembocadura de la quebrada. El recorrido de la fuente principal es la máxima distancia recorrida por un cuerpo de agua dentro de la cuenca.

4.2.13 Longitud de la cuenca

Es la longitud de una línea recta paralela al cauce principal (Consortio rio Garagoa, 2017).

4.2.14 Longitud del cauce hasta el punto más cercano al centroide

El cálculo de esta longitud puede hacerse de manera empírica, se hace aprovechando el hecho de que el centroide debe coincidir con el centro de gravedad de un cuerpo de igual forma al de la cuenca.

4.2.15 Índice o coeficiente de compacidad (K_c)

Es la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área que la cuenca (Corporación autónoma regional del centro de Antioquia, 2003). Así:

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (9)$$

El coeficiente resultante debe ser mayor a uno

Tabla 4-4

Coeficiente de compacidad que permite identificar la forma de la cuenca

VALOR	ÍNDICE O FORMA DE LA CUENCA
1.0	Circular o redonda
1.5	Ovalada
1.75	Ovalada, rectangular
3.0	Alargada

Nota: (Fuentes Junco, 2004)

4.2.16 Índice de alargamiento

Por medio de este índice también se puede definir la forma de la cuenca, pero lo que lo diferencia de los demás es que no tiende a clasificar la cuenca en su redondez, sino que analiza su alargamiento determinado por el cociente entre la longitud máxima de la cuenca y el ancho máximo de la cuenca (Repositorio UTP, s.f.). Su cálculo se realiza por medio de la siguiente ecuación:

$$La = \frac{Lm}{a} \quad (10)$$

4.2.17 Relación de circularidad (C_c)

Es el cociente entre el área de la cuenca y la superficie de un círculo que posee igual perímetro que la cuenca objeto de estudio (Ordoñez Galvez, 2011). Está definida por la siguiente ecuación:

$$C_c = \frac{4 * \pi * A}{P^2} \quad (11)$$

El coeficiente de circularidad oscila entre valores de 0 y 1, siendo los valores cercanos a 1 los que indican morfologías de la cuenca ensanchadas, mientras que un coeficiente de circularidad cercano a 0, indica que es una cuenca alargada.

4.2.18 Cálculo de distancias

Para realizar la medición de la longitud de líneas tanto rectas como irregulares se realizó por medio del método de líneas rectas, se mide la distancia con una regla o compas esta magnitud se aplica a la escala grafica (Distancia con valores reales-km). Se toma la distancia medida y el valor obtenido es multiplicado por la escala de la carta o el plano, obteniéndose así la distancia horizontal entre estos puntos, aplicando la siguiente ecuación:

$$D = E * d \quad (12)$$

4.2.19 Área de la cuenca

Es la proyección horizontal de la superficie de la cuenca y esta se puede medir directamente sobre los mapas topográficos (Arias Villa & Valencia Ortiz, 2010).

4.2.20 Perfiles

El perfil de una cuenca, denominado también corte topográfico, es la línea de intersección del relieve con un plan vertical en una dirección determinada. Los perfiles son líneas que indican el ascenso o descenso de la superficie terrestre a lo largo de una línea determinada que atraviesa cierta área (Newell Strahler, 1952) .

4.2.21 Pendiente

...”La pendiente es el ángulo comprendido entre dos planos formado entre un plano oblicuo y uno horizontal. Relación que existe entre la altura ascendida y la distancia recorrida para ascenderla” (Aguilar Martinez, 2007) , se puede medir en ángulos ya se en grados o porcentaje.

La pendiente de la cuenca se calcula por medio de la presente ecuación:

$$Pe = \left(\frac{\Delta}{D} \right) * 100 \quad (13)$$

El análisis de la cuenca nos lleva a identificar donde inician las divisorias de agua, la determinación de los valles se realiza localizando los sectores limitados por las divisorias de agua y las subcuencas por un conjunto de valles que desaguan hacia un solo dren secundario.

La tabla 4.2.21-1 muestra la manera en que se puede determinar el tipo de relieve de la cuenca de acuerdo al porcentaje de la pendiente:

Tabla 4-5

Identificación del tipo de relieve de acuerdo al porcentaje de pendiente

PENDIENTE (%)	TIPO DE RELIEVE
0-3	Plano

3-7	Suave
7-12	Mediano
12-35	Accidentado
35-50	Fuerte
50-75	Muy fuerte
>75	Escarpado

Nota: (Pérez, 1979)

4.2.22 Análisis de drenes o drenajes

Se entiende por línea de drenaje a aquella que indica el escurrimiento de aguas, sean periódicas o aperiódicas (Esporádicas, estacionales o intermitentes).

En la cuenca objeto de estudio se identifican un conjunto de drenes que conforma una red de drenaje, la cuenca es el área total desaguada por sus afluentes tributarios y se delimita por la divisoria de agua.

4.2.23 Análisis líneas de los drenajes de la cuenca

Los drenajes se clasifican según su orden de acuerdo a la jerarquización (Newell Strahler, 1952) entre los cuales predominan:

Drenes de primer orden. Son aquellos que se forman por concentración de lluvias debido a la precipitación.

Drenes de segundo orden. Son aquellos que se forman por la unión de dos drenes de primer orden.

Si se presenta la convergencia de más drenes se continua la numeración para determinar el orden de los drenajes hasta llegar al drenaje principal, teniendo en cuenta que, si se juntan dos drenes de distinto orden o jerarquización, se respeta el de mayor jerarquía o valor.

4.2.24 Densidad de drenaje

La densidad de drenaje se define como la longitud total de los cursos fluviales o canales de flujo de la cuenca hidrográfica pertenecientes a la red de drenaje, dividida por el área de la cuenca (Horton, 1945) se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (14)$$

La densidad de drenaje refleja la dinámica de la cuenca, la estabilidad de la red hidrográfica y del tipo de escorrentía de superficie, así como la posible respuesta de la cuenca ante un aguacero o un evento extremo.

De igual forma (Gómez Espingares, 2003) afirma que la densidad de drenaje se relaciona con el clima y la vegetación y de acuerdo al resultado de la fórmula la cuenca se puede definir de diversas texturas y densidades de drenaje, así:

Tabla 4-6

Clasificación de la textura de drenaje de la cuenca de acuerdo a su densidad

DENSIDAD DE DRENAJE	VALOR DE Dd	TEXTURA
Baja	3-14	Gruesa
Media	12-16	Media

Alta	30-40	Fina
Muy alta	20-500	Ultrafina

Nota: (Gómez Espingares, 2003)

4.2.25 Frecuencia de drenaje

Es el número total de los cursos fluviales de la cuenca, dividido por el área de esta:

$$F = \frac{Nd}{A} \quad (15)$$

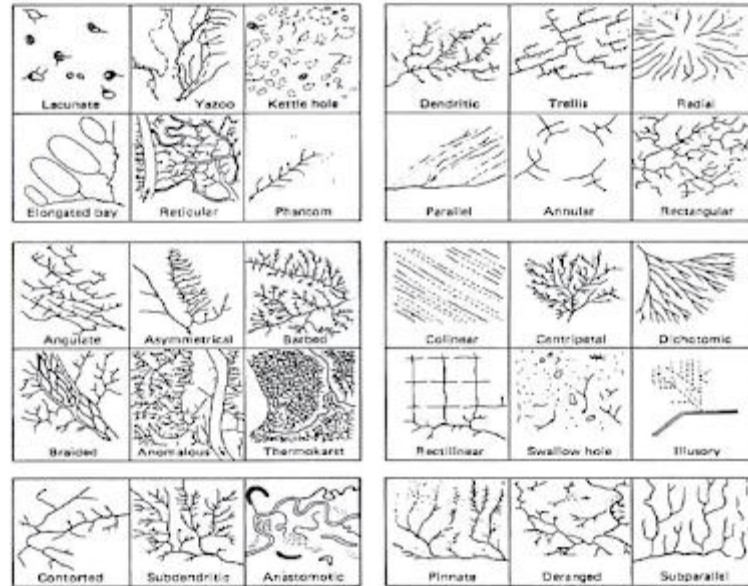
La densidad y la frecuencia de drenaje permite conocer la textura de drenaje, pudiendo ser esta fina o gruesa (Corporación autonoma regional del centro de Antioquia, 2003).

4.2.26 Análisis patrones de drenaje

En un plano determinado se puede encontrar una serie de delineaciones o ramificaciones de cursos de agua generalmente ideales, tales como: Dendrítico, radial, anular, centrípeto, rectangular, enrejado, etc. Por medio de la figura 1 se pueden identificar los diversos patrones de drenaje que se pueden presentar en una cuenca.

Figura 1

Patrones de drenaje en una cuenca



Nota: (Alfonso, 2014)

4.2.27 Densidad hidrológica

Se define como el cociente entre el número de segmentos de canal de la cuenca y el área de la misma (Londoño Arango, 2001). Determinado por la siguiente ecuación:

$$Fhid = \frac{Nt}{A} \quad (16)$$

4.2.28 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se define como el tiempo que tarda una gota de lluvia en recorrer desde el extremo de la cuenca o nacimiento hasta la desembocadura del curso principal, su cálculo se realiza de manera experimental, en este caso se realiza por medio de la ecuación de Kirpich (Kirpich, 1940)

$$T_c = \frac{0.01947 * L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad (17)$$

4.2.29 Perímetro

El perímetro corresponde a la longitud del límite exterior de la cuenca y este depende de la superficie y forma de la cuenca.

4.2.30 Longitud axial

La longitud axial se considera sobre línea de drenaje de mayor longitud, tomada desde la divisoria de aguas o nacimiento del afluente hasta su desembocadura.

4.3 Parámetros Geomorfológicos

4.3.1 Aspectos generales

La geomorfología de la cuenca está definida por la forma de la superficie del terreno, la transformación que se ha presentado en el paisaje cuyas formas resultantes son función de la geología, el suelo, el clima, la vegetación y los microorganismos presentes en la cuenca (Procesos geológicos, s.f.)

Dentro de la geomorfología de la cuenca objeto de estudio intervienen los siguientes procesos externos e internos:

Tabla 4-7

Procesos geomorfológicos presentes en cuencas

EXTERNOS	DEFINICIÓN
Meteorización	“Es la desintegración y/o descomposición del material geológico de la superficie terrestre (Ucha, 2011)
Erosión	“Es el desgaste que se produce en la superficie de un cuerpo por la acción de agentes externos (como el viento o el agua) (Pérez Porto & Merino, definicion.de, 2009)
Transporte de sedimentos	Transporte de partículas a través de una fuente de agua.
Sedimentación	Los sedimentos son partículas que pueden ser material orgánico o elementos de fácil arrastre.
INTERNOS	DEFINICIÓN
Orogénesis (Formación del relieve)	Es el desarrollo y la transformación de una montaña a través del tiempo (Pérez Porto & Gardey, definicion.de, 2015)
Vulcanismo	“Es una actividad por medio de la cual el material magmático es expulsado del interior de la tierra a la superficie terrestre” (significados.com, 2011)
Sismos	“Es la sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre producida por la liberación de energía acumulada en forma de ondas sísmicas” (wikipedia.org, 2021)

Nota: Autoría propia (Procesos geológicos, s.f.)

4.4 Metodología Estimación de Impactos Ambientales Conesa-Fernandez

La metodología de evaluación de impacto ambiental de Vicente Conesa está basada en la matriz causa-efecto que permite desarrollar y determinar el impacto ambiental generado en un lugar determinado, por medio de la matriz se pueden identificar acciones generadoras de impacto y los factores medioambientales que afecta (Zapata Cedeño & Ocampo soto, 2019)

...”Con el objeto de una mejor identificación de los aspectos que son afectados por las actividades, el medio ambiente se divide en componentes y estos a su vez, en elementos. Los elementos contienen indicadores que son los que generalmente se ven afectados de acuerdo a la metodología y se muestran a continuación separados por componentes” (Gerencia ambiental de proyectos Ltda)

Tabla 4-8

Indicadores de evaluación medio abiótico

COMPONENTE	ASPECTO	IMPACTO
Geomorfología	Morfología	Cambios en las geo formas del terreno
Suelos	Clasificación agrológica	Modificación en la capa orgánica del suelo
	Clasificación agrológica	Cambio en la capacidad productiva del suelo
	Uso del suelo	Cambio en la capacidad productiva del suelo
		Cambio en el uso actual del suelo
Calidad del suelo	Cambio en las propiedades fisicoquímicas del suelo	
Geotecnia	Estabilidad	Cambio en la susceptibilidad a la erosión
		Variación en la estabilidad del terreno
Aguas superficiales	Características de las aguas superficiales	Cambio en las características fisicoquímicas y/o bacteriológicas de las aguas superficiales
		Cambio en el régimen del drenaje superficial
		Cambio en la disponibilidad del recurso
Atmósfera	Calidad del aire	Cambio en la concentración de gases en el aire
		Cambio en la cantidad de material particulado en el aire

		Cambio en los niveles de presión sonora
--	--	---

Nota: (Conesa Fernandez Vitora, 2011)

Tabla 4-9

Indicadores de evaluación medio biótico

COMPONENTE	ASPECTO	IMPACTO
Ecosistemas terrestres	Flora	Modificación de la cobertura vegetal herbácea
		Modificación de la cobertura vegetal boscosa
		Modificación de la composición y estructura florística
Ecosistemas terrestres	Fauna	Modificación en la composición y estructura de fauna
		Modificación en la distribución de la fauna
		Modificación de hábitats terrestres y corredores biológicos

Nota: (Conesa Fernandez Vitora, 2011)

Tabla 4-10

Indicadores de evaluación medio socioeconómico y cultural

COMPONENTE	ASPECTO	IMPACTO
Dimensión demográfica	Calidad de vida	Aumento en el riesgo de accidentes
		Cambio en la calidad de vida por nuevos ingresos (empleo)
Dimensión espacial	Servicios sociales (salud, educación, vivienda, recreación, vías)	Cambio en el estado de la malla vial
	Servicios públicos (energía, acueducto, alcantarillado, manejo de residuos)	Alteración en la demanda de servicios públicos y sociales
Dimensión económica	Estructura de la propiedad	Cambio en el valor del suelo
	Procesos productivos	Cambio en la oferta y demanda de bienes y/o servicios locales

	Ingresos	Ingresos tributarios
		Ingresos para la economía
Dimensión político-organizativa	Presencia institucional	Niveles de seguridad
	Actores sociales	Generación de expectativas
Dimensión Cultural	Modificaciones culturales	Cambio en la dinámica sociocultural

Nota: (Conesa Fernandez Vitora, 2011)

Tabla 4-11

Indicadores de evaluación medio perceptual

COMPONENTE	ASPECTO	IMPACTO
Paisaje	Calidad visual	Cambio del paisaje por cobertura vegetal
		Cambio en la calidad paisajística

Nota: (Conesa Fernandez Vitora, 2011)

Al diligenciar la matriz de acciones y factores que impactan permiten identificar la importancia ambiental de cada uno de los componentes que se relacionan en la siguiente ecuación:

$$IA + o - = (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad (18)$$

A continuación se identifican cada uno los componentes de la ecuación de evaluación de impacto ambiental de (Conesa Fernandez Vitora, 2011) que se desarrollaron dentro de la investigación.

4.4.1 Signo (+ o -):

El signo resultante de la operación determina si las actividades que se desarrollan en la cuenca son favorables en caso del signo positivo o signo negativo si por el contrario perjudican los recursos naturales.

4.4.2 Intensidad (I):

Incidencia de la acción sobre el factor ambiental. Su dominio está comprendido entre 1 y 12, siendo 1 una intensidad mínima y 12 una intensidad máxima.

4.4.3 Extensión (EX):

Área determinada donde se realiza o se va llevar a cabo la acción de impacto. Su dominio está comprendido entre 1 y 12, siendo 1 una extensión puntual o ubicación precisa en el área, caso contrario si abarca toda el área su calificación sería de 8, para extensiones de afectación de áreas que no son puntuales ni es el total del área se califica con 2 o 4. (Conesa Fernandez Vitora, 2011)

4.4.4 Momento (MO)

Es el tiempo que transcurre entre el inicio de las acciones y el comienzo de la afectación por la acción de las actividades. Su dominio está comprendido entre 1 y 8, siendo 1 una afectación a largo plazo en el área, caso contrario si el tiempo es inmediato su calificación sería de 8 momento crítico, para para momentos de tiempo intermedios se califica con 2 o 4.

4.4.5 Persistencia (PE)

Es el tiempo que demora el recurso afectado en regresar a las condiciones iniciales ya sea por recuperación del mismo o por implementación de acciones correctivas en el medio ambiente. Su dominio está comprendido entre 1 y 4, siendo 1 una recuperación fugaz, si el tiempo es permanente su calificación sería de 4, para momentos de tiempo temporal se califica con 2. (Chacón Rozo & Pinilla Ferrer, 2018)

4.4.6 Reversibilidad (RE)

Es la posibilidad que existe que el recurso afectado pueda regresar a las condiciones iniciales ya sea por recuperación del mismo o por implementación de acciones correctivas en el medio ambiente. Su dominio está comprendido entre 1 y 4, siendo 1 una recuperación a corto plazo, si la recuperación es irreversible su calificación sería de 4, para medio plazo se califica con 2 (Arboleda González, 2008)

4.4.7 Sinergia (SI)

Es la ocurrencia que existe en que las acciones que generan impacto ambiental se desarrollen de manera conjunta o independiente. Siendo de manera conjunta más nociva para el ambiente ya que son impactos que actúan simultáneamente en una misma área. Su dominio está comprendido entre 1 y 4, siendo 1 una sinergia simple o independiente, si es en conjunto se considera como muy sinérgica y su calificación sería de 4, para una sinergia de impacto medio o sinérgico se califica con 2. (Arboleda González, 2008)

4.4.8 Acumulación (AC)

Es el aumento constante de la acción o efecto que genera impacto ambiental. Su dominio está comprendido entre 1 y 4, siendo 1 una acumulación simple o nula, si la acumulación es progresiva su calificación sería de 4, para este criterio no existen valores intermedios. (Chacón Rozo & Pinilla Ferrer, 2018)

4.4.9 Efecto (EF)

Es el impacto que genera una acción en el medio ambiente o factor. Su dominio está comprendido entre 1 y 4, siendo 1 un efecto indirecto o secundario, si la acción que se genera es directa su calificación es de 4 (Chacón Rozo & Pinilla Ferrer, 2018)

4.4.10 Periodicidad (PR)

...“La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera crítica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo), (Chacón Rozo & Pinilla Ferrer, 2018)

4.4.11 Recuperabilidad (MC)

Es la posibilidad que existe que el recurso afectado pueda ser recuperado de las acciones que le generan impactos negativos. Su dominio está comprendido entre 1 y 8, siendo 1 reversible y que se puede devolver el recurso a las condiciones iniciales, si la recuperación es crítica su calificación es de 8 y se considera como irreversible, para medio plazo se califica con 2 y una calificación de 4 sería para un recurso recuperable, pero con la aplicación de reglas que puedan disminuir los efectos negativos que sobre él recaen.

Tabla 4-12

Rangos para el cálculo de la importancia

CRITERIO/RANGO	CALIF	CRITERIO/RANGO	CALIF
SIGNO		INTENSIDAD (IN)	
Impacto benéfico	+	Baja	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8

		Total	12
EXTENSIÓN(EX)		MOMENTO (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extensa	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	8
Critica	12		
PERSISTENCIA(PE)		REVERSIBILIDAD(RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA(SI)		ACUMULACIÓN(AC)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO(EF)		PERIODICIDAD(PR)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD(MC)			
Inmediata	1		
Medio plazo	2		
Mitigable o compensable	4		
Irrecuperable	8		

Nota: (Arboleda González, 2008)

A continuación, después de realizar la matriz de identificación en la cual se caracterizan todos aquellos componentes del medio ambiente susceptibles de ser afectados y las acciones que los afectan, por medio de la tabla 4.4-6 se determinada el efecto que se generó en la cuenca de manera negativa y a través de la tabla 4.4-7 se determina el efecto positivo si se llegase a

generar, la columna de color permite identificar visualmente la afectación o beneficio que se evaluó en la matriz.

Tabla 4-13

Definición de la importancia de los impactos negativos

RANGO DE VALORES	IMPORTANCIA	DEFINICIÓN	COLOR
≤ 25	Bajo	No se requieren medidas correctivas	
$25 \geq \leq 50$	Moderada	Sin medidas correctivas intensas, la recuperación lleva cierto tiempo.	
$50 \geq \leq 75$	Severa	El tiempo de recuperación es mayor, incluso con la implementación de medidas correctivas	
≥ 75	Critica	No es posible la recuperación de las condiciones ambientales afectadas críticamente	

Nota: (Osorio Mendoza, 2021)

Tabla 4-14

Definición de la importancia de los impactos positivos

RANGO DE VALORES	IMPORTANCIA	COLOR
≤ 25	No importante	
$25 \geq \leq 50$	Importante	
≥ 50	Muy importante	

Nota: (Osorio Mendoza, 2021)

4.5 Metodología Estimación de Impactos Ambientales Matriz Leopold

La metodología de la matriz de Leopold constituye un sistema para el estudio de los diferentes impactos ambientales presentes en la cuenca, el análisis de esta metodología a diferencia de la matriz de Conesa Fernández no origina resultados cuantificables, sino que da al investigador una serie de juicios de valor que le permiten establecer relaciones para ser consideradas en el estudio (Arboleda González, 2008).

En la tabla 4.5-1 se puede evidenciar las ventajas y desventajas que tiene la implementación de la metodología de Leopold en la evaluación de impactos ambientales en determinado proyecto o afectación que se presente.

Tabla 4-15

Ventajas y desventajas de la utilización de la metodología de Leopold

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • No requiere medios sofisticados para aplicarla. • Presenta una visión y un barrido muy completo del proyecto y del medio receptor. • Fácil utilización. 	<ul style="list-style-type: none"> • No permite visualizar la temporalidad de los impactos (Se requieren dos matrices). • La calificación de los impactos se realiza subjetivamente y con la utilización de pocos parámetros. • No prevé la probabilidad de ocurrencia del impacto (Se da por cierto que ocurre). • No indica condiciones extremas o impactos inaceptables.

Nota: (Coria, 2008)

A continuación, se relacionan los procedimientos para establecer el impacto ambiental por la metodología de la matriz de Leopold:

Para el uso de la matriz de Leopold se deben identificar las dificultades ambientales que afectan directamente la cuenca ya sea por un nuevo proyecto de construcción o por actividades que se desarrollan dentro de la cuenca, estos se ubican en las columnas.

Paso siguiente se identifican los factores ambientales que pueden de una u otra forma estar asociados con las actividades identificadas, estos factores se ubican en las filas.

A continuación, se presenta la tabla 4.5-2 que contiene la totalidad de las acciones que son desarrolladas en la matriz de Leopold, las cuales no se utilizaron en su totalidad porque no todas las acciones aplican para el presente estudio.

Tabla 4-16

Acciones listadas en el eje horizontal de la matriz de Leopold

<p>ACCIONES</p> <p>(Acciones propuestas las cuales pueden causar impacto ambiental)</p>	A. Modificación del régimen	a. Introducción de flora o fauna exóticas
		b. Controles biológicos
		c. Modificación de hábitat
		d. Alteración de la cobertura vegetal del suelo
		e. Alteración del flujo de agua subterránea
		f. Alteración de patrones de drenaje
		g. Control de ríos y modificación de flujo
		h. Canalización
		i. Irrigación
		j. Modificación del clima
		k. Quema de bosques
		l. Pavimentación
		m. Ruido y vibraciones
	B. Transformación del terreno y construcción	a. Urbanización
		b. Sitios y edificios industriales
		c. Aeropuertos
		d. Carreteras y puentes
		e. Caminos y senderos
		f. Ferrocarriles
		g. Cables y ascensores
		h. Líneas de transmisión, gasoductos y corredores
i. Barreras, incluyendo cercas		

<p>ACCIONES</p> <p>(Acciones propuestas las cuales pueden causar impacto ambiental)</p>		j. Dragado y enderezamiento de canales
		k. Revestimiento de canales
		l. Canales
		m. Presas y embalses
		n. Muelles, malecones, marinas, y terminales marítimos
		o. Estructuras de altamar
		p. Estructuras de recreación
		q. Perforación y voladura
		r. Corte y relleno
		s. Túneles y estructuras subterráneas
	C. Explotación de recursos	a. Perforación y voladura
		b. Excavación de superficie
		c. Excavación del subsuelo
		d. Perforación de pozos
		e. Dragado
		f. Tala de bosques
		g. Pesca comercial y caza
	D. Procesamiento	a. Agricultura
		b. Ganadería y pastoreo
		c. Plantas de engorde de ganado
		d. Plantas de producción de leche
		e. Generación de energía
		f. Procesamiento de minerales
		g. Industria metalúrgica
		h. Industria química
		i. Industria textil
		j. Automóviles y aeronaves
		k. Refinación de petróleo
		l. Alimentos
		m. Madera
	n. Pulpa y papel	
	o. Almacenamiento de productos	
E. Modificación del terreno	a. Control de erosión y terrazas	
	b. Sellado de minas y control de desechos	
	c. Rehabilitación de minas a tajo abierto	
	d. Paisajismo	
	e. Dragado de puertos	
	f. Drenaje de humedales y pantanos	
F. Renovación de recursos	a. Reforestación	
	b. Gestión de vida silvestre	
	c. Recarga de agua subterránea	
	d. Aplicación de fertilizantes	
	e. Reciclaje de residuos	
G. Cambios en el tráfico	a. Red ferroviaria	
	b. Automóviles	
	c. Camiones	
	d. Transporte de carga	
	e. Aviones	

		f. Ríos y canales
		g. Botes de placer
		h. Senderos
		i. Cables y ascensores
		j. Comunicación
		k. Tuberías y conductos forzados
		a. Vertido en los océanos
		b. Rellenos sanitarios
		c. Colocación de residuos mineros
		d. Almacenamiento debajo del terreno
		e. Eliminación de basura
		f. Inundación de pozos de petróleo
		g. Colocación de pozos de petróleo
		h. Agua de enfriamiento industrial
		i. Aguas servidas municipales, incluyendo irrigación
		j. Descarga de efluentes municipales
		k. Lagunas de estabilización y oxidación
		l. Tanques sépticos, comerciales y domésticos
		m. Emisiones de chimeneas al aire libre
		n. Lubricantes usados
		a. Fertilización
		b. Deshielo de carreteras
		c. Estabilización de suelos
		d. Control de malezas
		e. Control de insectos con pesticidas
		a. Explosiones
		b. Vertidos y filtraciones
		c. Falla operacional
		a. A ser determinado
		b. A ser determinado
	H. Emplazamiento y tratamiento de residuos	
	I. Tratamientos químicos	
	J. Accidentes	
	K. Otros	

Nota: (Ponce, s.f.)

La tabla 4.5-3 contiene la totalidad de factores que son desarrollados en la matriz de Leopold, los cuales al igual que algunas acciones no se utilizaron en su totalidad porque no todos los factores aplican para el presente estudio.

Tabla 4-17

Factores listados en el eje vertical de la matriz de Leopold

FACTORES [Características y condiciones existentes en el medio ambiente]	A. Características físicas y químicas	1. Tierra	a. Recursos minerales
			b. Materiales de construcción
			c. Suelos
			d. Forma del terreno
			e. Ondas electromagnéticas y radiación de fondo
			f. Condiciones físicas únicas
		2. Agua	a. Superficial
			b. Océano
			c. Subterránea
			d. Calidad del agua
			e. Temperatura
			f. Recarga
3. Atmósfera	g. Nieve, hielo y hielo perenne		
	a. Calidad del aire (gases, partículas)		
	b. Clima (micro, macro)		
4. Procesos	c. Temperatura		
	a. Avenidas		
FACTORES			b. Erosión

<p>[Características y condiciones existentes en el medio ambiente]</p> <p>FACTORES</p>			c. Deposición (sedimentación, precipitación)	
			d. Solución	
			e. Adsorción (intercambio iónico)	
			f. Compactación y asentamiento	
			g. Estabilidad de taludes (deslizamientos)	
			h. Esfuerzo-deformación (terremotos)	
			i. Movimientos de masas de aire	
			a. Árboles	
			b. Arbustos	
	B. Condiciones biológicas	1. Flora	c. Pastos	
			d. Productos agrícolas	
			e. Microflora	
			f. Plantas acuáticas	
			h. Especies en peligro	
			h. Barreras	
			i. Corredores	
			2. Fauna	a. Pájaros
				b. Animales terrestres, incluyendo reptiles
	c. Peces y moluscos			

[Características y condiciones existentes en el medio ambiente]			d. Organismos béticos
			e. Insectos
			f. Microfauna
			g. Especies en peligro
			h. Barreras
			i. Corredores
		1. Uso de la tierra	a. Vida silvestre y espacios abiertos
			b. Humedales
			c. Bosques
			d. Pastoreo
			e. Agricultura
			f. Residencial
			g. Comercial
			h. Industrial
			i. Minería y extracción de materiales
		2. Recreación	a. Caza
			b. Pesca
			c. Navegación por placer
			d. Natación
			e. Camping y caminatas
		f. Salidas al campo	
		g. Centros de vacaciones y placer	
	3. Interés estético y humano	a. Vistas escénicas	

FACTORES [Características y condiciones existentes en el medio ambiente]	C. Factores culturales		b. Calidad de vida silvestre
			c. Calidad de espacio abierto
			d. Diseño del paisaje
			e. Condiciones físicas únicas
			f. Parques y reservas forestales
			g. Monumentos
			h. Especies o ecosistemas raros y únicos
			i. Sitios y objetos históricos o arqueológicos
			j. Presencia de elementos raros
		FACTORES [Características y condiciones existentes]	C. Factores culturales
	b. Salud y seguridad		
	c. Empleo		
	d. Densidad de población		
5. Facilidades y actividades humanas	a. Estructuras		
	b. Red de transporte		
	c. Redes de servicios		
	d. Manejo de residuos		
	e. Barreras		

en el medio ambiente]			f. Corredores
	D. Relaciones ecológicas		a. Salinización de recursos hídricos
			b. Eutrofización
			c. Insectos vectores de enfermedades
			d. Cadenas tróficas
			e. Salinización del terreno
			f. Aumento del área arbustiva
			g. Otros
	E. Otros		a. A ser determinado
			b. A ser determinado

Nota: (Ponce, s.f.)

En la celda en la cual se intersectan tanto las afectaciones como los factores ambientales se delinea una línea diagonal en la cual en la parte superior se califica la magnitud máxima que provoca cada factor ambiental, la escala de magnitud va antecedida del signo (+) o (-) de acuerdo si su efecto es benéfico para el caso positivo o perjudicial en el caso negativo, se califica en el siguiente rango:

La magnitud de acuerdo a la calificación dada va desde el número de 1 al 10, en el que 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado, y 1 la mínima, la magnitud se anota en la parte superior del triángulo formado por la celda con la línea diagonal

Importancia es el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones. Se anota en la parte inferior del triángulo formado por la celda con la línea diagonal (Nizama Duque, 2018)

Tabla 4-18

Magnitud de la alteración de impactos negativos

MAGNITUD				IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación		Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1		Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2		Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3		Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4		Temporal	Local	+4
Media	Media	-5		Media	Local	+5
Media	Alta	-6		Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7		Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8		Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9		Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	-10		Permanente	Nacional	+10

Nota: (Nizama Duque, 2018)

Tabla 4-19

Magnitud de la alteración de impactos negativos

MAGNITUD				IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación		Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1		Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2		Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3		Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4		Temporal	Local	+4
Media	Media	+5		Media	Local	+5
Media	Alta	+6		Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7		Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8		Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9		Permanente	Regional	+9
Muy alta	Alta	+10		Permanente	Nacional	+10

Nota: (Nizama Duque, 2018)

Realizada la calificación se procede a multiplicar las calificaciones dadas en cada celda obteniendo valores entre el rango posible de: -100 hasta +100

Al obtener los resultados de todas las celdas en las cuales interactúan acciones y factores, se hace una sumatoria algebraica de cada columna y fila cuyo se ubica al final en la columna de afectaciones de la acción, valores positivos indican que la acción es beneficiosa, caso contrario a los valores negativos que indicarían afectaciones a los factores ambientales.

Se recomienda calcular la media y la desviación estándar de la sumatoria de las columnas o filas. Los valores más grandes por encima de la desviación estándar de la media, son las actividades que por lo general están generando más impacto ambiental y las acciones de mitigación deberían estar enfocadas en ese aspecto, sin embargo, se debe analizar las celdas en las cuales las actividades presentan calificación negativa alta (Nizama Duque, 2018)

4.6 Matriz de Probabilidad-Impacto

La matriz de probabilidad e impacto, es una herramienta de gestión que permite identificar la posibilidad de que ocurra determinada afectación o accidente en un entorno. La categorización de los peligros va de acuerdo a esas dos variables: probabilidad e impacto (www.protek.com, s.f.)

En el caso de la probabilidad es la medida de que un riesgo o impacto llegue a ocurrir. Se utiliza una escala descriptiva en la cuál se asignan las siguientes calificaciones:

Tabla 4-20

Calificación de amenazas

CALIFICACIÓN	DEFINICIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA
Muy baja	Difícil que ocurra	Menos de 1 vez cada a30 años

Baja	Baja probabilidad de ocurrencia	Una vez entre 10 y 30 años
Media	Media probabilidad de ocurrencia	Una vez entre 1 y 10 años
Alta	Alta probabilidad de ocurrencia	Entre 1 y 10 casos al año
Muy alta	Muy alta probabilidad de ocurrencia	Más de diez veces al año

Nota: (Olaya Gutierrez & Valencia Ospina, 2006)

El impacto son las consecuencias que se tienen si la amenaza se materializara.

5. Marco Geográfico

El estudio de la cuenca de la quebrada la Nona que se realizó con el fin de determinar las posibles afectaciones y problemáticas medio ambientales del sitio de investigación, se buscaron aquellos nichos que afecten directamente o indirectamente el cuerpo de la quebrada y a ronda de conservación.

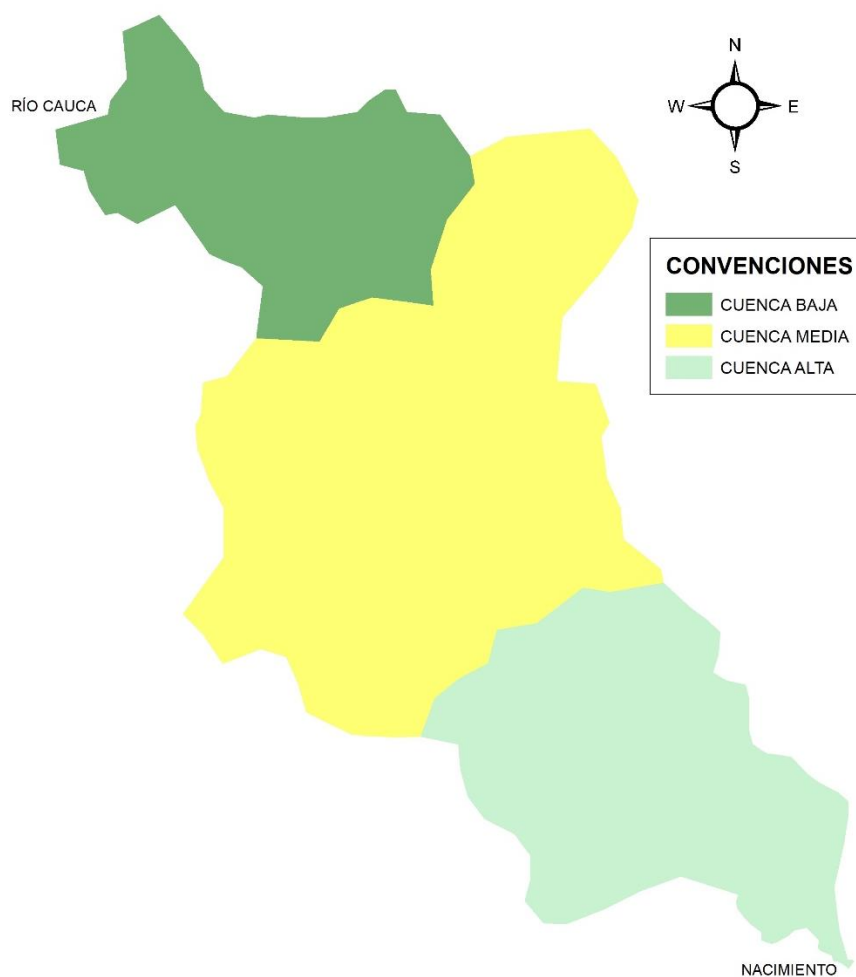
El recorrido de la quebrada la Nona se encuentra en el municipio de Marsella departamento de Risaralda, es una zona de confluencia de grandes especies de vegetación y algunos animales que de acuerdo a las indagaciones iniciales no cuentan con un adecuado manejo y su existir va de la mano con la conservación de dicha cuenca y subcuentas, la ronda hídrica y fluvial de la quebrada está conformado por otros sistemas acuíferos que son tributarios del sistema fluvial principal que se investigó (Corporación autonoma regional del Risaralda, 2011).

La cuenca posee cerca de 46,689 km² de área total de los cuales solo 6,590 Km² en son zona de protección forestal declarada por la Corporación Autónoma de Risaralda.

La cuenca de la quebrada la Nona pertenece al parque natural serranía alto del nudo, es un área de gran importancia ambiental por su riqueza hídrica ya que proporciona agua a los habitantes de los municipios vecinos, la cuenca alta y media se caracterizan por estar ubicadas en terrenos de alta pendiente (Arias Villa & Valencia Ortiz, 2010).

Ilustración 5-1

Delimitación cuenca alta, media y baja



Nota: Autoría propia capa cuenca RUNAP (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 2021)

6. Diseño Metodológico

La metodología de investigación aplicada en este proyecto de grado es de tipo cuantitativa descriptiva, ya que de acuerdo a lo que indica Sampieri las investigaciones con ...“enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) lo cual coincide con esta investigación ya que su objetivo fue recopilar información y realizar diversas mediciones numéricas y realizar un análisis de la misma y es de tipo descriptiva porque Bernal indica que las investigaciones descriptivas como las de este tipo narran o identifican hechos, características del entorno lo cual coincide con la que se realizó en la investigación por que buscaba a través de las pregunta de indagación la caracterización y parametrización de la cuenca, por medio de este tipo de investigación que va desde el análisis de la problemática planteada a través de las visitas de campo hasta la interlocución con pobladores conocedores de la zona por medio de la cual se obtendrá información como fuente primaria por medio de la encuesta y entrevista, todos esos datos recolectados servirán para el análisis métrico y aplicación de estudios y parámetros (Bernal Torres, 2010) que nos llevaran a la clasificación de la zona y a determinar variables propias de un estudio hidrológico de una fuente de agua, además se podrán identificar vertimientos de aguas residuales hacia el afluente de agua con lo cual se plantearán diversas ideas y soluciones para esta situación.

Las fuentes de información primaria para la investigación son inicialmente la comunidad vecina de la quebrada la Nona, los prestadores del servicio de acueducto y la información que se obtiene a través de las visitas que se realizarán a lo largo del recorrido de la quebrada; como fuentes secundarias de información se determinan los sistemas de información geográfica, la

Alcaldía Municipal de Marsella, la Corporación Autónoma Regional del Risaralda y parques naturales de Colombia.

Toda la información recolectada a través de las fuentes de información fue organizada y tabulada con el fin de ser analizada y obtener resultados y conclusiones que van de la mano a dar solución a los objetivos específicos planteados inicialmente, así como lograr la clasificación hidrológica a través de los diversos parámetros de medición de la cuenca.

6.1 Técnica recolección de información

La recolección de información de datos se hizo a partir de las visitas realizadas a la cuenca desde el nacimiento de la quebrada en la zona alta del alto del nudo hasta el último sitio de captación por parte de la bocatoma la Nona ubicada a un kilómetro de la escuela de la vereda la convención, posterior a esta visita se desarrollaron tres más a lo largo del recorrido por la margen de la quebrada por los lugares donde se cruza con la carretera hasta la vereda la Oriental, por último se realizó una visita de difícil acceso a la desembocadura de la quebrada en el rio cauca en el sector de Beltrán.

Como parte de la indagación de información el proyecto investigativo se realizó la consulta en la página de la CARDER sobre la existencia de algún estudio relacionado con la cuenca de la Quebrada La Nona con el fin de relacionar parámetros y caracterizaciones geomorfológicas realizadas con el fin de comparar con los resultados encontrados y analizados en el proyecto, en dicha consulta se encontro la siguiente información:

- Plan de manejo parque municipal natural la Nona del año 2000, realizado por la bióloga Monica Sofía Guevara Mejía.

- Acuerdo No 19 de Junio 17 de 2011 “ Por la cuál se declara reserva y se alindera el distrito de manejo integrado la Nona como categoría de área protegida integrante del SINAP”.
- Datos abiertos sistema de información ambiental y estadístico SIAE, mapas de información cartográfica e hidrográfica.

6.1.1 Trabajo en campo

En el trabajo de campo no se pudieron llevar a cabo las visitas planteadas inicialmente por la diversas dificultades expresadas anteriormente, se realizó una observación de manera preliminar y luego de primera mano en las visitas posteriores realizadas se pudo verificar las condiciones de la cuenca, también en el trabajo de campo se pudo obtener información de las familias que habitan en la ronda hídrica de la quebrada desde el nacimiento hasta la escuela de la vereda la convención, los pobladores de los cuales se obtuvo información están dispersos en la zona de influencia de la quebrada de esta manera se pudo obtener información de primera mano de la parte alta de la cuenca.

Por medio del trabajo de campo realizado también se tuvo acceso a información de las personas que habitan la casa de visitantes de la reserva forestal y de la guardabosques que está ubicada en la Cuenca alta de la quebrada, a través de una entrevista la guardabosques habló acerca de su trabajo en la reserva forestal la Nona, todas estas personas como actores directos de la zona son fuentes primarias de información ya que hicieron claridad del recorrido en general que abarca la quebrada, el área protegida con que cuenta la reserva forestal e indicios de vertimientos que presentan principalmente por sistemas sépticos defectuosos y actividades

relacionadas con el lavado de café cuyas aguas son vertidas a la quebrada sin ningún control, además de posibles riesgos antrópicos que se evidenciaron en la investigación.

6.1.2 Encuesta

La encuesta es una técnica primaria para la obtención de información que se aplicó en la comunidad, es un método diseñado a través de una serie de preguntas elaboradas y concisas que permiten analizar la información mediante los métodos cuantitativos definidos y los resultados que se obtuvieron llegar a conclusiones.

Para (Tamayo y Tamayo, 2003) el cuestionario de la encuesta constituye una forma de técnica de observación, al presentar preguntas cerradas permiten enfocar la investigación en los problemas que nos interesan y datos que se requieren en la investigación.

El formato de la encuesta diseñada consta de 15 preguntas que fueron aplicadas a la población con el fin de hacer un sondeo del conocimiento que tienen los habitantes de la cuenca y su relación con la misma, la encuesta hace parte del anexo formulario de la encuesta.

6.1.3 Población y muestra

La población que habita directamente la cuenca alta de la quebrada la Nona está ubicada en las veredas: el Rayo y la Convención. En su recorrido posterior tienen jurisdicción las siguientes veredas: El Zurrumbo, Beltrán, Caracas, Estación Pereira, Las Tazas, La Oriental y Valencia las cuales en la metodología planteada inicialmente se tenía previsto hacer una caracterización completa, pero por los problemas de movilidad evidenciados se abordó solo la parte alta de la cuenca por su importancia hídrica y ambiental. La muestra de la encuesta aplicada genera confianza en el estudio por lo cual su índice de incertidumbre es bajo.

6.1.4 Entrevista

Se llevó a cabo una entrevista con la guardabosques de la reserva forestal por medio de la cual se obtuvo información más técnica y precisa acerca de las condiciones medioambientales de la cuenca alta, la entrevista se basó en una serie de preguntas y afirmaciones que le planteé como preámbulo de la conversación y la entrevistada daba su respuesta o su opinión acerca de las preguntas realizadas, a medida que se desarrolló la entrevista se podían formular nuevas preguntas sobre la información brindada por la guardabosques.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados y análisis se realizaron de acuerdo al orden en los cuales se presentan los objetivos específicos, es decir, empezando por la caracterización y parametrización de la cuenca hidrográfica y terminando con la realización de la matriz de probabilidad-impacto,

7.1 Caracterización y Clasificación de la cuenca hidrográfica

Se realizó la caracterización y parametrización de la cuenca por medio del software ARCGIS 10.4 de uso educativo, a través de este software se logró establecer parámetros y tablas de atributos de cada uno de los componentes estudiados de acuerdo con los diversos archivos de sistemas de georreferenciación y geográficos, mediante el trabajo de campo que se realizó con los habitantes de la cuenca alta y la guardabosques se lograron obtener características propias de la zona.

7.1.1 *Por su tamaño geográfico*

La cuenca la Nona de acuerdo a su tamaño geográfico es pequeña, por medio de la medición del área de la cuenca al ser esta menor en una extensión de 100 km² es considerada como una cuenca pequeña, esta a su vez pertenece a una red más grande de áreas protegidas como lo son EL PARQUE REGIONAL NATURAL ALTO DEL NUDO Y EL PARQUE NACIONAL NATURAL DE LOS NEVADOS.

7.1.2 *Por su ecosistema*

La cuenca hidrográfica de la Nona se define como una cuenca húmeda, ya que a través del análisis de la caracterización de cuencas húmedas esta cumple con los mismos parámetros y

se detalla por el sostenimiento de diversos sistemas ambientales como calidad de aire, agua, hábitat y biodiversidad.

7.1.3 Por su objetivo

De acuerdo a la clasificación por objetivos, la cuenca la Nona se puede clasificar como una fuente de abastecimiento de acueductos comunitarios lo que permite un suministro constante de agua a sus beneficiarios, también es utilizada con objetivos comerciales ya que es indispensable para el pastoreo de algunos animales y riego de cultivos en los cuales predomina el de café de diversas variedades.

7.1.4 Por su relieve

De acuerdo al relieve característico de la zona andina y evidenciado en el plano de curvas de nivel del geo portal del ministerio de minas y energía la cuenca se define como de media montaña por tener pendientes entre el 4 y 12%.

7.1.5 Por la dirección de evacuación de las aguas

De acuerdo a la dirección final de evacuación del agua del afluente principal de la cuenca que es la quebrada La Nona, se clasifica su dirección como exorreica, que, aunque no desembocan en el mar directamente, sus aguas viajan a través del río Cauca tributario a su vez del río Magdalena que finalmente desemboca sus aguas en el océano atlántico.

7.1.6 Por su función

Las funciones primordiales de la cuenca La Nona son de vital importancia ya que se pueden definir como: Hidrológica, ecológica, ambiental y socio económica.

Su función hidrológica se define como un sistema de captación de agua principalmente proveniente de precipitaciones que caen en la cuenca y que luego son descargadas como parte de su ciclo de escurrimiento.

Su función ecológica es de vital importancia ya que posee diversidad de lugares que proveen características al agua, además sirve como hábitat de diversas especies de flora y fauna.

La función principal en la parte ambiental es que esta cuenca ayuda a regular los ciclos bioquímicos del agua, el ambiente y la biodiversidad, los nutrientes que brinda al suelo permiten abundancia de flora característica de las zonas de media montaña y reservorios de agua además de ser un purificador del aire por naturaleza.

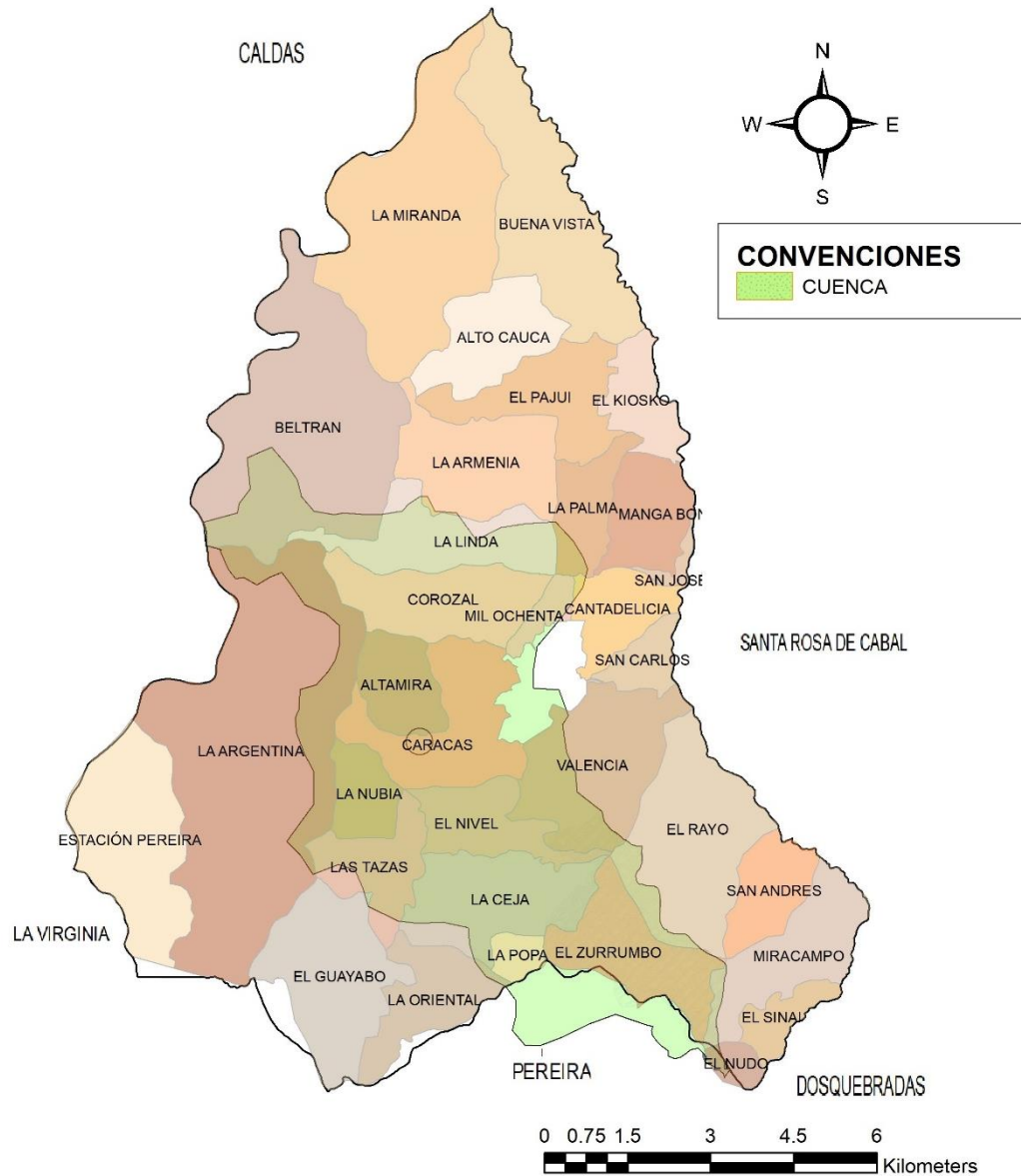
Ya en la parte que beneficia a la población además de suministrar el agua necesaria para la subsistencia humana, ayuda al desarrollo productivo a través de los cultivos y la ganadería no extensiva lo que permite el desarrollo de la población.

7.2 Ubicación geográfica

La cuenca de la quebrada la Nona objeto de estudio se encuentra en el costado occidental de la cordillera central, en la cuenca montañosa del Río Cauca en el municipio de Marsella del departamento de Risaralda, donde se inicia el sector conocido como cañón del Cauca.

Ilustración 7-1

Ubicación de la cuenca en el municipio de Marsella-Risaralda

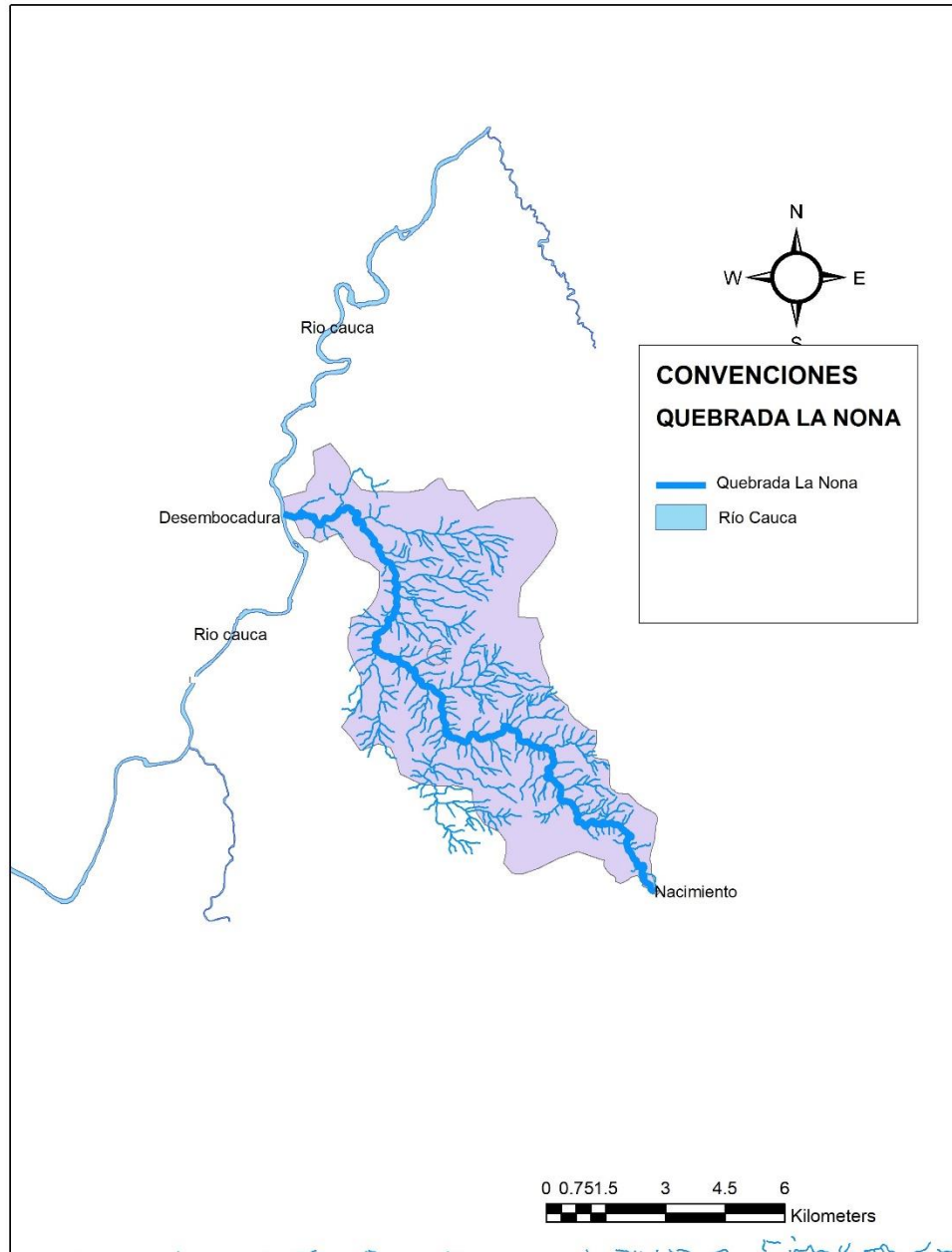


Nota: Autoría propia capa cuenca RUNAP, shape veredas (Instituto Geográfico Agustín

Codazzi IGAC, 2021)

7.2.1 Delimitación de la cuenca

A través del software ARCGIS se define la capa que delimita las áreas de protección y se ubica de la tabla de atributos el área perteneciente a la cuenca la Nona, delimitada por en sus extremos con una línea más gruesa que las internas.

Ilustración 7-2*Delimitación de la cuenca*

Nota: Autoría propia Capa drenajes sencillos y dobles (Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IGAC, 2021)

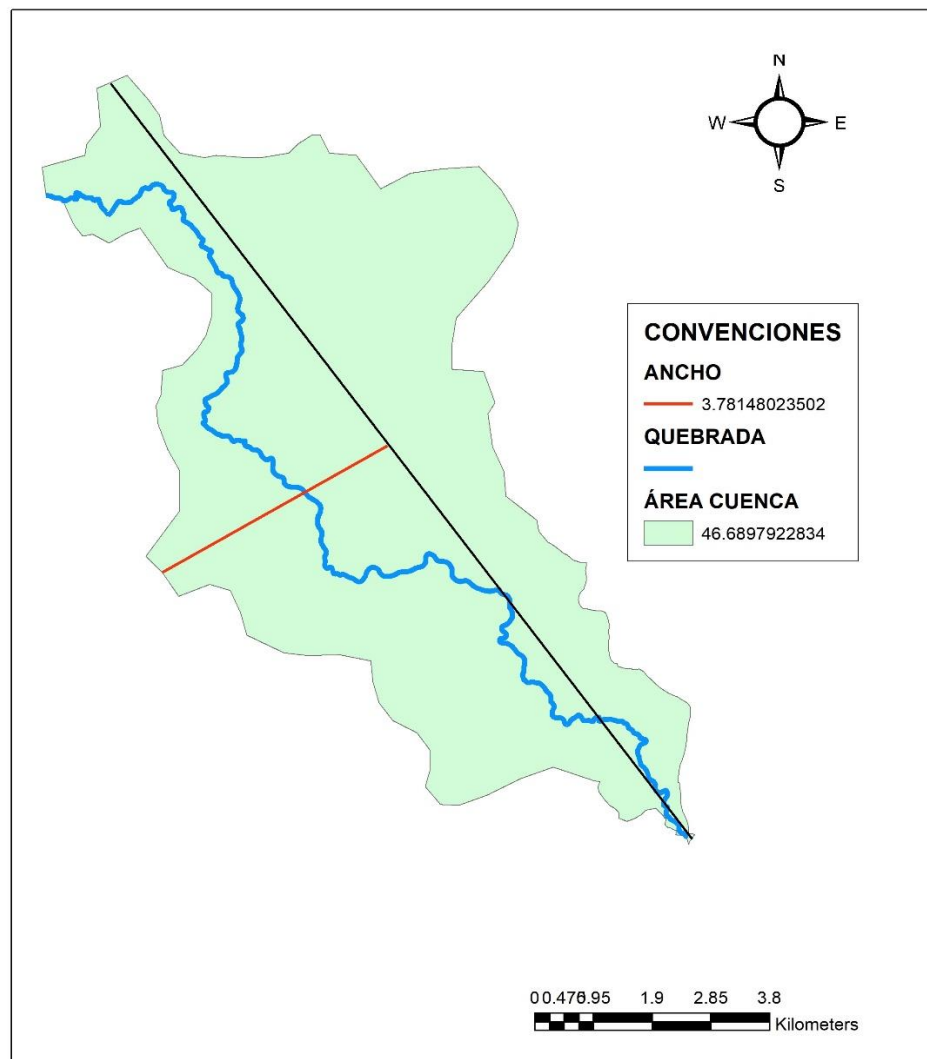
7.3 Parámetros Morfo métricos

7.3.1 Ancho de la cuenca

Tomando como base para el cálculo la escala en que se trabaja el plano el ancho de la cuenca es igual a 3.781 Km.

Ilustración 7-3

Ancho de la cuenca



Nota: Autoría propia capa shape drenajes (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 2021) y capa cuenca (Corporación autónoma regional de Risaralda, 2021)

7.3.2 Ancho promedio

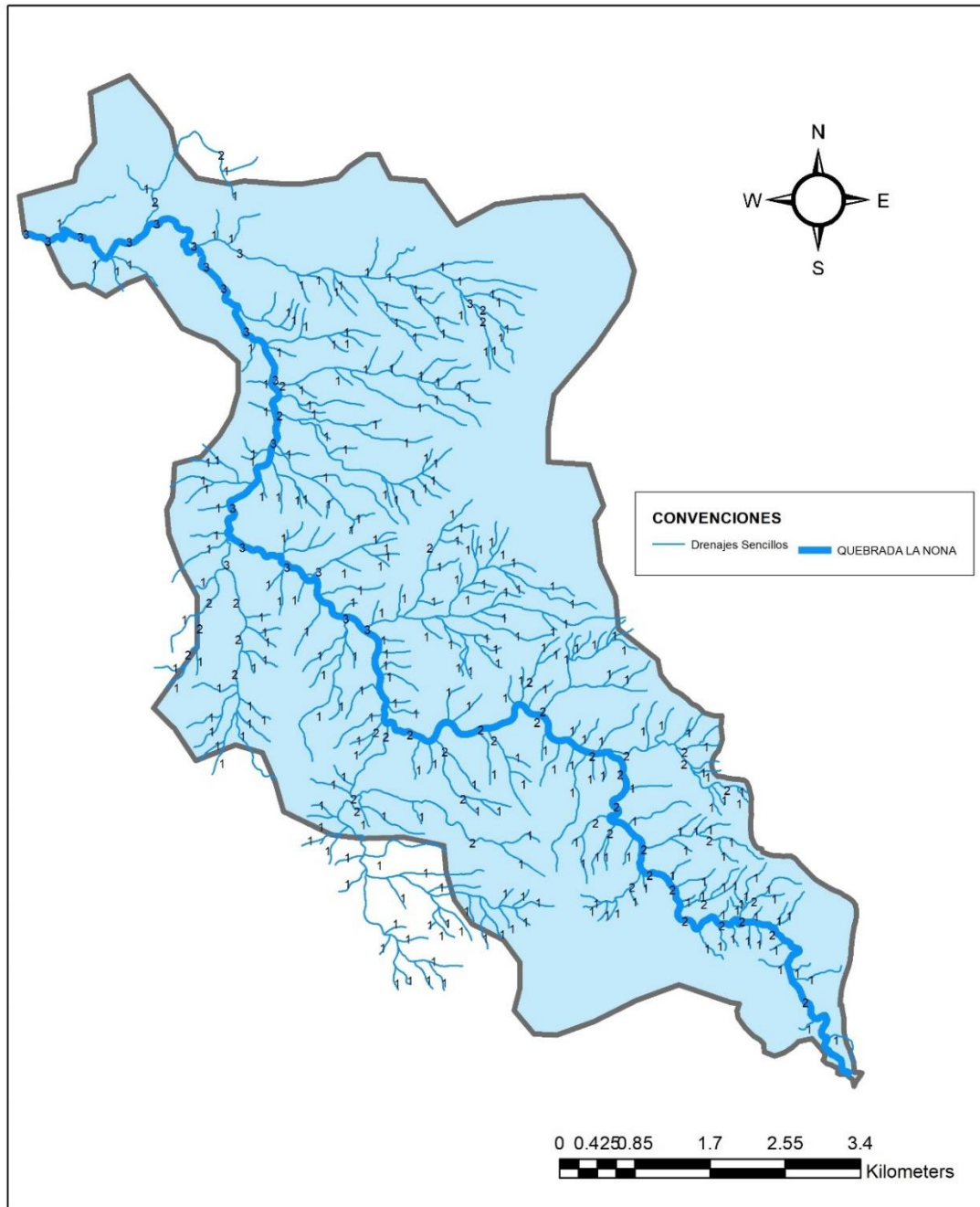
El ancho de la cuenca promedio de la cuenca es igual a 3,316 km

7.3.3 Coeficiente o factor de forma (R_f)

Se calculó por medio de la ecuación (3) dando como resultado un factor de forma igual a 0,117; de acuerdo con la tabla 4.2-4 la forma de la cuenca es muy alargada.

7.3.4 Orden de la corriente principal

La quebrada la Nona se clasificó de acuerdo al orden final de cada uno de los drenajes tributarios, lo que arroja como resultado es que la cuenca es de tercer orden.

Ilustración 7-4*Orden de la corriente principal*

Nota: Autoría propia capa drenajes sencillos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC,

2021)

7.3.5 Coeficiente de forma (Kf)

La relación entre el ancho medio de la cuenca y su longitud, da como resultado un coeficiente de la forma (Kf) igual a 0,235

7.3.6 Radio o relación de elongación (Re)

La relación entre el diámetro de un círculo de área igual a la cuenca y la longitud de la cuenca, da como resultado una relación de elongación igual a 0,547

7.3.7 Relación de relieve (Rr)

La relación de relieve da como resultado 85,233 m/km

7.3.8 Coeficiente de masividad

La condición de la cuenca con respecto a su relieve da como resultado 30,19 lo que indica que es una cuenca medianamente montañosa.

7.3.9 Coeficiente orográfico

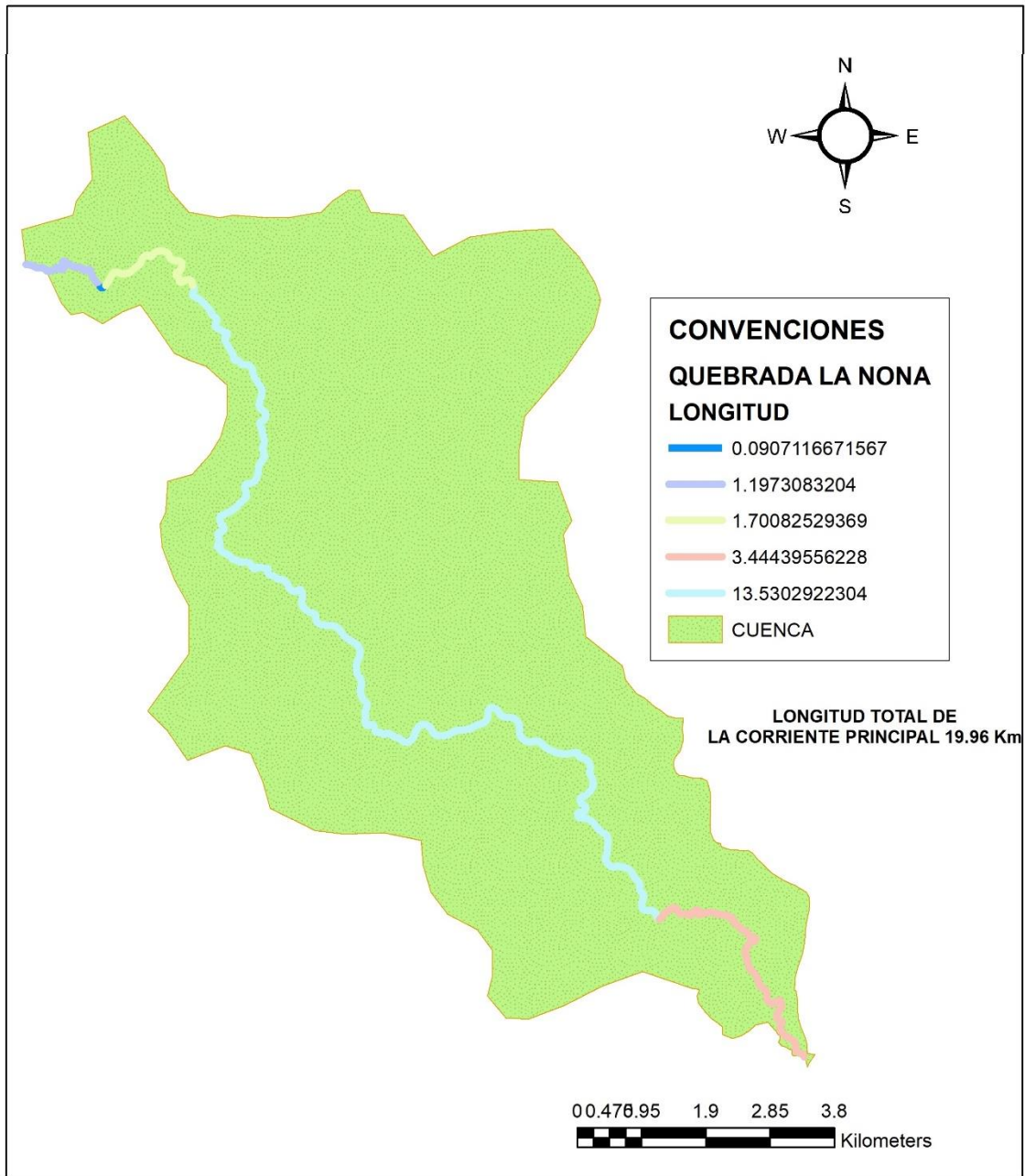
El potencial de degradación de la cuenca, tiene un coeficiente de 0,042 según (Repositorio UTP, s.f.) cuando el resultado de la ecuación es menor a 6 se considera una cuenca poco accidentada y su potencial de degradación es bajo.

7.3.10 Longitud máxima o recorrido fuente principal

La longitud de la fuente principal desde el nacimiento hasta la desembocadura de la es de 19,96 km.

Ilustración 7-5

Longitud máxima o recorrido fuente principal



Nota: Autoría propia (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 2021) y (Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM, 2021)

7.3.11 Longitud de la cuenca

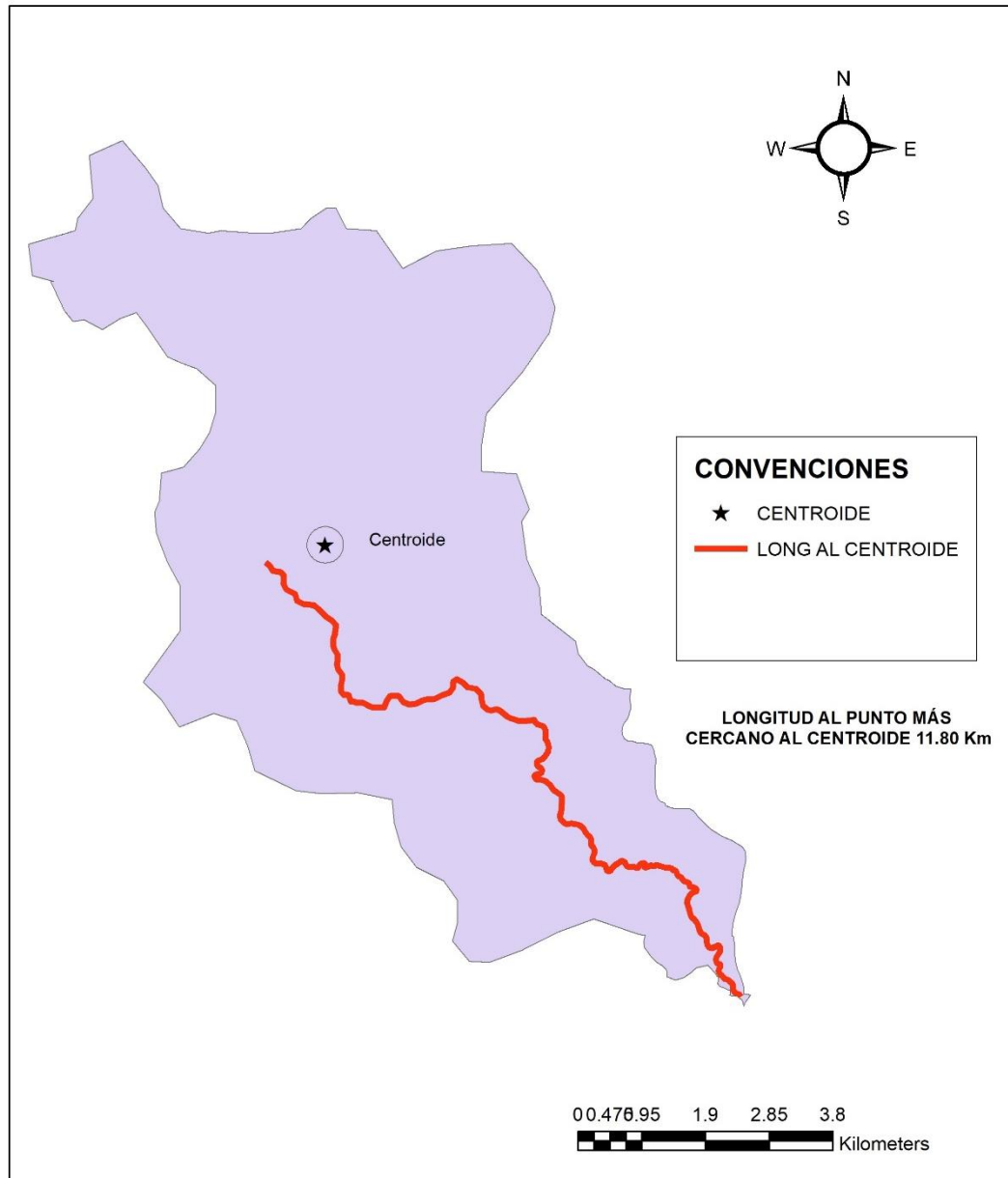
La longitud de la cuenca es de 14,078 km. La medida se realiza a través del software Arcgis con la herramienta de medición sobre la cuenca de estudio.

7.3.12 Longitud del cauce hasta el punto más cercano al centroide

Este cálculo se realiza de manera analítica, la cual da como resultado 11,80 km.

Ilustración 7-6

Longitud del cauce hasta el punto más cercano al centroide



Nota: Autoría propia capar drenaje principal (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 2021), centroide a través del cálculo de coordenadas de la tabla de atributos de la capa.

7.3.13 Índice o coeficiente de compacidad (K_c)

El índice o coeficiente de compacidad da como resultado 1,682 lo que indica que la forma de la cuenca es ovalada rectangular.

7.3.14 Índice de alargamiento

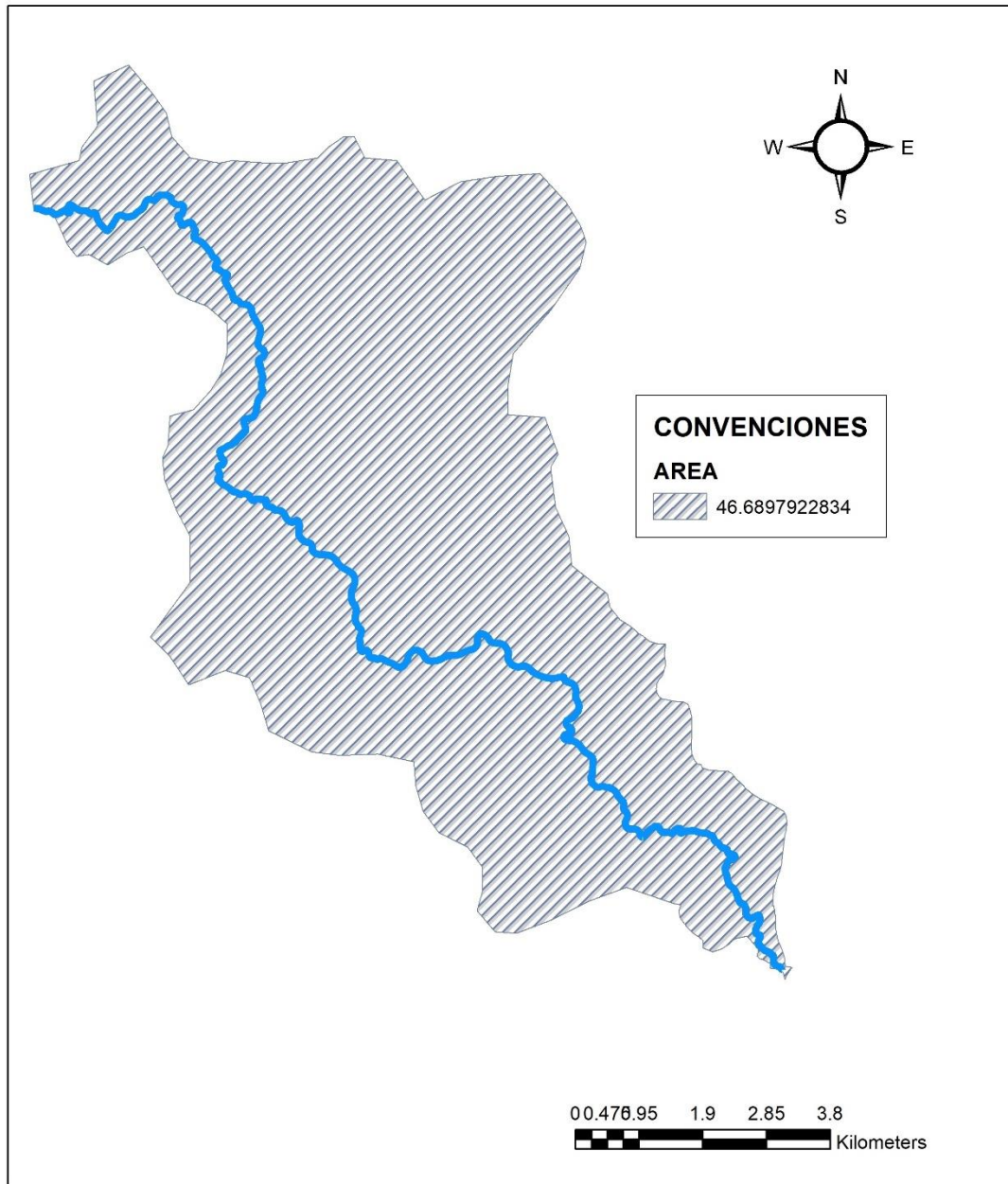
El índice de alargamiento de la cuenca es 2,578 lo que indica una cuenca predominantemente alargada.

7.3.15 Relación de circularidad (C_c)

El coeficiente de circularidad de la cuenca es 0,348; siendo este valor cercano a 0, lo que va de la mano con el resultado del índice de alargamiento que indica que es una cuenca alargada.

7.3.16 Área de la cuenca

El área de la cuenca es 46,689 km².

Ilustración 7-7*Área de la cuenca*

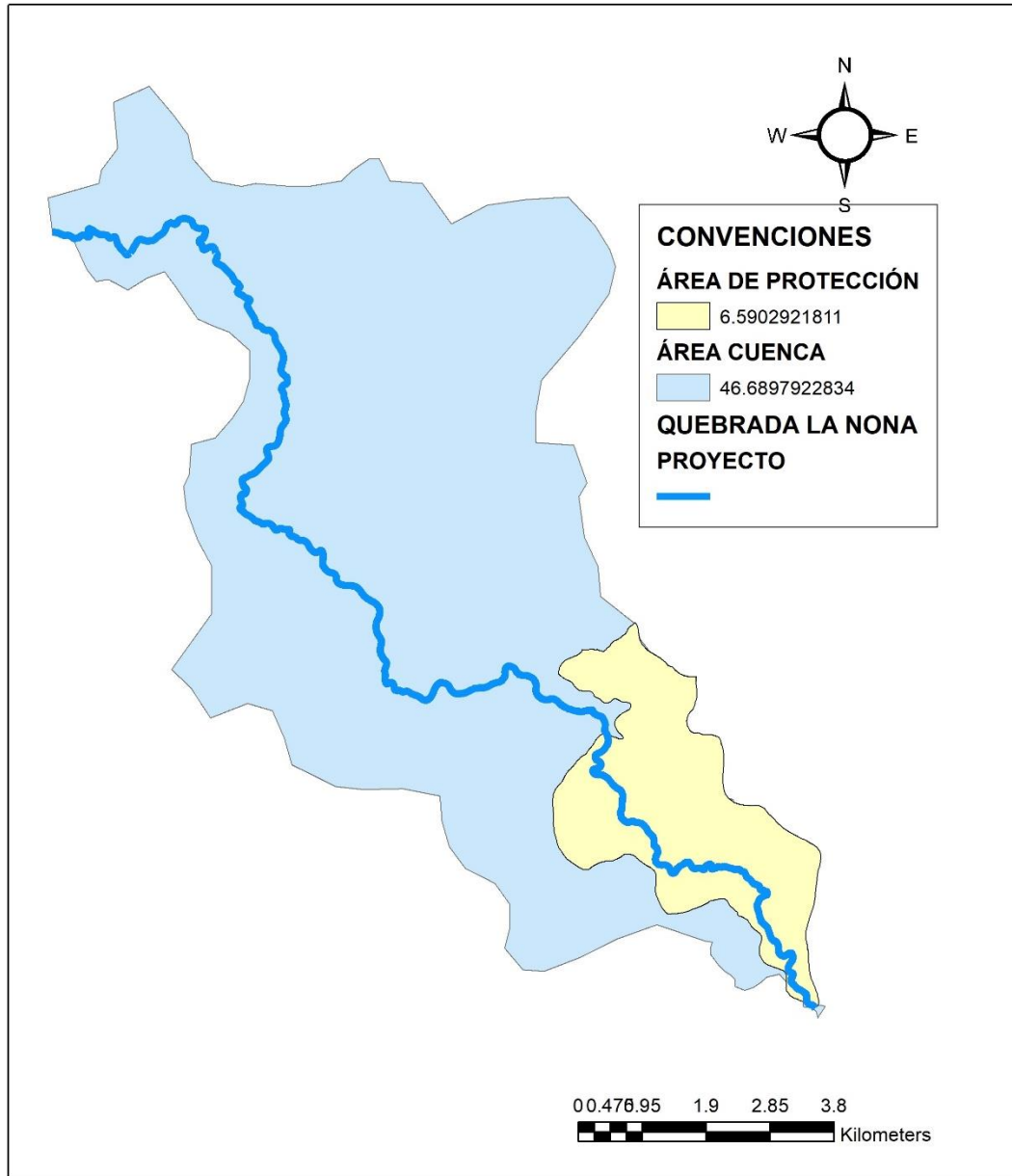
Nota: Autoría propia capa cuenca (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 2021)

7.3.17 Área de protección de la cuenca

El área total de la cuenca es 46,689 km², el área que hasta el momento es objeto de protección por parte de las autoridades es de 6,590 Km² cerca de un 14.11% del área total, que en el contexto ambiental es poco ya que su mayor extensión de protección está en la parte alta y no en todo el recorrido de la fuente, de acuerdo al proyecto del (Instituto nacional de los recursos naturales renovables y del ambiente-INDERENA, 1979) estima que el área de protección es la indicada ya que abarca la totalidad de los afloramientos de agua, así como las bocatomas de captación del agua de la quebrada, que fue por la cual se creó el proyecto de acuerdo para la protección de la fuente de agua en la parte alta de la cuenca.

Ilustración 7-8

Área total y de protección de la cuenca



Nota: Autoría propia capa cuenca (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 2021) y áreas de protección (RUNAP Parques nacionales de Colombia, 2021)

7.3.18 Pendiente

La pendiente de la cuenca en promedio es de 6,012%., de acuerdo a esto el tipo de relieve de la cuenca es suave.

7.3.19 Análisis de drenajes

En la cuenca objeto de estudio se identifican un conjunto de drenajes que conforma una red de drenaje de drenaje a lo largo de la cuenca, todos tributarios de la corriente principal.

7.3.20 Análisis de líneas de los drenajes de la cuenca

De acuerdo a la jerarquización (Newell Strahler, 1952), en la cuenca se identifican drenajes de primer, segundo y tercer orden.

7.3.21 Densidad de drenaje

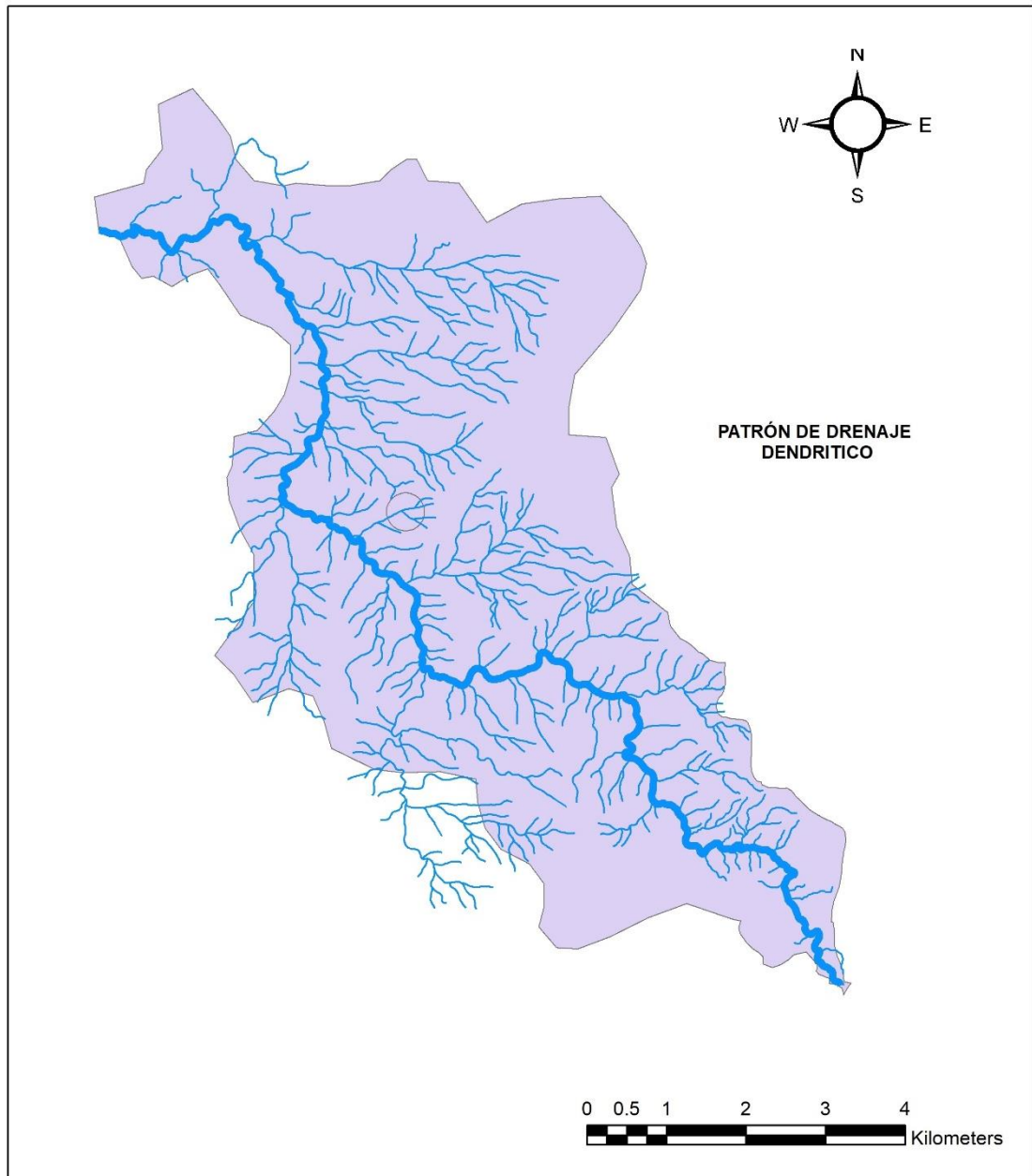
La densidad de drenaje de la cuenca es de 6 lo que indica una densidad de drenaje baja y una textura gruesa.

7.3.22 Frecuencia de drenaje

La frecuencia de drenaje de la cuenca es de 5,483 calculo similar al obtenido en la densidad de drenaje.

7.3.23 Análisis patrones de drenaje

Identificado el patrón de drenajes presente en cuenca de la quebrada la Nona esta nos indica que es de forma dendrítica de acuerdo al análisis arrojado de los drenajes.

Ilustración 7-9*Análisis patrones de drenaje*

Nota: Autoría propia capa drenajes sencillos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi

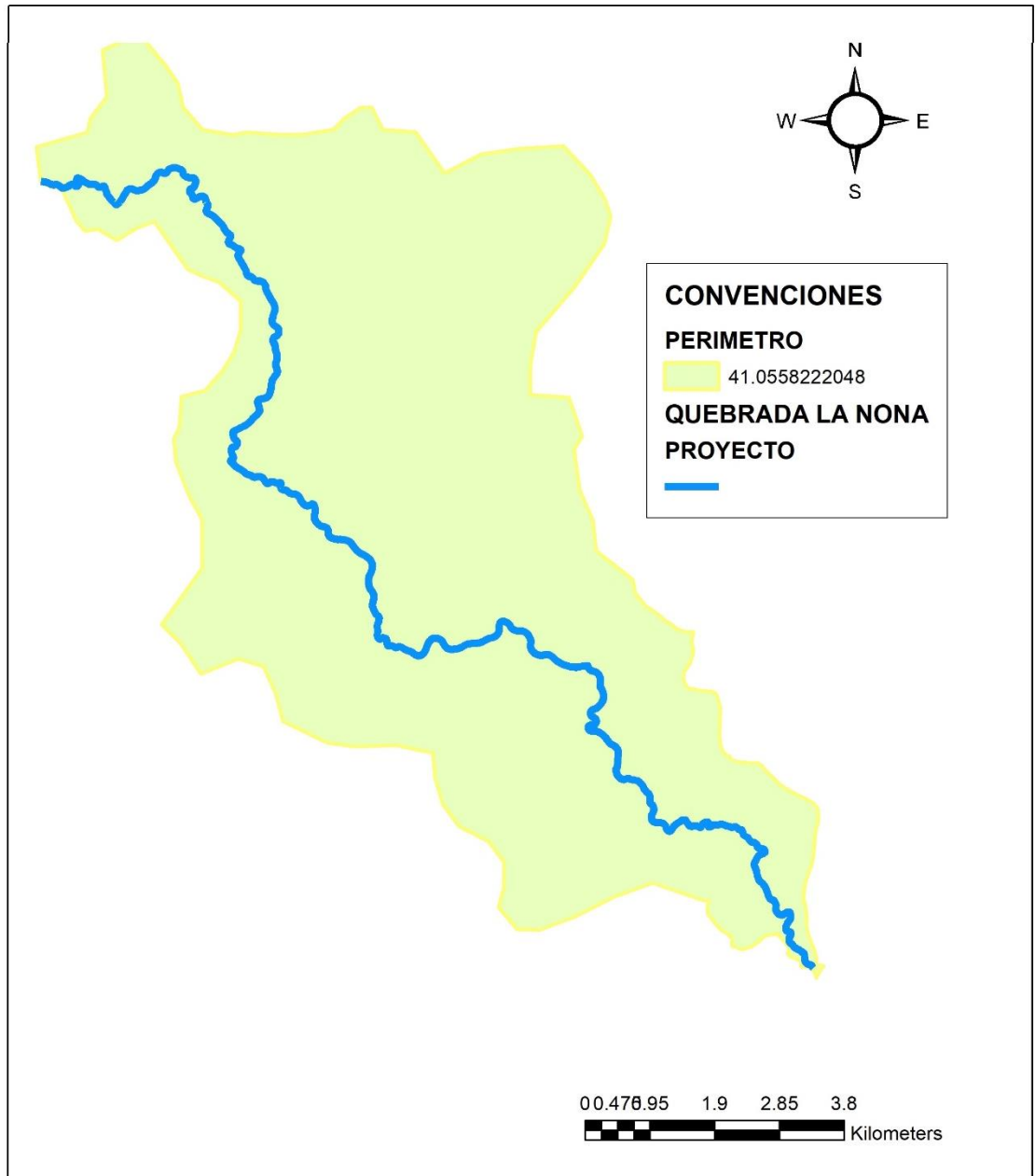
IGAC, 2021)

7.3.24 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración promedio de la cuenca o el tiempo que tarda una gota de lluvia en recorrer desde el extremo más alejado de la cuenca hasta la desembocadura del curso principal, es de 1,96 horas.

7.3.25 Perímetro

El perímetro de la cuenca es de 41.05 km.

Ilustración 7-10*Perímetro de la cuenca*

Nota: Autoría propia capa cuenca (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 2021)

7.3.26 Longitud axial

La longitud axial es 14,078 km.

En conclusión, mediante la investigación se pudo determinar que la cuenca alta de la quebrada representa la principal área a proteger por ser donde se encuentran los nacimientos, bosques de protección y lugares de captación de los principales acueductos, la clasificación y caracterización geomorfología se resume en la tabla 7.3-1

Tabla 7-1

Caracterización ,clasificacion y parámetros morfométricos de la cuenca

Caracterización y clasificación	Por su tamaño geográfico	Pequeña
	Por su ecosistema	Cuenca húmeda
	Por su relieve	Media montaña
	Por la dirección de evacuación de las aguas	Exorreica
Parametros morfometricos	Ancho de la cuenca	3.781 Km
	Ancho promedio	3,316 km
	Coeficiente o factor de forma (Rf)	0,117 Alargada
	Orden de la corriente principal	Tercer orden

Parametros morfometricos	Coeficiente de la forma (Kf)	0,235
	Radio o relación de elongación	0,547
	Relacion de relieve (Rr)	85,233 m/km
	Coeficiente de masividad	30,19 Media montaña
	Coeficiente orográfico	0,042 Poco accidentada
	Longitud máxima o recorrido fuente principal	19,96 km
	Longitud de la cuenca	14,078 km
	Longitud del cauce ahsta el punto más cercano al centroide	11,80 km
	Indice o coeficiente de compacidad (Kc)	1,682 Cuenca ovalada
	Índice de alargamiento	2,578 Cuenca alargada
	Relacion de circularidad (Cc)	0,348 Cuenca alargada
	Area de la cuenca	46,689 km ²

Area de protección de la cuenca	6,590 Km ²
Pendiente	6,012%
Análisis de líneas de drenajes de la cuenca	Drenajes de primer, segundo y tercer orden
Densidad de drenaje	Baja y una textura gruesa.
Frecuencia de drenaje	5,483
Análisis de patrones de drenaje	Dendrítica
Tiempo de concentración (T _c)	1,96 horas
Perímetro	41.05 km
Longitud axial	14,078 km

Nota: Autoría propia.

7.4 Estimación del Impacto Ambiental por la Metodología de Conesa, Fernández

Con las visitas realizadas al área de investigación se evidenciaron una serie de dificultades ambientales que afectan directamente la cuenca, para lograr estimar los impactos ambientales presentes, se utilizó la guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (Conesa Fernandez Vitora, 2011). Por medio de la matriz de importancia que parte de la identificación de acciones impactantes y factores ambientales susceptibles de ser impactados en la cuenca objeto de estudio.

A continuación se identificaron las principales acciones que generan impacto ambiental y los factores que son afectados por estas acciones, la investigación tuvo un enfoque principalmente en las acciones antropicas generadas por la población.

7.4.1 Identificación de acciones que pueden causar impacto

Por medio de las visitas de campo desarrolladas a lo largo de la cuenca de la quebrada la Nona, se pudo identificar los diversos impactos antrópicos presentes en la zona de estudio que de alguna forma afectan el entorno y la conservación de la cuenca, los impactos se relacionan en la tabla 7.4.1-1:

Tabla 7-2

Actividades antrópicas

ACTIVIDAD ANTRÓPICA EVIDENCIADA	DESCRIPCIÓN
Agricultura cultivo de café	En la zona media y baja de la cuenca se identificaron grandes extensiones de cultivos de café típico de la población allí asentada, quizás este sea uno de los mayores impactos ambientales presentes, ya que se utilizan grandes extensiones de tierra y para llevar a cabo este proceso se hace necesario la tala de árboles, como la siembra del

	<p>cultivo la realizan hasta el borde de la quebrada se presentan problemas ambientales de contaminación de agua y suelos por la utilización de agroquímicos para control de plagas y fertilizantes. También se presenta que el proceso de beneficio del café algunas propiedades no cuentan con un sistema para tratamiento de estas aguas y vierten estas mismas directamente a la quebrada.</p>
Agricultura cultivos varios	<p>En la cuenca se identificaron además de los cultivos de café ya relacionados, cultivos de pan coger como: Yuca, caña de azúcar, plátano y algunos cultivos de pan coger. Varios de los anteriores cultivos presentan problemas ambientales ya que en algunos casos están a escasos pasos de la corriente principal, al no ser cultivos tan tecnificados se presentan mal manejo de agroquímicos afectando de igual forma el suelo y el agua.</p>
Ganadería	<p>En la parte media y baja de la cuenca se identificaron potreros para pastoreo de ganado, a simple vista se pudo observar parte de la deforestación presente en estas zonas, ya que el bosque ha sido reemplazado por pastos y los animales deterioras en suelo con sus pisadas, además que aportan al suelo elementos dañinos como su orina y excremento.</p>
Población	<p>Se evidencia asentamientos poblacionales dispersos en la zona alta-media y un poco más intensos en la parte baja en cercanía a la desembocadura de la quebrada, se presentan impactos por parte de la comunidad ya que la mayoría de viviendas no cuenta con un sistema óptimo de tratamiento de aguas y las mismas son vertidas a la quebrada sin ningún tipo de proceso de mejora de sus características.</p>

Nota: Autoría propia

7.5 Identificación de los componentes ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos

A continuación en las tablas 7.5-1 , 7.5-2 , 7.5-3 y 7.5-4 se identificaron los factores o componentes que son afectados por la actividades antrópicas que generan impacto ambiental en la cuenca.

Tabla 7-3

Indicadores de evaluación medio abiótico

COMPONENTE	ASPECTO	ACTIVIDAD DE IMPACTO			
		Cultivo de café	Cultivos varios	Ganadería	Población
Geomorfología	Morfología	x	x	x	
Suelos	Agrología	x	x	x	x
	Uso del suelo	x	x	x	x
	Calidad del suelo	x	x	x	
Geotecnia	Estabilidad	x	x	x	
Aguas superficiales	Características de las aguas	x	x	x	x
Atmosfera	Calidad del aire			x	x
	Clima				

Nota: Autoría propia (Gerencia ambiental de proyectos ltda)

Tabla 7-4

Indicadores de evaluación medio biótico

COMPONENTE	ASPECTO	ACTIVIDAD			
		Cultivo de café	Cultivos varios	Ganadería	Población

Ecosistemas terrestres	Flora	x	x	x	x
	Fauna	x	x	x	x

Nota: Autoría propia (Gerencia ambiental de proyectos ltda)

Tabla 7-5

Indicadores de evaluación medio socioeconómico y cultural

COMPONENTE	ASPECTO	ACTIVIDAD			
		Cultivo de café	Cultivos varios	Ganadería	Población
Demográfico	Calidad de vida	x	x	x	x
Espacial	Servicios sociales (salud, educación, vivienda, recreación, vías)				x
	Servicios públicos (Energía, acueducto, alcantarillado)				x
Económica	Estructura de la propiedad	x	x	x	x
	Procesos productivos	x	x	x	x
	Ingresos	x	x	x	x

Política	Presencia institucional	x			x
	Actores sociales				
Cultural	Modificaciones culturales	x	x		x

Nota: Autoría propia (Gerencia ambiental de proyectos Ltda)

Tabla 7-6

Indicadores de evaluación medio perceptual

COMPONENTE	ASPECTO	ACTIVIDAD			
		Cultivo de café	Cultivos varios	Ganadería	Población
Paisaje	Calidad visual	x		x	x

Nota: Autoría propia (Gerencia ambiental de proyectos Ltda)

7.6 Acciones generadoras de impacto ambiental

Después de determinar los principales componentes susceptibles a ser impactados de una u otra forma, se identifican de forma más precisa las acciones que pueden llevar a que esto ocurra.

Tabla 7-7

Acciones generadoras de impacto ambiental

ACTIVIDAD ANTRÓPICA EVIDENCIADA	ACCIONES GENERADORAS DEL IMPACTO	DESCRIPCIÓN

<p>Agricultura cultivo de café</p>	<p>Uso de agroquímicos como pesticidas, herbicidas y fertilizantes.</p>	<p>La mala aplicación y no uso de equipos de protección adecuado, afectan la salud directamente.</p> <p>El empleo inadecuado de agroquímicos, pueden causar contaminación por la mala disposición de estos en los suelos.</p> <p>Por uso inadecuado de los equipos de aspersión estos pueden contaminar fuentes de agua.</p>
<p>Agricultura cultivo de café</p>	<p>Sustitución de árboles nativos por árboles para sombra</p>	<p>Disminución de la variedad biológica de la cuenca, cuando se eliminan o cambian árboles nativos por otros que no son de la zona para proveer sombra a las plantaciones de café.</p> <p>Al realizar la tala de los árboles se genera materia</p>

		<p>orgánica en el suelo, pero muchos de estos árboles sirven como madera para construcción o leña para cocinar alimentos que son beneficiosos para las familias rurales.</p> <p>En algunos casos es tal la cantidad de árboles talados que la mayoría son incinerados lo que provoca impacto ambiental en el aire y calidad de vida.</p>
Agricultura cultivo de café	Beneficio de la cosecha de café	<p>Contaminación de las fuentes de agua por el vertimiento sin tratamiento de las aguas con que se lava el café.</p> <p>Contaminación de las fuentes de agua y el medio ambiente por la disposición de la cascara del café sin ningún tipo de tratamiento.</p>

		<p>En el caso donde la cascara del café es depositado sobre el suelo está comienza a descomponerse y produce lixiviados que pueden contaminar fuentes de agua superficiales y los sitios donde está depositada.</p>
Agricultura cultivos varios	Monocultivos	<p>Como consecuencia del monocultivo se presentan problemas fitosanitarios con la utilización de agroquímicos de igual manera que el cultivo extensivo de café, pero en este caso en menores proporciones.</p>
Ganadería	Cría y producción de ganado para carne y leche	<p>La ganadería está directamente asociada con la tala y quema de bosques (En la actualidad no se evidencio este fenómeno en la cuenca).</p> <p>Se presenta erosión y compactación del suelo,</p>

		además de mayor emisión de CO2 a la atmosfera(www.FAO.org)
Población	Crecimiento de la población	Contaminación de fuentes hídricas, sobreexplotación de los recursos naturales, ocupación de áreas de protección, deforestación, generación de residuos sólidos y mal manejo de los mismos.

Nota: Autoría propia, acciones generadoras de impacto ambiental.

Como una forma de agrupar en una sola matriz los componentes susceptibles de sufrir algún tipo de impacto y las acciones generadoras de impacto ambiental, se realizó la siguiente matriz de identificación.

7.7 Evaluación del impacto ambiental

Tabla 7-8

Matriz de identificación de impactos ambientales

COMPONENTE SUCEPTIBLE DE SER AFECTADO	ASPECTO	USO DE AGROQUÍMICOS COMO PESTICIDAS, HERBICIDAS Y FERTILIZANTES.	SUSTITUCIÓN DE ÁRBOLES NATIVOS POR ÁRBOLES PARA SOMBRA	BENEFICIO DE COSECHA DE CAFÉ	MONOCULTIVOS	CRÍA Y PRODUCCIÓN DE GANADO PARA CARNE Y LECHE	CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN
Geomorfología	Morfología	X	X	X	X	X	
Suelos	Clasificación agrológica	X	X	X	X	X	X
	Uso del suelo	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	X	X
	Calidad del suelo	X	X	X	X	X	
Geotecnia	Estabilidad	X	X	X	X	X	
Aguas superficiales	Características de las aguas superficiales	X	X	X	X	X	X
Atmósfera	Calidad del aire					X	X
Ecosistemas terrestres	Flora	X	X	X	X	X	X
	Fauna	X	X	X	X	X	X
Demográfico	Calidad de vida	X	X	X	X	X	X
Espacial	Servicios sociales						X

	Servicios públicos						X
Económica	Estructura de la propiedad	X	X	X	X	X	X
	Procesos productivos	X	X	X	X	X	X
	Ingresos	X	X	X	X	X	X
Política	Presencia institucional	X	X	X			X
	Actores sociales						
Cultural	Modificaciones culturales	X	X	X	X		X
Paisaje	Calidad visual	X	X	X	X	X	X

Nota: Autoría propia

Tabla 7-9

Evaluación del impacto ambiental

COMPONENTES Y PROCESOS AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER AFECTADOS		CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS										VALORACIÓN DEL IMPACTO	
		Signo	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversabilidad	Acumulación	Efecto	Periódidad	Recuperabilidad	Valor absoluto de la importancia	Importancia
GEOMORFOLOGÍA	Morfología	-	2	1	2	1	1	1	1	1	1	16	Bajo
SUELOS	Agrología	-	8	2	2	1	2	1	1	2	4	41	Moderado
	Uso del suelo	-	10	2	2	2	2	1	1	2	1	45	Moderado
	Calidad del suelo	-	10	2	2	2	2	4	1	1	2	48	Moderado
GEOTECNIA	Estabilidad	-	4	1	1	1	1	1	1	1	1	21	Bajo
AGUAS SUPERFICIALES	Características de las aguas	-	12	4	2	4	2	4	4	2	4	66	Severa
ATMOSFERA	Calidad del aire	-	5	1	1	2	1	1	1	1	1	25	Moderado
	Clima	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	Bajo
ECOSISTEMAS TERRESTRES	Flora	-	12	2	2	2	1	1	1	1	2	50	Moderado
	Fauna	-	12	2	2	2	1	1	1	1	2	50	Moderado
DEMOGRÁFICO	Calidad de vida	-	3	1	2	1	1	1	1	1	1	19	Bajo
ESPACIAL	Servicios sociales	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	Bajo
	Servicios públicos	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	Bajo
ECONÓMICA	Estructura de la propiedad	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	Bajo
	Procesos productivos	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	13	Bajo

	Ingresos	-	1	1	2	2	1	1	1	2	1	15	Bajo
POLÍTICA	Presencia institucional	-	3	1	1	1	1	1	1	1	1	18	Bajo
	Actores sociales	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	Bajo
	CULTURAL	Modificaciones culturales	-	1	2	1	2	1	1	1	1	15	Bajo
PAISAJE	Calidad visual	-	4	4	2	2	1	1	1	1	2	30	Moderada

Nota: Autoría propia

7.8 Estimación del Impacto Ambiental por la Metodología de Matriz de Leopold

7.8.1 Identificación de acciones que pueden causar impacto

De acuerdo a los lineamientos descritos con anterioridad para llevar a cabo la estimación del impacto ambiental por medio de la matriz Leopold, los impactos se relacionan en la tabla 7.8-

1

Tabla 7-10

Identificación actividades antrópicas

ACTIVIDAD ANTRÓPICA EVIDENCIADA	DESCRIPCIÓN
Agricultura cultivo de café	En la zona media y baja de la cuenca se identificaron grandes extensiones de cultivos de café típico de la población allí asentada, quizás este sea uno de los mayores impactos ambientales presentes, ya que se utilizan grandes extensiones de tierra y para llevar a cabo este proceso se hace necesario la tala de árboles, como la siembra del cultivo la realizan hasta el borde de la quebrada se presentan problemas ambientales de contaminación de agua y suelos por la utilización de agroquímicos para control de plagas y fertilizantes. También se presenta que el proceso de beneficio del café algunas propiedades no cuentan con un sistema para tratamiento de estas aguas y vierten estas mismas directamente a la quebrada.
Agricultura cultivos varios	En la cuenca se identificaron además de los cultivos de café ya relacionados, cultivos de pan coger como: Yuca, caña de azúcar y plátano. Varios de los anteriores cultivos presentan problemas ambientales ya que en algunos casos están a escasos pasos de la corriente principal, al no ser cultivos tan tecnificados se presentan mal

	manejo de agroquímicos afectando de igual forma el suelo y el agua.
Ganadería	En la parte media y baja de la cuenca se identificaron potreros para pastoreo de ganado, a simple vista se pudo observar parte de la deforestación presente en estas zonas, ya que el bosque ha sido reemplazado por pastos y los animales deterioran el suelo con sus pisadas, además que aportan al suelo elementos dañinos como su orina y excremento.
Población	Se evidencia asentamientos poblacionales dispersos en la zona alta-media y un poco más intensos en la parte baja en cercanía a la desembocadura de la quebrada, se presentan impactos por parte de la comunidad ya que la mayoría de viviendas no cuenta con un sistema óptimo de tratamiento de aguas y las mismas son vertidas a la quebrada sin ningún tipo de proceso de mejora de sus características.

Nota: Autoría propia

7.9 Identificación de Acciones que pueden Causar Impacto Ambiental

Tabla 7-11

Acciones que causan impacto en la modificación del régimen

ACCIONES		ACTIVIDAD			
		Cultivo de café	Cultivos varios	Ganadería	Población
Modificación al régimen	Modificación del hábitat	x	x	x	x
	Alteración de la cobertura vegetal del suelo	x	x	x	x
	Quema de bosques	x		x	

Transformación del terreno y construcción	Caminos y senderos	x		x	x
	Carreteras y puentes	x		x	x
Explotación de recursos	Tala de bosques	x		x	
Procesamiento	Agricultura	x	x		
	Ganadería y pastoreo			x	
Renovación de recursos	Reforestación				x
Emplazamiento y tratamiento de residuos	Tanques sépticos, comerciales y domésticos	x	x		x
Tratamiento químicos	Fertilización	x	x		
	Control de malezas	x	x		
	Control de insectos con pesticidas	x	x	x	x

Nota: Autoría propia

Paso siguiente se identifican los factores ambientales o condiciones existentes en el entorno

Tabla 7-12

Factores ambientales y condiciones biológicas

Características químicas y físicas	Tierra	Suelos
		Forma del terreno
	Agua	Superficial
		Subterránea
		Calidad del agua

Características químicas y físicas	Atmosfera	Calidad del aire
	Procesos	Erosión
Condiciones biológicas	Flora	Arboles
		Pastos
		Productos agrícolas
	Fauna	Peces y moluscos
		Insectos
		Micro fauna
Factores culturales	Uso de la tierra	Bosques
		Pastoreo
		Agricultura

Nota: Autoría propia

7.10 Evaluación del impacto ambiental metodología Leopold

Tabla 7-13

Evaluación de impactos negativos Matriz de Leopold

FACTORES			CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS							CONDICIONES BIOLÓGICAS						FACTORES CULTURALES			AFECTACIONES DE LA ACCIÓN											
			TIERRA		AGUA			ATMÓSFERA	PROCESOS	FLORA			FAUNA			USO DE LA TIERRA														
ACCIONES	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD QUE AFECTA DE FORMA POSITIVA O NEGATIVA		SUELOS	FORMA TERRENO	SUPERFICIAL	SUBTERRANEA	CALIDAD DEL AGUA	CALIDAD DEL AIRE	EROSIÓN	ÁRBOLES	PASTOS	PRODUCTOS AGRÍCOLAS	PECES Y MOLUSCOS	INSECTOS	MICROFAUNA	BOSQUES	PASTOREO	AGRICULTURA												
A. MODIFICACIÓN AL RÉGIMEN	Modificación del hábitat	Destrucción de bosque nativo y cambio de especies	-2 2	-4	-2 6	-12	-1 4	-4	-2 6	-12	-1 2	-2	-1 4	-4	-2 1	-2	0	0	0	0	0	-1 6	-6	0	0	0	-46			
	Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Cambio de la cobertura por acción del ganado y sustitución por cultivos	-2 2	-4	-1 6	-6	0	0	0	0	-2 4	-8	0	-2 2	-4	0	0	0	0	0	0	-1 1	-1	-2 4	-8	-2 3	-6	-2 6	-12	-49
	Quema de bosques	Quema de pastos y vegetación para tierras de cultivo	0	0	0	0	0	0	-3 3	-9	0	0	-1 3	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12	
B. TRANSFORMACIÓN DEL TERRENO Y CONSTRUCCIÓN	Caminos y senderos	Apertura de nuevos caminos y senderos en la zona de protección	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Carreteras y puentes	Construcción de nuevas vías	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C. EXPLOTACIÓN DE RECURSOS	Tala de bosques	Tala de bosques para sustituir por cultivos	-2 1	-2	-1 1	-1	0	0	0	-2 3	-6	-1 1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2 2	-4	0	0	0	-14	
D. PROCESAMIENTO	Agricultura	Cultivos de pan coger y monocultivo de café	-4 4	-16	-2 4	-8	0	-2 2	-4	0	0	0	0	-1 1	-1	0	-1 1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-30	
	Ganadería y pastoreo	Erosión de los suelos y afectación de calidad del aire	-3 3	-9	-2 4	-8	0	-2 2	-4	-1 2	-2 3	-6	0	-1 1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1 1	-1	0	0	0	-31	
H. EMPLAZAMIENTO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS	Tanques septicos, comerciales y domesticos	Mal tratamiento de aguas domésticas y agua utilizada en actividades agrícolas	-3 2	-6	-3 3	-9	-3 3	-9	-3 3	-9	0	0	0	0	0	-2 2	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	-2 2	-4	-41		
I. TRATAMIENTO QUÍMICOS	Fertilización	Mala aplicación e inadecuado uso de agroquímicos que contamina el suelo y las fuentes de agua	-2 2	-4	-2 4	-8	-1 2	-2	-1 1	-1	0	0	0	-1 1	-1	-1 1	-1	-1 2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	
	Control de malezas		-2 2	-4	-2 4	-8	-1 2	-2	-1 1	-1	0	0	0	0	-1 1	-1	-1 1	-1	-1 2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	
	Control de insectos con pesticidas		-2 2	-4	-2 4	-8	-1 2	-2	-1 1	-1	0	0	0	0	-1 1	-1	-1 1	-1	-1 2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19

AFECTACIONES A LOS FACTORES	-53	0	-68	-19	-32	-13	-24	-3	-11	-3	-11	0	-2	-19	-6	-16	-23.33
-----------------------------	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	---	----	-----	----	-----	--------

Nota: Fuente propia, evaluación del impacto ambiental metodología matriz Leopold.

Tabla 7-14

Evaluación de impactos positivos Matriz de Leopold

FACTORES		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS											CONDICIONES BIOLÓGICAS						FACTORES CULTURALES			AFECTACIONES DE LA ACCIÓN
		TIERRA		AGUA			ATMÓSFERA	PROCESOS	FLORA			FAUNA			USO DE LA TIERRA							
ACCIONES	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD QUE AFECTA DE FORMA POSITIVA O NEGATIVA	SUELOS	FORMA TERRENO	SUPERFICIAL	SUBTERRANEA	CALIDAD DEL AGUA	CALIDAD DEL AIRE	EROSIÓN	ÁRBOLES	PASTOS	PRODUCTOS AGRÍCOLAS	PECES Y MOLUSCOS	INSECTOS	MICROFAUNA	BOSQUES	PASTOREO	AGRICULTURA					
		F. RENOVACIÓN DE RECURSOS	Reforestación	3 2	6	3 6	18	0	3 6	18	1 1	3 3	9	0	0	0	0		3 3	9	0	0
AFECTACIONES A LOS FACTORES		6	0	18	0	0	18	1	9	0	0	0	0	0	9	0	0	0	61			

Nota: Autoría propia

Tabla 7-15

Cuadro resumen de afectaciones identificadas por medio de la metodología de Conesa-Fernandez

COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO		SIGNO	IMPORTANCIA
Geomorfología	Morfología	-	Irrelevante
Suelos	Agrología	-	Bajo
	Uso del suelo	-	Bajo
	Calidad del suelo	-	Moderado
Geotecia	Estabilidad	-	Bajo
Aguas superficiales	Características de las aguas	-	Moderado
Atmosfera	Calidad del aire	-	Bajo
	Clima	-	Irrelevante
Ecosistemas terrestres	Flora	-	Moderado
	Fauna	-	Moderado
Demográfico	Calidad de vida	-	Irrelevante
Espacial	Servicios sociales	-	Irrelevante
	Servicios públicos	-	Irrelevante
Económica	Estructura de la propiedad	-	Irrelevante
	Procesos productivos	+	Irrelevante
	Ingresos	+	Irrelevante
Política	Presencia institucional	-	Irrelevante
	Actores sociales	-	Irrelevante
Cultural	Modificaciones culturales	-	Irrelevante
Paisaje	Calidad visual	-	Bajo

Nota: Autoría propia

Tabla 7-16

Cuadro resumen de afectaciones identificadas por medio de la metodología de Leopold

ACCIÓN GENERADORA DE IMPACTO AMBIENTAL	ACTIVIDAD ANTRÓPICA QUE LA GENERA	AFECTACIÓN
Modificación del hábitat	Dstrucción de bosque nativo y cambio de especies	Media
Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Cambio de la cobertura por acción del ganado y sustitución por cultivos	Media

Quema de bosques	Quema de pastos y vegetación para tierras de cultivo	Baja
Caminos y senderos	Apertura de nuevos caminos y senderos en la zona de protección	Baja
Carreteras y puentes	Construcción de nuevas vías	Baja
Tala de bosques	Tala de bosques para sustituir por cultivos	Baja
Agricultura	Cultivos de pan coger y monocultivo de café	Media
Ganadería y pastoreo	Erosión de los suelos y afectación de calidad del aire	Media
Reforestación	Campañas de sensibilización y reforestación de especies de bosque nativo	Positiva
Tanques septicos, comerciales y domesticos	Mal tratamiento de aguas domésticas y agua utilizada en actividades agricolas	Media
Fertilización	Mala aplicación e inadecuado uso de agroquímicos que contamina el suelo y las fuentes de agua	Media
Control de malezas		
Control de insectos con pesticidas		

Nota: Autoria propia

7.11 Encuesta realizada a la comunidad

La encuesta como medio óptimo para obtener información de una fuente primaria se realizó a los habitantes de 20 viviendas ubicadas en la cuenca alta de la quebrada La Nona, las personas encuestadas oscilan en un rango de edad en promedio de 18 a 60 años, la encuesta permitió obtener respuestas a los cuestionamientos realizados con el fin de conocer la percepción y el conocimiento de la comunidad acerca de los principales impactos que se generan en la zona de estudio.

A continuación, por medio de Microsoft Excel fueron tabuladas y analizadas las respuestas obtenidas por parte de las personas encuestadas de la siguiente manera:

Tabla 7-17

Pregunta 1

¿Sabe usted que es una reserva de protección ambiental?	Encuestados	%
Si	15	75%
No	5	25%
TOTAL	20	100%

De 20 habitantes encuestados, solo 15 de ellos es decir el 75% sabe que es una reserva de protección ambiental, a pesar de que viven dentro de una reserva muchas de las personas muestran desconocimiento de su territorio.

Tabla 7-18

Pregunta 2

Sabe que implica vivir en una zona de reserva de protección ambiental	Encuestados	%
Si	12	60%
No	8	40%
TOTAL	20	100%

En consecuencia, con los resultados de la pregunta anterior, solo 60% de los encuestados sabe que implica vivir en una reserva de protección ambiental.

Tabla 7-19

Pregunta 3

Sabe que es una evaluación de impacto ambiental y para qué sirve	Encuestados	%
Si	2	10%
No	18	90%
TOTAL	20	100%

El 90% de los encuestados no sabe que es una evaluación de impacto ambiental, manifiestan que incluso es la primera vez que escuchan el término.

Tabla 7-20

Pregunta 4

Le han brindado información acerca de la conservación de los recursos naturales	Encuestados	%
Si	12	60%
No	8	40%
TOTAL	20	100%

El 60% de los encuestados indica que ha recibido información de conservación por medio de un punto de atención que se ubica en la escuela de la vereda la Convención de Fecomar.

Tabla 7-21

Pregunta 5

Cuenta su vivienda con sistema de tratamiento de aguas residuales	Encuestados	%
Si	18	90%
No	2	10%
TOTAL	20	100%

El 90% de los encuestados indica que cuentan en sus casas con sistema de tratamiento de aguas residuales, por lo general son de construcción rudimentaria fabricados en el sitio.

Tabla 7-22

Pregunta 6

Si cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales ¿Cada cuanto tiempo le realiza mantenimiento	Encuestados	%
Nunca	4	20%
Cada 6 meses	4	20%
Cada 2 años	12	60%
TOTAL	20	100%

Del 100% de los encuestados, solo el 20% manifiesta no haber realizado mantenimiento al sistema de tratamiento de aguas residuales, en general las personas que manifiestan si hacerlo se considera que un periodo de seis a dos años es un tiempo adecuado para su realización.

Tabla 7-23

Pregunta 7

¿Utiliza en su vivienda agua de la quebrada La Nona?	Encuestados	%
Si	6	30%
No	14	70%
TOTAL	20	100%

El 30% de los habitantes que manifiesta utilizar agua directamente de la quebrada, en general las personas que manifiestan hacerlo sus predios son colindantes con la quebrada y por lo general lo hacen para uso agrícola.

Tabla 7-24

Pregunta 8

¿Conoce usted casos de vertimientos de aguas contaminadas a la quebrada?	Encuestados	%
Si	5	25%
No	15	75%
TOTAL	20	100%

Los habitantes en su mayoría dicen desconocer vertimientos en su zona, pero manifiestan que aguas abajo si se presenta este fenómeno y por esto el cambio de las condiciones naturales de la quebrada.

Tabla 7-25

Pregunta 9

¿Tiene cultivos en su propiedad?	Encuestados	%
---	--------------------	----------

Si	20	100%
No	0	0%
TOTAL	20	100%

El 100% de los encuestados tienen en sus propiedades por lo general monocultivos de café de diversas variedades, sembrados a pequeña escala de plátanos, frutales y algunas hortalizas.

Tabla 7-26

Pregunta 10

¿Su vivienda cuenta con un espacio para la disposición de basuras?	Encuestados	%
Si	18	90%
No	2	10%
TOTAL	20	100%

El 90% de los habitantes manifiesta disponer de un lugar de acopio de basuras para ser entregadas al carro recolector que pasa una vez por semana por la vereda. Las dos viviendas que manifiestan no tener espacio dejan la basura a la orilla de la vía a la espera que el carro recolector pase.

Tabla 7-27

Pregunta 11

¿Mezcla los residuos de químicos utilizados en los cultivos con las basuras que se generan en el hogar?	Encuestados	%
SI	14	70%
No	6	30%
TOTAL	20	100%

El 70% de los habitantes manifiesta que los empaques y residuos de químicos son recolectados en ocasiones por el comité municipal de caficultores, pero cuando esto no sucede son dispuestas junto con la basura orgánica y desechos de la vivienda sin ninguna clasificación.

Tabla 7-28

Pregunta 12

¿Para el control de la maleza de la propiedad lo hace con químicos o de forma manual?	Encuestados	%
Químico	14	70%
Manual	6	30%
TOTAL	20	100%

El 70% de los habitantes que hace uso de químicos para erradicar maleza se caracteriza por tener extensiones más grandes a diferencia de los que retirar la maleza de forma manual ya que por lo general son ellos mismos los que trabajan la tierra.

Tabla 7-29

Pregunta 13

¿Conoce usted casos de tala de árboles en el sector?	Encuestados	%
Si	3	15%
No	17	85%
TOTAL	20	100%

El 85% de los encuestados afirma no conocer procesos de tala de bosque en el sector de la cuenca alta, al indagar a las personas que si lo han visto indican que se trata de una finca hacia el sector del maní que lo hizo hace algún tiempo explotando unas especies maderables, esta información es corroborada por los guardabosques de la reserva.

Tabla 7-30

Pregunta 14

¿A qué actividad económica se dedica?	Encuestados	%
Agricultura	12	60%
Ganadería	5	25%
Otro	3	15%
TOTAL	20	100%

De acuerdo a lo anterior se puede afirmar que el 85% de los encuestados se dedica al sector agrícola, en este caso las personas que manifestaban otra actividad económica corresponde a señores encargadas del hogar y a la alimentación de trabajadores en las fincas.

Tabla 7-31

Pregunta 15

¿Cómo considera la calidad del aire de su entorno?	Encuestados	%
Buena	20	100%
Regular	0	0%
Mala	0	0%
TOTAL	20	100%

El 100% de los encuestados indica que la calidad del aire es buena, esto soportado en la poca presencia de tráfico vehicular y la nula presencia de industria en la zona.

7.12 Entrevista Guardabosques de la reserva natural

Para la aplicación de la entrevista se cuenta con el consentimiento del entrevistado para el uso de la información con fines educativos y uso exclusivo de este proyecto de investigación, bajo la condición de no revelar su identidad totalmente, es decir, garantizando el anonimato. En algunos momentos de la entrevista se autoriza la grabación pero en el desarrollo de la entrevista el investigador se limitará a la toma de notas de la información (Sánchez, 2021)

De acuerdo a la entrevista se pudo obtener datos no identificados inicialmente como el conflicto que se presenta en la cuenca por el uso del suelo y la disputa entre diversas entidades sobre quien debe ejercer realmente el control, en el anexo entrevista se hizo una transcripción de la grabación obtenida y las notas y apuntes tomados.

7.13 Matriz de probabilidad-impacto

Como otra variable de investigación se realizó una matriz de probabilidad-impacto con la cuál de acuerdo a la información obtenida en campo a través de la encuesta y la entrevista se puede determinar la probabilidad de que se sigan presentando impactos ambientales como los encontrados.

A continuación se identificaron las principales acciones antrópicas que generan impacto ambiental y se califico la probabilidad de que los mismos se sigan presentando sino se corrigen y se dan medidas de manejo ambiental como las propuestas más adelante.

Tabla 7-32

Calificación matriz de probabilidad-impacto

ACCIÓN ANTRÓPICA	PROBABILIDAD DE SEGUIR OCURRIENDO				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Tala de bosque					
Siembra de cultivos a borde de quebrada					
Contaminación agua y suelo					
Utilización de químicos en cultivos					
Vertimiento de aguas residuales					
Pastoreo de ganado					

Deforestación de rastrojos altos					
Erosión del suelo					

Nota: Autoria propia.

De acuerdo a la información anterior la posibilidad de que los impactos sigan ocurriendo es alta y muy alta por el poco control que pueden ejercer las autoridades por el conflicto de uso de suelos evidenciado en la entrevista con el guardabosques.

7.14 Medidas de manejo ambiental

A continuación se dan algunas medidas de manejo ambiental que se deben llevar a cabo con el fin de preservar la zona de protección y velar por el mejoramiento de la reserva forestal de la parte alta de la cuenca:

- Tomar medidas preventivas para evitar que se siga presentando acciones negativas contra el medio ambiente como por ejemplo: Ahorro de agua en las actividades agrícolas, incentivar la separación de residuos orgánicos y los reciclables, los primeros pueden ser utilizados como abonos y los reciclables además de contribuir con el cuidado del medio ambiente puede convertirse en otra fuente de ingreso y continuar con la reforestación constante de los bosques.
- Generar estrategias con la comunidad con el fin de generar nuevas formas de aprovechamiento de las actividades económicas que realizan, iniciar procesos de transición de aquellas actividades de alto impacto como la tala de árboles hacia unas menos perjudiciales para el ambiente, pero logrando en todo momento la compensación del entorno y el beneficio de la persona que lo realiza.
- Campañas de recolección de empaques de químicos y basuras por medio de la concientización de la comunidad de la existencia de puntos ecológicos para la

disposición de los mismos, estas campañas de sensibilización deben ir enfocadas en la importancia de realizar una adecuada separación y disposición de los residuos que pueden ser reciclado y aquellos beneficiosos que pueden economizar materias primas, agua y otros recursos.

- Informar a la comunidad la existencia de un guardabosques permanente en la reserva forestal el cuál tiene como objetivo conservar, proteger y vigilar los recursos naturales de la cuenca, además es un enlace directo para reportar acciones que perturven o hagan daño al medio ambiente.
- Denunciar oportunamente tala o desaparición de bosques.
- Desde la parte de la ingeniería civil se propone implementar un programa de saneamiento básico para las comunidades de la cuenca alta por medio de la construcción de pozos sépticos en sitio o la instalación de pozos prefabricados en aquellos lugares que sean de fácil acceso y transporte.
- Determinar los caudales de las aguas residuales vertidas a la quebrada con el fin de determinar sus características y la mejor forma de recolección.
- Proyecto de una red de alcantarillado tipo interceptor al lado de la quebrada con el fin de conducir las aguas que son vertidas a una planta de tratamiento de aguas residuales.

CONCLUSIONES

Se realizó la caracterización de la geomorfología presente en la cuenca la Nona ubicada en el municipio de Marsella-Risaralda, por medio de la utilización de diversos archivos de recopilación estadística, demográfica y geográfica analizados a través del software ARC GIS 10.4, la identificación y el análisis de los impactos ambientales por actividades antrópicas se realizó de manera exclusiva en la cuenca alta en la zona de protección, esto debido a los conflictos y actividades que se desarrollan en esta parte de la cuenca que es de gran importancia hídrica para la región.

El presente documento permite ser utilizado como una base de datos por medio de la cual se organizó la información de las diferentes variables estudiadas en la cuenca, su utilización permitirá a nuevos investigadores ser una herramienta para análisis de otras características o fenómenos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las metodologías de impacto ambiental se estima que los cultivos extendidos de café y la ganadería a baja escala han contribuido de una u otra forma en la contaminación de la fuente en su parte alta, además han generado afectación del ecosistema alterando levemente sus características.

Por medio de la metodología de Conesa-Fernández se estableció que la valoración de mayor impacto en este caso moderado se da en: Calidad del suelo, características del agua, flora y fauna. Los beneficiaderos de café, la ganadería y los vertimientos de aguas contaminadas son las acciones y actividades que más generan impacto ambiental, sin embargo, hay actividades catalogadas como de impacto irrelevante que con el paso del tiempo pueden llevar al deterioro de las condiciones ambientales de la cuenca y afectar sus principales características naturales.

Por medio de la metodología de la matriz de Leopold se estableció que los impactos en este caso determinados en una escala de -1 a -100 para los impactos negativos se da en acciones como: modificación del hábitat, alteración de la cobertura vegetal de los suelos, agricultura, ganadería y pastoreo, tanques sépticos comerciales y domésticos. Todas estas actividades generadoras de impacto ambiental son semejantes a las identificadas en la metodología de Conesa-Fernandez, sin embargo, hay actividades catalogadas como de impacto positivo como el caso de la reforestación llevada a cabo por parte de unas pocas personas que si con el paso del tiempo los demás pobladores también se unen se lograría detener el deterioro de las condiciones ambientales de la cuenca y recuperar sus principales características naturales.

Por apreciación de la misma comunidad y del estudio se identifica que el área de conservación y protección es insuficiente y esto ha llevado que en algunos lugares de la cuenca la tendencia es a perder la biodiversidad y hábitat de las especies de flora y fauna.

Actualmente en el área de la cuenca predominan cultivos de café, cultivos varios de poca extensión y ganadería poco tecnificada.

Las condiciones hídricas y biológicas de la cuenca han sido afectadas por las diversas actividades antrópicas que con el transcurso del tiempo han producido contaminación del agua con agentes químicos, erosión de los suelos y pérdida de capa vegetal para ser sustituida por pastos para ganado.

La calidad del paisaje natural ha sido afectada ya que con la deforestación que se ha producido a lo largo de la cuenca este ha sido perturbado.

Se presenta conflicto con el uso del suelo, ya que las entidades no cuentan con toda la legislación para atacar este fenomeno y no se logra proteger de una forma adecuada el bosque.

En la parte social se puede evidenciar poca presencia del estado, ya que fuera de la escuela que hay en el sector no se tiene ninguna otra institución que haga presencia en la zona, como por ejemplo un puesto de salud..

De acuerdo a lo evidenciado en la zona y a los antecedentes que se tuvieron en el presente estudio, se puede concluir que en la cuenca alta de la quebrada la Nona se conserva aún un equilibrio entre los componentes naturales que hacen parte de la misma, pero se requiere mejorar su gestión ambiental y administración con el objetivo de lograr su conservación.

Las actividades que conocen tanto los pobladores como las evidenciadas por el investigador convergen en afirmar el peligro ambiental que puede llegar a tener la no conservación en debida forma del área de protección de la cuenca alta.

En épocas de verano el nivel del agua disminuye sustancialmente lo que hace obligatoriamente hacer uso de otras de fuentes de agua como la quebrada el Maní tributaria de la cuenca la nona, la cuál su captación se hace en la parte alta para evitar la alta contaminación aguas abajo.

Es preocupante la situación que manifiesta la guardabosques de que no se cuente con un plan de gestión ambiental para la preservación de los recursos.

El área de protección de la reserva natural es de 6,590 Km² cerca de un 14.11% del área total, siendo esta insuficiente para la conservación de todo el recorrido de la fuente, desde la declaración de la zona de protección en 1979 se ha avanzado poco en la compra de predios destinados para protección por lo cuál en la actualidad se presentan conflictos de uso del suelo, por lo que se sugiere actuar de manera conjunta entre el municipio, CARDER y PARQUES NACIONALES para la expansión del área de protección y no solo centrarla aguas arriba de los

sitios de captación de agua, ya que aguas abajo las condiciones día a día desmejoran las condiciones naturales de la cuenca.

RECOMENDACIONES

Afianzar la educación ambiental en las comunidades aledañas que puedan contribuir al mejoramiento a corto y largo plazo de la cuenca, esto con el fin de poder garantizar la sustentabilidad del ecosistema en un futuro, la población debe ser participe activamente de los procesos y campañas que se implementes con el fin de lograr reducir los impactos ambientales identificados.

Se recomienda la utilización de archivos shape file de sistemas de información geográfica a través de software como ARCGIS por medio del cual se pueden realizar cálculos precisos y rápidos, y se eliminan los errores que se pueden ir acumulando a través de los estudios.

Bibliografía

- Aguilar Martínez, A. A. (2007). Manual básico para el análisis de una cuenca hidrográfica. Los Lagos. Obtenido de <https://docplayer.es/20850650-Manual-basico-para-el-analisis-de-una-cuenca-hidrografica.html>
- Aguirre, O. A. (2020). Evaluación ambiental mediante matriz de Leopold.
- Alfonso, L. (2014). *hydrotoolbox*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/hydrotoolbox/fase-de-dianostico/hidrografia/caractericacion-de-los-sistemas-y-patrones-de-drenaje>
- Andrade Ortiz, S., & Flórez Guarín, D. (2013). Conservación microcuenca hidrográfica la bella municipio de Pereira (Risaralda). Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17070>
- Arboleda González, J. A. (2008). Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín. Recuperado el 08 de 2021, de <https://www.studocu.com/co/document/universidad-libre-de-colombia/ingenieria-ambiental/manual-de-arboleda-libro-para-evaluacion-de-impacto-ambiental/7485756>
- Arias Villa, M. A., & Valencia Ortiz, D. A. (2010). Propuesta de plan de gestión ambiental del parque natural la Nona, Marsella (Risaralda). Pereira. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/1226>
- Bernal Torres, C. A. (2010). Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Colombia: Pearson Educación. Obtenido de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Castañeda Basto, M. A., Gómez Sánchez, I. M., & Redondo Fino, R. (2020). Diagnóstico técnico y operativo del sistema de acueducto de Combia administrado por la E.S.P AcuaCombia. Recuperado el 04 de 09 de 2021, de <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2185>
- Ceron Vivas, A., Gamarra, Y., Villamizar, M., Restrepo, R., & Arenas, R. (01 de Noviembre de 2019). Calidad de agua de la quebrada Mamarramos. Santuario de Flora y Fauna Iguaque, Colombia. *Instituto mexicano de tecnología del agua*. doi:<https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-06-04>
- Chacón Rozo, B. E., & Pinilla Ferrer, L. M. (2018). Propuesta de una guía metodológica para la realización de la evaluación de impacto ambiental aplicable en ecoparque sabana (Jaime Duque). Bogotá. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1097/

- Conesa Fernandez Vitora, V. (2011). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Ediciones mundi-Prensa. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=wa4SAQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=conesa+fernandez&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=conesa%20fernandez&f=false
- Congreso de la República de Colombia. (2019,25 de Mayo). *Ley 1955 plan nacional de desarrollo 2108-2022 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad"*. Bogotá: Función pública. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=93970>
- Consorcio rio Garagoa. (2017). Actualización plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del rio Garagoa. Obtenido de <https://www.corpochivor.gov.co/entidad-2/planes-y-proyectos/pomca-rio-garagoa/>
- Coria, D. I. (2008). EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: CARACTERITICAS Y METODOLÓGIAS. Argentina. Obtenido de https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/handle/001/402/AMA-spa-2017-Evaluaci%F3n_ambiental_de_proyectos_de_inversi%F3n_en_el_departamento_del_Met_a.pdf;jsessionid=82E240C80C08AE55E0B947BAE06D8CB8?sequence=1
- Corporación autonoma regional de Risaralda. (2021). Datos abiertos, sistema de información ambiental y estadística. Obtenido de <https://siae.carder.gov.co/>
- Corporación autonoma regional del centro de Antioquia. (2003). Clasificación de cuencas hidrográficas de la jurisdicción de la corporación autonoma regional del centro de Antioquia CORANTIOQUIA. Medellín.
- Corporación autonoma regional del Risaralda. (2011). Diagnostico de riesgos ambientales municipio de Marsella-Risaralda. En CARDER.
- Delgadillo Santander, A., & Moreno Barrios, A. (s.f.). *Web del profesor*. Obtenido de <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoren/HIDRO/MORFOMETR%CDA.pdf>
- Fuentes Junco, J. A. (2004). Análisis morfométrico de cuencas: Caso de estudio del parque nacional pico del Tancítaro. Michoacán. Obtenido de https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2009/02/morfometria_pico_tancitaro.pdf
- Gallego Maldonado, D. B. (2019). Caracterización de la quebrada la Nona en Marsella-Risaralda a través de herramientas de sistemas de información geográfica, orientada a la planeación ambiental que preserve los atributos del paisaje cultural cafetero. Bogotá. Recuperado el 10 de Mayo de 2020, de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/35828>

- Gerencia ambiental de proyectos Ltda. (s.f.). Documento técnico de soporte plan parcial No 7 "Ciudad Lagos de Torca" Evaluación de impactos ambientales. Recuperado el 10 de 2021, de http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/6.estu_amb_cap_5.pdf
- Gómez Espingares, E. j. (2003). Restauración hidrológica-forestal de la cuenca del embalse de cuevas del Almanzora. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/53260710/Anejo2>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. D. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico, D.F: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A DE C.V. Recuperado el 29 de Octubre de 2021, de https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Horton, R. E. (1945). *Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology*. (G. S. America, Ed.)
- Ibañez Asensio, S., Moreno Ramón, H., & Gisbert Blanquer, J. (2011). <https://riunet.upv.es>. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10782/Morfolog%c3%ada%20de%20una%20cuenca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM. (2021). Geoportal datos abiertos. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/geoportal>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. (2021). Datos abiertos cartográfica y geografía. Obtenido de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-igac>
- Instituto nacional de los recursos naturales renovables y del ambiente-INDERENA. (1979). *Proyecto de acuerdo No 037*. Bogotá. Obtenido de <https://runap.parquesnacionales.gov.co/area-prottegida/543>
- Kirpich, P. Z. (1940). Time of concentration of small agricultural watersheds. Tennessee.
- Llamas, J. (1993). En *Hidrología general: Principios y aplicaciones* (pág. 636). Universidad del país Vasco.
- Londoño Arango, C. H. (2001). CUENCAS HIDROGRÁFICAS: BASES CONCEPTUALES – CARACTERIZACIÓN-PLANIFICACIÓN-ADMINISTRACIÓN. Ibagué. Obtenido de <https://docplayer.es/11540081-Cuencas-hidrograficas.html>
- Ministerio de agricultura. (1980). *Resolución ejecutiva No 48 de 1980 por la se aprueba un acuerdo de la junta directiva del instituto nacional de los recursos naturales renovables y del ambiente*. Bogotá. Obtenido de <https://runap.parquesnacionales.gov.co/area-prottegida/543>

- Natale, E., Arana, M., Villalba, G., Reinoso, H., De la reta, M., & Oggero, A. (2019). Caracterización y estado de conservación de la vegetación ribereña de la cuenca media del río Cuarto (Córdoba, Argentina). *Boletín de la sociedad Argentina de botánica*. doi:<https://doi.org/10.31055/1851.2372.v54.n1.23589>
- Newell Strahler, A. (1952). HYPSONOMETRIC (AREA-ALTITUDE) ANALYSIS OP. Bulletin of the Geological Society of America.
- Nizama Duque, D. M. (2018). *slideshare.net*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/deanmartinnizamaduqu/306861361-guiaparalaelaboracioneinterpretaciondelamatrizdeleopold>
- Olaya Gutierrez, H., & Valencia Ospina, A. (2006). PLAN DE MANEJO AMBIENTAL ARENERA EL VINCULO. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11006/CAP%C3%8DTULO%204.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- Ordoñez Galvez, J. J. (2011). Cartilla técnica:¿Qué es cuenca hidrológica? Lima. Obtenido de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf
- Osorio Mendoza, J. (2021). Proyectos de desarrollo: Evaluación de ambiental de proyectos. Bogotá.
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2015). *definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/orogenesis/>
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2009). *definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/erosion/>
- Peréz, j. (1979). Fundamentos del ciclo hidrológico. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/64104804/CICLO-HIDROLOGICO-JOSE-PEREZpdf/>
- Ponce, V. M. (s.f.). *LA MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL*. Obtenido de http://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html
- Ramos, M., Berroterán, D., & Najul, M. V. (2014). Patrones de ocupación del territorio en la Cuenca Media del Río Tuy y su impacto en la calidad del agua. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*. Recuperado el 12 de 04 de 2021, de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2-s2.0-84930395482&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=28da87e4ce9e07fee9bc2990f1342ff3&sot=b&sdt=b&sl=119&s=TITLE-ABS-KEY%28Patrones+de+ocupaci%c3%b3n+del+territorio+en+la+cuenca+media+del+R%c3%a>

- Repositorio UTP*. (s.f.). Obtenido de http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7626/57768B516%20_Anexo.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Rodriguez, K. J. (17 de Julio de 2012). *slideshare.net*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/>
- RUNAP Parques nacionales de Colombia. (2021). Reservas Forestales Protectoras Nacionales / VI Área protegida con uso sostenible de los recursos naturales. Obtenido de <https://runap.parquesnacionales.gov.co/area-prottegida/453>
- Sánchez, M. E. (09 de Octubre de 2021). Entrevista guardabosque casa de visitantes Reserva Forestal La Nona. (V. A. Agudelo Arias, Entrevistador)
- Scopus*. (s.f.). Recuperado el Abril de 2021, de <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=recordpage#basic>
- Shumm. (s.f.).
- significados.com*. (Enero de 2011). Obtenido de <https://www.significados.com/vulcanismo/>
- Subsecretaría de desarrollo regional y administrativo. (2013). Guía análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial.
- Superintendencia de servicios públicos domiciliarios. (2021). *Sistema único de información de servicios públicos domiciliarios*. Obtenido de <http://www.sui.gov.co/web/>
- Superintendencia delegada para acueducto, alcantarillado y aseo dirección técnica de gestión de acueducto y alcantarillado. (2016). *Evaluación integral de prestadores empresas públicas de Marsella E.S.P.* Bogotá: N/A. Obtenido de <http://webdav.superservicios.gov.co:8080/esl/Acueducto-Alcantarillado-Aseo/Acueducto-y-alcantarillado/Evaluaciones-integrales/Risaralda/Empresa-Publicas-de-Marsella-E.S.P.>
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. Mexico D.F: LIMUSA. Obtenido de <https://cucjonline.com/biblioteca/files/original/874e481a4235e3e6a8e3e4380d7adb1c.pdf>
- Ucha, F. (Marzo de 2011). <https://www.definicionabc.com>. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/meteorizacion.php>
- Valdivieso, A. (2020). *iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/>
- wikipedia.org*. (Octubre de 2021). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto#cite_note-2

www.edu.xunta.gal. (s.f.). Obtenido de

<https://www.edu.xunta.gal/centros/iespolitecnicovigo/system/files/TEMA+3+PROCESO+S+GEOL%C3%93GICOS.pdf>

www.protek.com. (s.f.). Obtenido de <https://www.protek.com.py/novedades/objetivos-de-una-matriz-de-riesgos/>

Zapata Cedeño, R., & Ocampo soto, N. (2019). Diagnóstico ambiental de la zona forestal protectora (ZFP) y evaluación del impacto ambiental de la cuenca del río cestillal municipio de Pereira-Risaralda. Recuperado el 04 de 09 de 2021

ANEXOS

Formulario de encuesta

ENCUESTA PERCEPCIÓN CIUDADANA SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA CUENCA ALTA DE LA QUEBRADA LA NONA

Fecha:

Nombre persona encuestada:

Ubicación:

CUESTIONARIO

1. ¿Sabe usted que es una reserva de protección ambiental?

Si_____No_____

2. ¿Sabe que implica vivir en una zona reserva de protección ambiental?

Si_____No_____

3. ¿Sabe que es una evaluación de impacto ambiental y para qué sirve?

Si_____No_____

4. ¿Le han brindado información acerca de la conservación de los recursos naturales?

Si_____No_____

5. ¿Cuenta su vivienda con sistema de tratamiento de aguas residuales?

Si_____No_____

6. Si cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales ¿Cada cuanto tiempo le realiza mantenimiento?

Nunca____ Cada 6 meses____ Cada 2 años

7. ¿Utiliza en su vivienda agua de la quebrada La Nona?

Si____No____

8. ¿Conoce usted casos de vertimientos de aguas contaminadas a la quebrada?

Si____No____

9. ¿Tiene cultivos en su propiedad?

Si____No____

10. ¿Su vivienda cuenta con un espacio para la disposición de basuras?

Si____No____

11. ¿Mezcla los residuos de químicos utilizados en los cultivos con las basuras que se generan en el hogar?

Si____No____

12. ¿Para el control de la maleza de la propiedad lo hace con químicos o de forma manual?

Químicos____Manual____

13. ¿Conoce usted casos de tala de árboles en el sector?

Si____No____

14. ¿A qué actividad económica se dedica?

Agricultura____Ganaderia____Otro____

15. ¿Cómo considera la calidad del aire de su entorno?

Buena____Regular____Mala____

Instrumento de Entrevista

Tema: Conocimiento del área de protección de la cuenca alta de la quebrada La Nona

Investigador: Victor Alfonso Agudelo Arias

Estrategia metodológica: Entrevista

Investigador: ¿Conoce de vertimientos a la quebrada La Nona en la parte alta de la cuenca?

Entrevistado: Aquí en la parte alta de la cuenca hay un predio al cuál la CARDER le levanto una resolución, anteriormente los habitantes de la finca vertían sus aguas sin ningún escrúpulo hacia la quebrada entonces literalmente las personas que se aprovechan de esta agua están consumiendo físico popó, yo como guardabosques pase el informe a la CARDER por la afectación que se está presentando al acueducto.

Investigador: ¿Dónde está ese predio?

Entrevistado: Aquí pasando esa cañadita, esa cañadita abastece aproximadamente 10 familias de la parte alta hasta la escuela de la convención, la casa está en la parte alta en límites con el área de protección de la Cuenca, como parte de la intervención en la cuenca llegaron a tener potreros alrededor de 6 vacas siempre han sostenido esa cantidad de animales, en esa parte han cortado malezas y rastrojo alto, tala de árboles; cuando los especialistas de la CARDER hicieron el acta de inicio de investigación y se descubrió que el pozo séptico está teniendo mal manejo y cuando era época de lluvia este se saturaba y prácticamente la cañada se convertía en aguas negras.

Investigador: ¿Hay más predios que presentan esta situación?

Entrevistado: Varios predios de la cuenca presentan la misma problemática y hacen control de malezas y rastrojo con un químico llamado run-up ellos simplemente distribuyen eso en la maleza pero no tienen en cuenta que al momento de llover estos son arrastrados hacia la

quebrada entonces no sé quién es el encargado de diseñar o quién es la persona indicada porque eso no no debería pasar.

Investigador: ¿Los otros predios realizan las mismas prácticas?

Entrevistado: La gente vota los productos químicos al lado de la quebrada sin ninguna importancia, también se presenta una situación y es que el dueño del predio instala un pozo séptico al lado de la quebrada ambientalmente esto no es viable entonces esa ha sido la dificultad porque si hay muchas que lo hacen y todo eso a la quebrada, entonces después de la visita les hicieron un llamado atención y amonestación y pues les pidieron organizar todo y pues en este momento tienen un proceso abierto por malos vertimientos hacia la quebrada.

Investigador: Cuantos predios hay en la zona alta y hasta la última bocatoma

Entrevistado: En la parte alta hay 11 familias, bajando hasta la última bocatoma hay aproximadamente 14 viviendas más.

Investigador: ¿Sabe que acueductos abastece la quebrada?

Entrevistado: Está la quebrada es la que surte a Marsella aunque no es muy grande en época de verano hasta dónde llegan las últimas viviendas no es que aporte mucho entonces en una semanita de verano el nivel del agua de la quebrada baja, allá arriba se hace muy bajo entonces lo que hicieron fue construir bocatomas en todos sus afluentes y tributarios de la quebrada la Nona, la última está ubicada metros más abajo de la escuela la convención como diagonal, de esas bocatomas algunas se dirigen a acueductos comunitarios y a la planta de tratamiento de Marsella.

Investigador: Hay políticas de preservación o control en la cuenca

Entrevistado: Desde el año 2001-2002 hay una política de priorización, son 11 predios que están por encima de la quebrada los cuales deben ser comprados para proteger el área de

conservación de la quebrada, claro porque la quebrada pasa por esos predios y las casas está muy cerca la afluyente el predio que le decía anteriormente por la quebradita no solamente surte el acueducto de la vereda sino que lo que continúa es tributario de la Nona o servidor de la nona, entonces por eso compraron una parte. Inicialmente cuando yo vine acá en el 2000 había solo dos casas en este momento en la parte alta hay cinco por ese costado y el tema de los cultivos porque nunca pensamos en el bienestar de los demás siempre el bienestar propio, entonces un señor acá era muy dado a tener monocultivos, pero cuál era el error de él la deshierba siempre la hacia con run-up entonces obviamente cuando hay lluvias todo este químico se lo lleva el agua hacia la quebrada, desde esa casa baja una canal de agua entonces todo lo que coge fuerza de ahí para abajo va descolar a la Nona, entonces si voy hay un potrero que hace poquito tenía 6 vacas eso yo lo informo y le venían ahí hacer visita porque eso no se puede tener acá, en el área no se pueden tener ninguna especie doméstica digámoslo así, ahí mientras no se soluciona el tema de los vertimientos y si Dios quiere los pozos los tienen que tener hacia el lado de allá y que no tributen hacia la quebrada la Nona, entonces bueno eso digamos que hacia ese costado, hay un predio acá encimita que tuvieron cultivo hace poco tiempo de tomate la misma situación los químicos y todos los vertimientos iba hacia la quebrada.

Investigador: Todo eso hace parte del área protegida

Entrevistado: Sí, a ver lo que pasa es que el área protegida la declararon con 604 hectareas entonces hay dificultades con eso, el INDEREMA la declaro como reserva forestal la Nona, para el 2010 2011 que hicieron la recapitulación de área, en el 85 volvieron a dar un título donde el municipio la declaró como parque municipal entonces había un limbo y no se sabía si realmente existía la reserva o solamente era el parque municipal, pero ya para el 2010-2011 que fue la recategorización de áreas cuándo toda la documentación se fue pasando al Humboldt decía

que la Nona no puede ser homologada ni recategorizada porque existen títulos superiores a los que ellos pueden revocar, la reserva forestal hace parte de parques nacionales estamos dentro del área de parques nacionales del runup, lo que no puede ser cambiado o sea su categoría no puede ser cambiada CARDER ha devuelto los documentos porque realmente parque nacionales nunca se ha hecho presente en la Cuenca ni para el área ni para nada, en cambio la CARDER sí siempre ha estado ahí entonces tienen ese tema y les devolvieron qué debe seguir siendo reserva, no puede ser cambiada pero lo único que pueden hacer tanto parques nacionales como Humboldt es declararla como un área de interés regional para que pueda seguir la CARDER velando por la seguridad del área la Nona. Dentro de este año no hay planes de manejo en la Nona, aún no tiene plan de manejo ambiental hasta que no esté definido ese tema.

Investigador: ¿A quién le corresponde hacer el plan de manejo ambiental?

Entrevistado: Ya afortunadamente el ministerio de ambiente también accedió, estaba pues también la pelea que el municipio decía que nosotros queremos declararla como parque municipal nosotros queremos que sea un DMI pero no lo han permitido pero ya cuando se sentaron los jurídicos analizaron y decidieron que lo más fácil era hacer que el municipio firmara por así decirlo y que el área pasara a manejo regional de la CARDER para poder que siga siendo reserva, ya no le van a cambiar de categoría por que tiene que seguir siendo reserva entonces muchos dicen que hay dificultades por ese tema está dentro de un proceso el caso es que siga adelante y que en algún momento se pueda desarrollar el plan de manejo ambiental.

Investigador: ¿Que entidad hace presencia en el área de protección?

Entrevistado: A pesar de eso la CARDER es la que sigue inyectando recursos al área para hacer unas actividades que se hacen aquí desde la reserva anuales y tiene el tema del guardabosques creo que por ahí hasta el año 1998 la reserva tuvo un guardabosques nombrado por el municipio y

después le dejó a cargo todo el trabajo, entonces ha sido como todo ese proceso la compra de predios debe ser por parte del municipio porque el área está ubicada en jurisdicción del municipio de Marsella, acá no tiene sino una colita que hace parte del municipio de Pereira que ya es como la zona del alto del nudo, entonces Marsella tiene que ser quien destine recursos para la compra de predios, cuando usted asiste a cualquier reunión o actividad que ellos realizan en el municipio ellos se llenan la boca diciendo que hemos comprado predios en el área de la Nona, entonces yo les decía dónde se han hecho compra de predios y ellos respondieron que sobre la Nona y yo les decía, pero si yo estoy desde el 2000 en la Nona y solo se ha hecho la compra de un predio, osea quién va a saber más que yo por decirlo así, yo cuido el área, yo soy la guardabosques llevo acá más de 20 años los predios realmente no se han comprado.

Investigador: ¿Que cultivos hay en la zona?

Entrevistado: Lo que se ve en esta área es mucho aguacate hass y para esto han tumbado mucha zona de bosque, bosques que para la gente en algún momento dejó de estar en su propiedad entonces inicialmente lo tenían convertido en un potrero y al no tener con qué invertirle entonces más bien me fui a trabajar a la ciudad un montón de cosas que hace la gente, realmente el campo nos produce todo pero no es el mejor pago, entonces la gente que hace; desterrarse e irse hacia la ciudad y ya a muchos se les volvió un bosque o un rastrojo alto, ya ahí árboles que ya son grandes, pero llega la gente quiénes están sembrando digamos aguacate y ellos si saben que van a hacer con esa tierra y viene y le ofrecen no sé 10 millones anuales por la tierra y quién va a decir que no si tenían la tierra sin hacer nada, claro entonces yo al ser un terreno privado ellos pueden acceder a esta tierra cierto, entonces donde no se entiende la situación es muy complejo hacer esa radiografía y la señora con que estábamos dice no es que nadie apoya, nadie aporta, nadie cuida, mire hacia la zona de al frente anteriormente el bosque

cubría toda esa parte (se refiere a la zona de potrero) y ya vea lo que hay en este momento pero resulta que es que CARDER ni ninguna otra entidad sin la compra de sus predios no han podido hacer nada, porque lo primero que piden es un certificado de tradición dónde aparece que eso no eran bosque que eso era una área cultivable, entonces ellos verifican el certificado de tradición y por lo que les puede aportar el comité le verifica ah bueno listo usted puede alquilar su tierra, pero aquí hay un afluyente allá hay otro entonces usted tiene que tener margen mínimo de separación con las quebradas porque según la norma son hasta 30 metros pero eso se discute mucho, yo también pues a pesar de trabajar con la CARDER digamos: Si al señor tiene una cuadra de tierra para trabajar y le dicen que tiene que dejar 30 m de lado y lado de la quebrada entonces qué va a tener para trabajar, pues la gente se le dice que cuide que no dañe el área pero no se puede decir de esa manera entonces ya me pregunto yo, porque hoy no bosque no pueden talar o la CARDER decirle yo le doy esa plata pero no tumbe el bosque porque la única protección que tiene la cuenca hoy en día son los que están inscritos al banco CO2.

Investigador: ¿Qué es el banco CO2?

Entrevistado: Se tiene que escribir tiene que tener como mínimo 5 hectáreas de tierra osea partir de 5 hectáreas y la mayoría son predios pequeños el que más tiene tendrá cinco cuabras y esto se dio a partir de un proceso hace mucho tiempo cuando una entidad del estado favoreció mucha gente acá de la cuenca que no tenían predio compraron fincas grandísimas y el desglobaron el predio y le repartían varios predios a la gente, es normal que todas las fincas sean pequeñas entonces lo que alcancé a llegar no es superior a lo que el señor va a llegar a ganar pero la gente no piensa acá.

Investigador: ¿Qué más cultivos conoce?

Entrevistado: Lo que se ha tenido cercano es granadilla y café, vinieron de la utp hacer una actividad acerca de la operatividad de sistemas productivos monocultivo, entonces solicitamos el permiso para ingresar, entonces vemos la situación en esa zona que es como naturalmente lavada ya no hay nada yo me meti debajo de la granadillera y literal era como si hubieran pasado con una escoba barriendo, la sombra y el químico que utilizan esos cultivos no deja crecer nada debajo de ella y cuando cae agua todo este químico va hacia la quebrada, acá también hay un predio en la parte alta la misma situación, un señor tuvo mucho tiempo abandonado el predio y dejaron caer la casa y cuando de un momento a otro llegó y tumbó todos los rastrojos alto que había y el bosque que se había formado y le sembraron pino, entonces como estos árboles son tan frondosos la sombra que se genera no deja que crezcan en el suelo y la pendiente, entonces cuando llueve baja la escorrentía toda montaña sin ninguna forma de retenerla entonces pasa por la zona de potrero y pues cómo está todo erosionado ni lo uno ni lo otro ataja el agua.

Investigador: ¿Todavía hay explotación de madera?

Entrevistado: Esa explotación de los pinos eso lo explotaron hace dos años pero están en la fase de volver a realizar la siembra esos árboles en este momento estan enmontados pero lo que volverá a pasar es que tumban el bosque, en este momento lo que tienen ahí lo que le sobró están haciendo carbonera están terminando de sacar eso para volver a sembrar pino.

Investigador: Desde que sector se empieza a ver más afectada la quebrada

Entrevistado: En el alto cauca y la parte baja de la Nona realmente hay que hacer un buen estudio la contaminación es visible no esta en buenas condiciones hay un señor que baja hasta la quebrada por los lados de la cascada, el predio del señor tiene sembrado plátano y en la parte baja de la quebrada tiene sembrado limón y literalmente lo tiene abordo de la quebrada

destapó hasta el bordo de la quebrada para poder sembrar sus árboles entonces todos esos químicos van hacia la quebrada.

Investigador: Conoce la delimitación de la zona del área de protección

Entrevistado: Según los puntos que se observan de acuerdo a la resolución es un punto que va desde la moladora se viene por toda la orillita hasta la escuela y hace corte con el Zurrumbo para salir en la central, lo establecido anteriormente, hasta las casas en esa zona ahí predomina el cultivo de café, se piensa realizar un corredor biológico desde el nacimiento hasta la desembocadura entre un bosque que hay en el alto cauca y la reserva, pero cuando usted va a hacer la visita de campo hay partes de difícil acceso y no es posible llegar a la quebrada porque para nosotros como cuidadores del bosque y en varios espacios lo decimos las personas que menos tienen son los que más cuidan.

Dejan una franja pequeña aunque sea una pestañita pero dejan 2 o 3 m pero no bajan hasta la quebrada, pero el que tiene tierras grandes entonces estas personas colocan los cercos en el medio la quebrada que pasa por este sector el alambrado de los potreros pasa por la mitad a lo largo y a lo ancho, a la gente no le importa preservar la quebrada y eso es el ganado en la quebrada dónde están los predios más grandes son los que presentan mayor problemática es muy difícil negociar con ese tipo de personas que le dejé siquiera un metro de quebrada de protección a la quebrada en la mayoría de las áreas donde se presentó mayor dificultad son los de mayor extensión.

Investigador: Entonces para usted la cuenca esta en buen estado solo hasta la ultima bocatoma

Entrevistado: Sí porque antesitos de la escuela y ahí para abajo ya se empiezan a ver los potreros hacia arriba del bosque pero ya de ahí para abajo se encuentra que tienen café

prácticamente hasta la orilla de la quebrada entonces ese café les ha presentado varias dificultades por lo cuál lo fumigan y lo abonan y todo esto a través de la lluvia va a la quebrada, son predios pequeños pero afectan la quebrada la Nona, la zona hasta la escuela y cerca de esos predios pueden afectar la cuenca directamente, de ahí para abajo ya la quebrada está muy regular hay partes donde usted va ahí y está totalmente despejado sin bosque la quebrada está totalmente abierta.

Registro fotográfico



Foto 1 Malas conexiones aguas residuales



Foto 2 Limite de la cuenca alta con presencia de monocultivos



Foto 3 Potreros para pastoreo de ganado

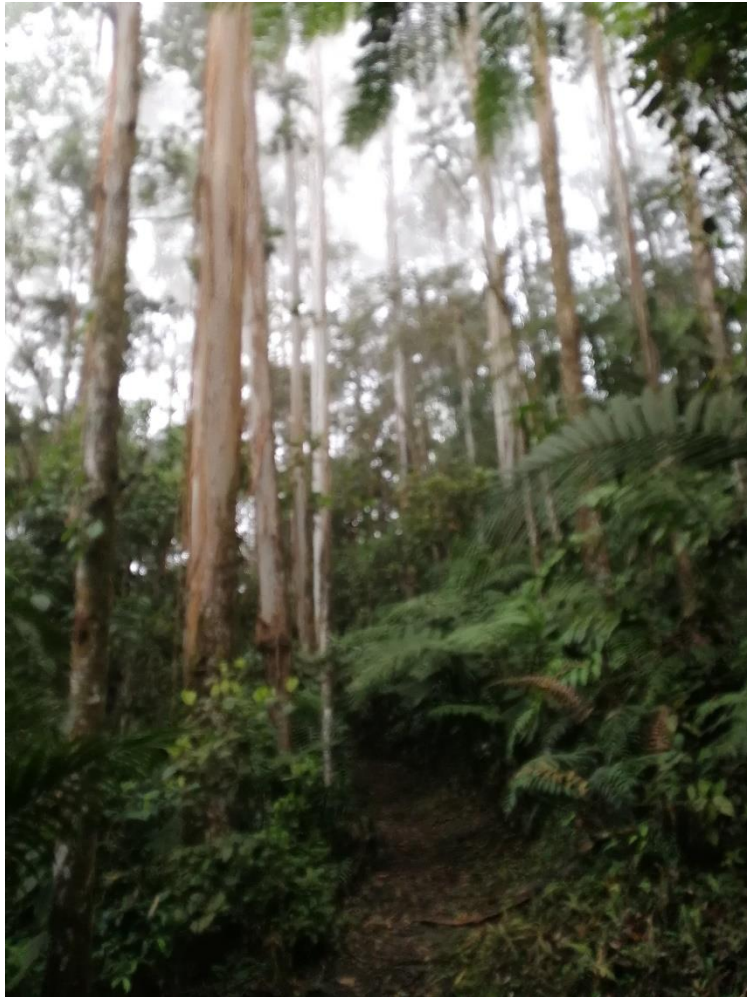


Foto 4 Árboles de la especie eucalipto



Foto 5 Visita de campo sendero palosanto nacimiento de quebrada



Foto 6 Evidencia de vertimientos de fincas directamente a la quebrada



Foto 7 Pastoreo de ganado zona de reserva



Foto 8 Afectación del entorno y percepción visual



Foto 9 Evidencia monocultivos de café parta alta de la cuenca



Foto 10 Mala disposición de químicos



Foto 11 Encuesta funcionaria de la casa de visitantes



Foto 12 Entrevista Guardabosques



Foto 13 Mala disposición de basuras en la corriente de la quebrada



Foto 14 Tala de árboles de gran tamaño para expansión agropecuaria



Foto 15 Procesos de deforestación



Foto 16 Encuesta a la comunidad



Foto 17 Condiciones de la quebrada en la desembocadura río Cauca



Foto 18 Encuesta a la comunidad



Foto 19 Visita zona de la desembocadura de la quebrada



Foto 20 Encuesta comunidad



Foto 21 Información a la comunidad del trabajo desarrollado