

**FORMULACIÓN PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA UNIDAD
HIDROLÓGICA QUEBRADA EL TEJAR, VEREDA CENTRO, MUNICIPIO DE
CARCASÍ, SANTANDER**

EDUARDO SANABRIA BASTO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
MÁLAGA
2014**

**FORMULACIÓN PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA UNIDAD
HIDROLÓGICA QUEBRADA EL TEJAR, VEREDA CENTRO, MUNICIPIO DE
CARCASÍ, SANTANDER**

EDUARDO SANABRIA BASTO

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Forestal**

**DIRECTOR
ING. HERWIN RAMIRO ROA CAICEDO
ESPECIALISTA EN PLANEACIÓN PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
MÁLAGA
2014**

DEDICATORIA

“Todo error deja una enseñanza, toda enseñanza deja una experiencia y toda experiencia deja una huella.”

ANÓNIMO

*Primeramente a **DIOS** por haberme permitido llegar hasta este punto, por ser el manantial de vida, darme salud y lo necesario para seguir adelante día a día hasta alcanzar mis objetivos.*

*A mis padres **EXCEQUIEL Y OMAIRA** por su apoyo incondicional en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante, pero más que nada, por su amor.*

*A mis hermanas **INÉS, DEISY Y YURI DANIXA**. Quienes han sido mi apoyo constante para poder alcanzar esta meta; y a todos aquéllos que me ayudaron directa o indirectamente a realizar este trabajo.*

EDUARDO

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus sinceros agradecimientos a:

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, sede Málaga, Cuerpo Directivo, Administrativo y Docente, por el apoyo en el transcurso de mis estudios superiores.

Ing. HERWIN RAMIRO ROA CAICEDO, Asesor del proyecto, por las orientaciones y asesoría en el desarrollo del informe final, su apoyo y colaboración en esta etapa de estudio.

Administración Municipal del Municipio de Carcasí.

Todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la culminación de esta etapa.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. PROBLEMA	20
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	20
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
2. OBJETIVOS	22
2.1 OBJETIVO GENERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	22
3. JUSTIFICACIÓN	24
4. MARCO REFERENCIAL	25
4.1 ANTECEDENTES	25
4.2 MARCO TEÓRICO	29
4.2.1 Cuenca hidrográfica	29
4.2.1.1 Clasificación de cuencas hidrográficas según su área	31
4.2.1.2 Partes de una micro cuenca	32
4.2.1.3 Elementos de una micro cuenca	32
4.2.1.4 Componentes de una cuenca	34
4.2.2 Análisis morfométrico de una cuenca	43
4.2.2.1 Métodos para medir las dimensiones de una cuenca	43
4.2.2.2 Métodos de análisis morfo métricos de la red de drenaje de la cuenca	52
4.2.3 Tipos de drenaje	56
4.2.4 Ciclo hidrológico	57
4.3 MARCO LEGAL	60
4.4 MARCO CONCEPTUAL	62
5. PROCESOS METODOLOGICOS	67
5.1 LOCALIZACIÓN	67
5.2 TIPO DE ESTUDIO	69

	Pág.
5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	70
5.3.1 Población	70
5.3.2 Muestra	70
5.4 METODOLOGIA	70
5.4.1 Fase de aprestamiento	71
5.4.2 Fase de diagnóstico	72
5.4.2.1 Componente físico	73
5.4.2.2 Componente biológico	91
5.4.2.3 Componente socioeconómico	101
5.4.2.4 Componente ambientales	102
5.4.3 Prospectiva	103
5.4.4 Formulación del plan de ordenación	103
6. ANALISIS DE RESULTADOS	105
6.1 FASE DE APRESTAMIENTO	105
6.1.1 Identificación de actores	105
6.1.2 Situación jurídica del recurso agua	105
6.1.3 Socialización con la comunidad	105
6.1.4 Conformación del consejo de la unidad hidrológica	107
6.1.5 Capacitación a la comunidad beneficiaria de la unidad hidrológica	107
Quebrada El Tejar	
6.1.5.1 Objetivos	108
6.1.5.2 Desarrollo	108
6.2 FASE DE DIAGNOSTICO	110
6.2.1 Componente físico	110
6.2.1.1 Análisis morfométrico	110
6.2.1.2 Hidrología	126
6.2.1.3 Temperatura	153
6.2.1.4 Geología unidad hidrológica quebrada El Tejar	155
6.2.1.5 Geomorfología	158
6.2.2 Componente biológico	162
6.2.2.1 Suelos	162
6.2.2.2 Ecología	189
6.2.2.3 Vegetación	191

	Pág.
6.2.2.4 Fauna	212
6.2.3 Componente socio económico	225
6.2.4 Componente ambiental	230
6.2.4.1 Identificación de impactos generados por la agricultura	231
6.2.4.2 Identificación de impactos generados por la ganadería	239
6.2.4.3 Identificación de impactos generados por la acción de la extracción de madera y leña	244
6.2.4.4 Identificación de impactos generados por el mantenimiento de vías	249
6.3 FASE PROSPECTIVA	253
6.3.1 Zonificación ambiental	253
6.3.2 Áreas de importancia eco sistémica	253
6.3.2.1 Zona de protección hídrica	253
6.3.2.2 Áreas forestales protectoras	254
6.3.2.3 Suelos de desarrollo rural conformados por áreas agropecuarias y áreas de uso potencial agroforestal	255
6.4 FORMULACION DEL PLAN DE ORDENACION Y MANEJO DE LA UNIDAD HIDROLÓGICA QUEBRADA EL TEJAR	256
6.4.1 Justificación	257
6.4.2 Visión del plan de manejo	258
6.4.3 Objetivos del plan de manejo	258
6.4.3.1 General	258
6.4.3.2 Específicos	259
6.4.4 Estrategias del plan de manejo	259
6.4.5 Líneas estratégicas del plan de manejo	260
6.4.6 Programas y proyectos	260
CONCLUSIONES	277
RECOMENDACIONES	279
BIBLIOGRAFÍA	281

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Componentes de una cuenca	35
Figura 2. Componentes del ciclo hidrológico	58
Figura 3. Marco normativo general para el ordenamiento de cuencas hidrográficas	61
Figura 4. Localización geográfica del municipio de Carcasí en Santander	67
Figura 5. División política de Carcasí	68
Figura 6. Pluviómetros artesanales	77
Figura 7. Toma de datos para cálculo de la precipitación	78
Figura 8. Medición del escurrimiento del agua por el tronco	79
Figura 9. Cilindros adecuados para medir la infiltración	81
Figura 10. Prueba de infiltración	82
Figura 11. Proceso medición de caudales	85
Figura 12. Toma muestras de agua	87
Figura 13. Toma de muestra para el cálculo de almacenamiento del agua en el suelo	87
Figura 14. Termómetro de máximos y mínimos	90
Figura 15. Calicatas para determinación de perfiles de suelo	92
Figura 16. Determinación textura prueba 1: parte alta de la unidad hidrológica quebrada El Tejar	93
Figura 17. Determinación textura prueba 2: parte baja de la unidad hidrológica quebrada El Tejar	94
Figura 18. Toma de muestras de suelo primera fase	95
Figura 19. Toma de muestras de suelo segunda fase	96
Figura 20. Socialización con la comunidad	106
Figura 21. Grupo de adultos partícipes del ciclo de capacitación	109
Figura 22. Grupo de estudiantes partícipes del ciclo de capacitación	109
Figura 23. Mapa base	111
Figura 24. Determinación de la curva hipsométrica Quebrada El Tejar acumulada por la curva inferior	115
Figura 25. Mapa de pendientes	117
Figura 26. Determinación altura media	121
Figura 27. Precipitación unidad hidrológica Quebrada El Tejar	128

	Pág.
Figura 28. Precipitación promedio unidad hidrológica Quebrada El Tejar	128
Figura 29. Mapa de isoyetas e isotermas	130
Figura 30. Interceptación del bosque <i>Escallonia pendula</i>	132
Figura 31. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 1	133
Figura 32. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 2	135
Figura 33. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 3	136
Figura 34. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 4	137
Figura 35. Cálculo de la evapotranspiración potencial	140
Figura 36. Determinación del perfil del cauce	144
Figura 37. Sección transversal para el método área - velocidad	144
Figura 38. Caudales mensuales para el período de estudio	145
Figura 39. Distribución del caudal en el periodo de estudio	146
Figura 40. Mapa hidrológico	148
Figura 41. Histograma relación de la precipitación y el tiempo	149
Figura 42. Determinación flujo base	151
Figura 43. Hidrograma caudal respecto al tiempo	152
Figura 44. Cálculo de temperatura	154
Figura 45. Mapa geológico	156
Figura 46. Mapa geomorfológico	159
Figura 47. Perfil del suelo No. 1	163
Figura 48. Perfil del suelo No. 2	164
Figura 49. Perfil del suelo No. 3	165
Figura 50. Estructura del suelo quebrada El Tejar	166
Figura 51. Mapa de suelos	173
Figura 52. Uso actual del suelo	178
Figura 53. Mapa uso actual del suelo	179
Figura 54. Uso potencial del suelo	182
Figura 55. Mapa uso potencial del suelo	183
Figura 56. Conflicto de uso de las tierras	187
Figura 57. Mapa de conflictos	188
Figura 58. Mapa zonas de vida	189
Figura 59. Recolección y registro información análisis estructura horizontal	193
Figura 60. Composición florística de la zona	194

	Pág.
Figura 61. Abundancia relativa	196
Figura 62. Familias más dominantes	197
Figura 63. Especies con mayor peso ecológico	198
Figura 64. Regeneración natural de especies vegetales	200
Figura 65. Estado sucesional del bosque	201
Figura 66. Plantaciones de <i>P. patula</i> y <i>Eucalyptus globulus</i>	206
Figura 67. Representación de bosques	207
Figura 68. Clasificación del bosque	207
Figura 69. Grado de intervención humana	208
Figura 70. Sistema de barbecho	209
Figura 71. Presencia y efectos de incendios forestales	211
Figura 72. Distribución poblacional por sexo y edad	226
Figura 73. Estado civil, nivel educativo y ocupación de la población	227
Figura 74. Tenencia de tierra y estado de la vivienda	228
Figura 75. Ingresos mensuales	229
Figura 76. Unidades de producción y actividad agropecuaria	230
Figura 77. Identificación de impactos generados por la acción de la agricultura	231
Figura 78. Identificación de impactos generados por la acción de la ganadería	240
Figura 79. Identificación de impactos generados por la extracción de madera y leña	245
Figura 80. Identificación de impactos generados por el mantenimiento de vías	250
Figura 81. Zona de protección hídrica	254
Figura 82. Áreas forestales protectoras	255

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación de cuencas según su área	31
Cuadro 2. Categorías para la clasificación de la forma de la cuenca de acuerdo con este parámetro	45
Cuadro 3. Clasificación adoptada en términos descriptivos	49
Cuadro 4. Determinación de la curva hipsométrica	114
Cuadro 5. Cálculo de elevación media de la unidad hidrológica El Tejar método área - elevación	116
Cuadro 6. Pendiente media de la unidad hidrológica (método de Alvord)	118
Cuadro 7. Pendiente media del cauce de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar	120
Cuadro 8. Clasificación de sistemas drenaje	122
Cuadro 9. Determinación de parámetros según segunda Ley de Horton	123
Cuadro 10. Determinación de frecuencia de los Talwegs	124
Cuadro 11. Precipitación promedio mensual (mm)	127
Cuadro 12. Precipitación promedio de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar método de isohietas	129
Cuadro 13. Cálculo de interceptación del bosque <i>Escallonia pendula</i>	131
Cuadro 14. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 1	133
Cuadro 15. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 2	134
Cuadro 16. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 3	136
Cuadro 17. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 4	137
Cuadro 18. Cálculo de la evapotranspiración potencial	140
Cuadro 19. Balance hídrico según Thorthwaite	142
Cuadro 20. Caudales mensuales	145
Cuadro 21. Promedio de caudales para el periodo de estudio en época verano e invierno	146
Cuadro 22. Calculo del flujo base	150
Cuadro 23. Cálculo de temperatura	154
Cuadro 24. Composición florística	192
Cuadro 25. Especies encontradas en la zona	194
Cuadro 26. Análisis de la estructura del estrato fustal para el bosque	195
Cuadro 27. Análisis estructural del estrato latizal para el bosque	199

	Pág.
Cuadro 28. Análisis estructural brinzal para el bosque	199
Cuadro 29. Cociente de mezcla	199
Cuadro 30. Impactos generados por acción de la agricultura	239
Cuadro 31. Impactos generados por acción de la ganadería	244
Cuadro 32. Calificación de impactos generados por la acción de la extracción de madera y leña	249
Cuadro 33. Calificación de impactos generados por el mantenimiento de vías	252

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Modelo de encuesta	283
Anexo B. Acta conformación consejo de la unidad hidrológica	286
Anexo C. Diario de observaciones pluviométricas y fenómenos atmosféricos	289
Anexo D. Análisis de agua	290
Anexo E. Análisis químico del suelo	292

RESUMEN

TITULO: “FORMULACIÓN PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA UNIDAD HIDROLÓGICA QUEBRADA EL TEJAR, VEREDA CENTRO, MUNICIPIO DE CARCASÍ, SANTANDER”^{*}.

AUTOR: EDUARDO SANABRIA BASTO^{**}

PALABRAS CLAVES: unidad hidrológica, recurso hídrico, aprestamiento, diagnóstico, prospectiva, formulación, POMCH, impacto

DESCRIPCIÓN

El desconocimiento temático, una baja conciencia comunitaria y el manejo dado hasta el momento a la unidad hidrológica Quebrada El Tejar, la cual abastece el acueducto de la zona urbana del municipio de Carcasí; han desencadenado problemas ambientales que requieren la intervención inmediata para atenuar y/o mitigar la progresiva reducción del recurso hídrico que representa el área estudiada; para ello, se propone la formulación del POMCH, siguiendo los lineamientos establecidos por la normatividad vigente y los parámetros internacionales, desarrollándose en cuatro fases: aprestamiento, diagnóstico, prospectiva y formulación.

En el aprestamiento se identifican los actores, su nivel de participación, todas las situaciones problemas, oportunidades, restricciones que se presentan en la cuenca, sus causas y consecuencias desde la perspectiva del equipo técnico, para cerrar con la socialización de la propuesta a la comunidad beneficiaria del recurso hídrico, en la fase del diagnóstico, se establece la morfometría, hidrología, factores biológicos, socioeconómicos y ambientales; prosigue la prospectiva, y finaliza con la formulación del POMCH, la que se plantea con base a los resultados del diagnóstico e impactos generados por la agricultura, la ganadería, la extracción de madera y leña y por el mantenimiento de vías, teniendo en cuenta los recursos disponibles en el presupuesto de la administración municipal.

^{*}Trabajo de grado

^{**}Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: ROA CAICEDO, Herwin Ramiro, Ingeniero Forestal.

SUMMARY

TITLE: "FORMULATION MANAGEMENT PLAN AND MANAGEMENT OF THE UNIT HYDROLOGICAL QUEBRADA EL TEJAR, VILLAGE OF CENTER, MUNICIPALITY OF CARCASI, SANTANDER".

AUTHOR: EDUARDO SANABRIA BASTO**

KEYWORDS: hydrologic unit, water resources, readiness, diagnostic, prospective, formulation, POMCH, impact

DESCRIPTION:

Thematic ignorance, a low community awareness and management given so far to the Quebrada El Tejar hydrological unit, which caters to the urban area of the municipality of Carcasi aqueduct; they have triggered environmental problems requiring immediate intervention to lessen or mitigate the progressive reduction of the water resource that represents the area under study, for this purpose, it is proposed the formulation of the POMCH, following the guidelines established by the regulations and international standards, developed in four phases: readiness, diagnostic, prospective and formulation.

In readiness the actors, their level of participation, all situations are identified problems, opportunities, constraints arising in the basin, its causes and consequences from the perspective of the task force, to close with the socialization of the proposal to the beneficiary community of water resources, at the stage of diagnosis, established Morphometry, hydrology, factors biological, socio-economic and environmental; foresight is continuing, and ends with the formulation of the POMCH, which arises based on the results of the diagnosis and impacts generated by agriculture, cattle ranching and timber and firewood extraction and maintenance of roads, taking into account the resources available in the budget of the municipal administration.

* Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: ROA CAICEDO, Herwin Ramiro, Ingeniero Forestal.

INTRODUCCIÓN

Día a día cobra mayor importancia el tema de la protección de los recursos hídricos, dada la gran problemática que la degradación de este recurso representa para la humanidad; el manejo de los recursos hídricos en el marco de las cuencas hidrográficas con alternativas económicas, sociales y ambientalmente viables representa una vía idónea no solo para aprovechar racionalmente estos recursos sino también, para la mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante los desastres naturales; porque la cuenca hidrográfica es un escenario dinámico integrado por los recursos naturales, infraestructura, medios o servicios y las actividades que desarrolla el hombre la cual genera efectos positivos y negativos sobre los sistemas naturales de la cuenca, razón por la cual deben considerarse los peligros y riesgos ante eventos extremos y fenómenos naturales severos.

La unidad hidrológica Quebrada El Tejar, está asociada al desarrollo de las comunidades campesinas que utilizan para su consumo en actividades domésticas, productivas y recreativas, así como la comunidad urbana que lo requiere para la supervivencia, aspecto que hace necesaria la participación comunitaria en el desarrollo del proyecto.

Los resultados obtenidos de este trabajo dan a conocer que el estado actual de la fuente hídrica, tiene una serie de problemas que dificultan la implementación de estrategias para la mitigación de los impactos ambientales, generados por el hombre, tales como: contaminación del recurso hídrico, uso excesivo de productos madereros, ampliación de la frontera agrícola, pérdida de la flora y fauna nativa de la región, entre otros.

La formulación del plan de ordenación de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar encamina a acciones tendientes a la protección de la misma en forma integral desde su nacimiento hasta su confluencia en el río Tunebo a través de procesos

de saneamiento, recuperación y mantenimiento de infraestructura existente, a la realización de intervenciones físicas de gestión local y ambiental. Este proyecto pretende realizar un diagnóstico situacional de la Quebrada El Tejar para proponer una ordenación y planificación adecuada, buscando con ello disminuir los problemas que se están presentando y el apalancamiento entre el desarrollo y bienestar de los habitantes del municipio de Carcasí.

1. EL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El deterioro ambiental de los recursos naturales en la unidad hidrológica quebrada El Tejar, genera una problemática que se ha incrementado con el paso del tiempo. La oferta hídrica baja obedece conjuntamente a: las condiciones climáticas de la zona, malas prácticas conservacionistas, pisoteo causado por la ganadería, pérdida progresiva de la cobertura vegetal, manejo inadecuado de suelos, principalmente en la parte alta y media de la unidad hidrológica; eventos que acarrear consecuencias, sobretodo en época de verano donde es notorio el desequilibrio entre la oferta del recurso agua y la demanda de la población beneficiaria.

El recurso hídrico tiene grandes inconvenientes producto del uso, manejo y aprovechamiento inadecuado que las comunidades y el sector productivo hacen del mismo para el desarrollo de sus actividades; enfatizando el deterioro de los recursos naturales (bióticos y abióticos) existentes dentro de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar, la cual abastece el 100% de las necesidades hídricas al casco urbano municipal, presentándose desabastecimiento en época de verano con la disminución del 25%, teniendo que recurrir al racionamiento intensivo del mismo.

La fuerte alteración de la cobertura vegetal natural, el uso intensivo del suelo para cultivos de frijol y maíz han generado una serie de problemáticas socio ambientales en el área de estudio, localizada en el municipio de Carcasí; son múltiples las evidencias que representan el deterioro ambiental, dentro de las de mayor incidencia se pueden citar: la tecnología inapropiada en los proyectos de captación y distribución del recurso, el uso desmedido, el aprovechamiento irracional e inadecuado manejo de los bosques, la pérdida de la cobertura forestal del área, la extracción de madera sin acciones claras de conservación; la

sobreexplotación ganadera en la parte alta, lugar de captación del acueducto que surte el casco urbano; finalmente, el matadero municipal, está localizado en la parte media de la quebrada, éste vierte sus aguas residuales a la fuente hídrica sin dársele el tratamiento pertinente.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿La formulación del plan de manejo, basado en el diagnóstico de los factores físicos, biológicos, socioeconómicos y ambientales, servirá como alternativa viable para mejorar las condiciones de los habitantes y darle un manejo adecuado a los recursos agua, suelo, flora y fauna, logrando mantener un equilibrio de todos sus componentes?.

Existe un gran interés y voluntad de trabajo de parte de la administración municipal de Carcasí en la ejecución de recursos para la ordenación de dicha unidad hidrológica como fuente de abastecimiento de agua para el municipio, buscando con ello suplir y corregir la problemática que se presenta.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Formular el plan de ordenación de la unidad hidrológica quebrada El Tejar, ubicada en la vereda Centro, Municipio de Carcasí, Departamento de Santander, mediante la evaluación de los parámetros biofísicos (suelo, agua, flora) y socioeconómicos como una herramienta a aplicar para su sostenibilidad.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Realizar el análisis morfo métrico de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar.

Desarrollar análisis socioeconómico de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar, mediante la aplicación de encuestas, consulta de documentos sobre el municipio de Carcasí y salidas de campo a la zona de estudio.

Elaborar la cartografía temática, correspondiente a mapas base, geológico, geomorfológico, pendientes, hidrológico, zonas de vida, isoyetas y suelos (uso actual, uso potencial, conflictos y acordado) a través de fotografías aéreas, cartas topográficas y sistemas de información geográfica.

Evaluar los impactos ambientales generados por la agricultura, la ganadería, la extracción de madera y leña y vías del área de estudio, mediante el empleo de la matriz ambiental (modelo utilizado por las Empresas Publicas de Medellín EPM).

Implementar el uso racional del recurso hídrico mediante la capacitación y concientización de la comunidad.

Definir el plan de ordenación de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar, determinando un modelo de planificación proyectado al manejo sostenible de los recursos agua, suelo y bosque.

3. JUSTIFICACIÓN.

Teniendo en cuenta el aprovechamiento y manejo de las cuencas hidrográficas, el uso sostenible de las microcuencas y quebradas, se requiere el desarrollo de acciones tendientes a la recuperación y sostenimiento del recurso hídrico; el municipio de Carcasí cuenta con siete micro cuencas denominadas: Colmillo, Tunebo Alto, Tunebo Bajo, Ollera Petaquera, Suparí y Sarteneja.

La unidad hidrológica Quebrada el Tejar, está asociada al desarrollo de las comunidades campesinas que utilizan para su consumo en actividades domésticas, productivas y recreativas así como la comunidad urbana que lo requieren para la supervivencia, aspecto que hace necesaria la participación comunitaria en el desarrollo del proyecto.

Es por eso que la formulación del plan de ordenación de la unidad hidrológica Quebrada el Tejar encamina a acciones tendientes a la protección de la misma en forma integral desde su nacimiento hasta su confluencia en el río Tunebo, a través de procesos de saneamiento, recuperación y mantenimiento de infraestructura existente, a la realización de intervenciones físicas de gestión local y ambiental.

Para suplir y corregir la problemática que se presenta se formula el plan de manejo, basado en el diagnóstico de los factores físicos, biológicos, socioeconómicos y ambientales, como alternativa viable para mejorar las condiciones de los habitantes y darle un manejo adecuado a los recursos agua, suelo, flora y fauna, un correcto uso a la áreas protegidas y así mantener un equilibrio de todos sus componentes, ya que hay un gran interés y voluntad de trabajo de parte de la administración municipal de Carcasí en la ejecución de recursos para la ordenación de dicha unidad hidrológica como fuente de abastecimiento hídrico para el municipio.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES¹

La evolución histórica en el manejo de las cuencas hidrográficas en Colombia está vinculada con los cambios y modificaciones de la normatividad ambiental ligada al tema; en este contexto, los primeros lineamientos normativos en el tema de ordenación de cuencas hidrográficas en el país se remontan hacia 1953 con la expedición del Decreto 2278, en el cual se establecen los primeros lineamientos de zonificación forestal al determinar áreas como de carácter protector en terrenos ubicados en las cabeceras de las cuencas de los ríos, arroyos y quebradas.

Con la expedición de la Ley 2ª de 1959 se ratifican conceptos de ordenamiento ambiental en lo relacionado con el establecimiento de "Zonas Forestales Protectoras" y "Bosques de Interés General" delimitando el país en siete grandes zonas de reserva forestal: Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Río Magdalena, Cocuy, Serranía de los Motilones y Amazonía. Para esta época las regulaciones en la materia estaban dadas por el Ministerio de Agricultura y el Inderena el cual era la entidad responsable en materia de recursos naturales renovables y medio ambiente en el 75% del territorio nacional, las CAR, eran responsables del 25% restante. El Ministerio de Salud o las Empresas Públicas Municipales (EPM), desarrollaban acciones en materia de agua potable y saneamiento básico. Para el año 1974, Colombia adquiere un nuevo marco jurídico en materia ambiental con la expedición del Código de Recursos Naturales y del Medio Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974), que constituye el derrotero de referencia normativo en cuanto al uso y manejo de aguas, suelo, flora y fauna. Entre sus disposiciones más importantes en el Código se definen las Áreas de

¹Cuervo Cuellar, M. P. et. al. (2008). Guía técnico científica para la ordenación de las cuencas hidrográficas en Colombia. [online] Segunda versión. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales "IDEAM", pág. 8-10. [Consultado Abril 15 de 2013]. Disponible en: <http://corponarino.gov.co/expedientes/documentacion/ayudaa/guiadecuenca 2008.pdf>

Manejo Especial con el fin de que “aseguren el desarrollo de la política ambiental y de recursos naturales y dentro de las cuales se dará prioridad a la ejecución de programas en zonas que tengan graves problemas ambientales y de manejo de los recursos”. Bajo esta categoría se constituyen las cuencas hidrográficas, posteriormente reglamentadas por el Decreto 2857 de 1981, en el que se precisan las finalidades de la ordenación de cuencas y los objetivos y alcances de sus planes de manejo.

La promulgación de la Constitución Política de 1991, señala la institucionalización de nuevas bases legales que instrumentalizan políticas de intervención del Estado sobre el ordenamiento territorial existente. La Carta Política plantea de esta forma la necesidad de promover el ordenamiento del territorio, el uso equitativo y racional del suelo y la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del país; la reforma constitucional plantea una nueva discusión sobre la institucionalidad ambiental existente hasta el momento, discusión que da como resultado la expedición de la Ley 99 de 1993, con la que se crea el Ministerio del Medio ambiente, el Sistema nacional Ambiental y se reorganiza el sector público encargado de la gestión Ambiental. Para 1994, se expide la Ley 142 o régimen de servicios públicos, con la cual se diseñan herramientas legales para garantizar la prestación de servicios públicos domiciliarios bajo los principios constitucionales de equidad, eficiencia, transparencia y calidad. Adicionalmente se definen competencias en materia de regulación, asistencia técnica, vigilancia y control y operación de las empresas prestadoras de los servicios. Este nuevo referente normativo, señala así mismo el camino para la expedición de una serie de políticas en materia ambiental en temas tan importantes como biodiversidad, bosques, agua, ordenamiento territorial, saneamiento ambiental, población, participación, etc.

De estos instrumentos la política para el manejo integral del agua (Minambiente, 1996), enfatiza en el manejo sostenible de la oferta de agua, acorde con los

requerimientos sociales y económicos; considerando la cantidad, la calidad y la distribución espacial y temporal del recurso. En este sentido, señala la necesidad de adelantar actividades de ordenación y planificación de cuencas hidrográficas, como lo describe el Ministerio “La gestión ambiental del recurso hídrico, debe abordar el manejo y solución integral de los problemas ambientales relacionados con la disponibilidad y calidad del agua en una región determinada, mediante el uso selectivo y combinado de herramientas jurídicas, de planeación, técnicas, económicas, financieras y administrativas, orientadas por diversas estrategias de gestión que responden a una política ambiental nacional para el manejo integral del agua; y que garanticen la sostenibilidad del recurso para las generaciones futuras”.

Bajo este contexto y con el fin de armonizar las regulaciones establecidas en los Código de Recursos Naturales y Código sanitario, con los principios normativos ambientales señalados en la Ley 99 de 1993, y los diferentes instrumentos de política, el Ministerio del Medio Ambiente expide una serie de regulaciones en torno al tema de agua dentro de las que se desatacan el Decreto 1729 de 2002 que establece las finalidades, principios y directrices de la Ordenación de Cuencas en el país y el Decreto 1604 de 2002, que reglamenta las comisiones conjuntas.

A partir de la expedición de los Decretos en materia de institucionalidad ambiental se han producido cambios profundos en la política y gestión ambiental. En primer lugar, durante el período 2002 - 2006, se inician una serie de reestructuraciones en el sector oficial dirigidas a reducir el gasto público y renovar la administración pública mediante la fusión de entidades. En este contexto y dentro de las reestructuraciones ministeriales que se efectuaron en su momento en el año 2002 se promulga el Decreto 216 de 2002, con el cual se ordena la fusión de los Ministerios del Medio Ambiente y Desarrollo. En el Decreto se transfieren las funciones de regulación del uso del suelo y del ordenamiento territorial y de regulación y promoción del manejo integral del agua y el saneamiento básico, así

como de promoción de vivienda y de desarrollo urbano, que ejercía el Ministerio de Desarrollo, al del Medio Ambiente, constituyendo así el nuevo Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

En otras materias, el período se caracteriza por la expedición de diferentes instrumentos normativos relacionados con la gestión del agua, dentro de los que se desatacan los relativos a la regulación y al financiamiento. En este sentido se avanza en la reglamentación de las tasas por uso definidas por la Ley 99 de 1993 y reglamentadas en el Decreto 155 de 2004, así como en las tasas retributivas vigentes desde el Código de Recursos naturales (Decreto Ley 2811 de 1974) y reglamentadas en el Decreto 3100 de 2003. Por otro lado en materia de financiamiento se emiten instrumentos orientados a la financiación de los planes de ordenación de cuencas hidrográficas. De igual forma en el período se dan avances significativos en la formulación de instrumentos de planificación ambiental con la expedición del Decreto 1200 de 2004, en el cual se orienta la planificación regional y se esbozan los principios que la rigen como Armonía Regional, Gradación Normativa y Rigor Subsidiario, Concordancia y articulación entre los diferentes instrumentos de Planeación del Estado e integralidad.

A nivel regional existen muchos estudios adelantados por estudiantes de la Facultad de Ingeniería Forestal de la UIS, sede Málaga, en lo que respecta a: diagnóstico y reforestación de las micro cuencas que abastecen los acueductos en municipios de la Provincia de García Rovira; estudio general y diagnóstico ambiental de micro cuencas; diagnóstico físico general de micro cuencas; plan de protección, conservación y manejo de micro cuenca; y alrededor de quince estudios de plan de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas, todas formuladas con el objeto de encaminar el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales con gran relevancia en la participación comunitaria, planteando estrategias y proyectos de sistemas de producción sostenible.

4.2 MARCO TEORICO

4.2.1 Cuenca hidrográfica. Una cuenca es un área natural en la cual el agua se desaloja a través de un sin número de corrientes, cuyos caudales son recogidos por un colector común, que sirve de eje de la zona. La extensión de una cuenca puede variar, desde pocas a miles de hectáreas.

También se precisa como unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado; las cuencas hidrográficas son unidades morfológicas superficiales; sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como “parte aguas”. El parte aguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativo entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. Al interior de las cuencas se pueden delimitar sub cuencas o cuencas de orden inferior. Las divisorias que delimitan las sub cuencas se conocen como parte aguas secundarias².

La cuenca hidrográfica puede ser definida como un área físico-geográfica, debidamente delimitada, en donde las aguas superficiales y subterráneas vierten a una red natural mediante uno o varios cauces.

El manual técnico para el manejo integral de cuencas hidrográficas define el manejo de cuencas como la actividad ordenada y planificada que lleva a cabo el hombre dentro de las cuencas hidrográficas, para el aprovechamiento óptimo y

²Gómez Morales, W. R. (2009). Texto básico de hidrología [online]. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Dirección de investigación extensión y posgrado (DIEP), Mayo, pág. 29. [Consultado Febrero, 2013]. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN10G192.pdf>

sostenido de sus recursos hídricos, de tal forma que se refleje en el bienestar social y económico de la población en general³.

Para algunos, la cuenca hidrográfica puede analizarse por su estructura a partir de los tres recursos naturales renovables más importantes: vegetación, suelo y agua. Otros, la analizan a partir de la hidrología como ciencia que se ocupa de las propiedades, distribución y circulación del agua y del estudio del agua en la superficie de la tierra, en el suelo y en la atmósfera. Así, la cuenca hidrográfica se constituye como una de las unidades espaciales más definidas y clasificadas del territorio en forma natural. Para otros constituye un área física productora de agua o área de aguas superficiales y subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural, vista desde el enfoque geográfico. Pero, ante el hecho de entender su funcionamiento, ya que es imposible interpretar el comportamiento de un sistema solo a base de estudios sobre el comportamiento de sus partes, primero deben analizarse sus interacciones con otros ecosistemas para luego estudiarlo como sistema en sí y finalmente analizar el comportamiento de sus partes. Así, el término ecosistema es un concepto que se utiliza para describir y estudiar la estructura y el funcionamiento de zonas específicas de nuestro planeta. Según la amplitud con que se delimite un ecosistema se puede incluir o no dentro del mismo todos o algunos de los atributos ya mencionados desde el punto de vista estructural⁴.

Una cuenca está compuesta por un conjunto de quebradas o pequeños ríos que se llaman sub cuencas o cuencas tributarias, o sea, las que tienen menor

³García Neira, A. et. al. (1996). Manual técnico para el manejo integral de cuencas hidrográficas [online]. Bogotá, SENA, pág. 32. [Consultado Abril 15 de 2013]. Disponible en: <http://www.banrepcultural.org/sites/default/files/lablaa/ciencias/sena/cursos-de-capacitacion/cuencas/capitulo%20I.pdf>

⁴Vargas Martínez, N. O. (2004). Guía técnica científica para la ordenación y manejo de cuencas: Decreto 1729 de 2002 [online]. Bogotá, D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, Enero, pág. 17. [Consultado febrero 2013]. Disponible en: http://www.almamater.edu.co/Servicios/Desarrollo_Regional/Ecorregion_Eje_Cafetero/Guia_Cuencas_Hidrograficas.pdf

extensión que la principal. Cuando una cuenca posee pocas hectáreas, se le llama micro cuenca.

4.2.1.1 Clasificación de cuencas hidrográficas según su área⁵. El área de una cuenca tiene gran influencia en el régimen hidrológico (cuadro 1), más específicamente en la magnitud del caudal que va a drenar, pues dependiendo del tamaño, los caudales resultantes serán mayores o menores. Normalmente a medida que crece al área de la cuenca, así mismo lo harán los caudales promedios mínimos y los máximos instantáneos.

Cuadro 1. Clasificación de cuencas según su área

Nombre	Área (km ²)
Unidad hidrológica	Menor de 5.0
Sector hidrológico	De 5.0 a 20.0
Microcuenca	De 20.0 a 100.0
Subcuenca	De 100.0 a 300.0
Cuenca	Mayor a 300.0

Fuente: GAVILÁN, German Eduardo

Los gradientes de crecimiento del caudal promedio con el área de la cuenca no son constantes ni homogéneos en una región; sino que varían dependiendo de las características hidrometeorológicas y fisiográficas de la región. El área de la cuenca influye también en la atenuación de creciente; es así, como en cuencas de poca extensión la avenida se presenta en un corto lapso de tiempo que puede ser de algunos minutos u horas, mientras que para grandes zonas la creciente se presentará al cabo de algunos días o semanas debido a que el agua precipitada debe recorrer una mayor distancia para llegar al punto de drenaje; la presencia de zonas inundables y bajas también atenúa las crecientes que se puedan presentar

⁵Gavilán, G. E. Características morfométricas de cuencas. Bucaramanga: UIS, Curso de hidrología Ambiental- Especialización ingeniería Ambiental, s.n.e.

aguas debajo de estas zonas, porque sirven como colectores retardadores del tránsito del agua.

4.2.1.2 Partes de una micro cuenca. Para efectos de planeación y ordenamiento de una cuenca hidrográfica esta puede dividirse en tres partes:

Zona alta o receptora de agua. Es el área superior de la micro cuenca, de mayor elevación y generalmente de mayores pendientes, es prioritaria en materia de conservación de bosques, por estar en ella concentrada toda el área de nacimientos y pequeños cauces que dan origen a la quebrada principal.

Garganta: Es la zona media de la micro cuenca, además es la parte más estrecha, es allí donde se da una gran presión sobre el uso del suelo y una alta demanda del recurso agua.

Cono de deyección: Es la parte baja de la micro cuenca o zona final del recorrido del cauce, antes de verter sus aguas a otro cauce principal de mayor orden (Leal, leal 1984).

4.2.1.3 Elementos de una micro cuenca. En una cuenca se identifican los siguientes elementos:

* **Divisoria de aguas:** La divisoria de aguas es una línea que delimita la cuenca hidrográfica. Una divisoria de aguas marca el límite entre una cuenca hidrográfica y las cuencas vecinas.

El agua precipitada a cada lado de la divisoria desemboca generalmente en ríos distintos. Otro término utilizado para esta línea se denomina parte aguas.

* **El río principal:** El río principal suele ser definido como el curso con mayor caudal de agua o bien con mayor longitud o mayor área de drenaje. La mayoría de cuencas presentan un río principal bien definido desde la desembocadura hasta cerca de la divisoria de aguas.

Otros términos importantes a distinguir en un río son:

Cauce: conducto descubierto o acequia por donde corren las aguas superficiales.

Margen derecha: mirando río abajo, la margen que se encuentra a la derecha.

Margen izquierda: mirando río abajo, la margen que se encuentra a la izquierda.

Aguas abajo: se dice que un punto está aguas abajo, si se sitúa después del sentido de la corriente.

Aguas arriba: es el contrario de la definición anterior.

* **Los afluentes:** Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada Subcuenca o Micro cuenca

* **El relieve de la cuenca:** El relieve de una cuenca consta de los valles principales y secundarios, con las formas de relieve mayores y menores y la red fluvial que conforma una cuenca. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas o torrentes, valles y mesetas.

* **Las obras y actividades humanas:** Las obras construidas por el ser humano y las actividades que él desarrolla dentro del área de una cuenca tales como las viviendas, ciudades, las industrias, los balnearios y sitios de recreación, los campos de cultivo, potreros y las obras para riego, energía y vías de

comunicación, pueden ser causantes de muchos desequilibrios en la cuenca si no se controlan sus impactos o se desarrollan sin la adecuada planificación.

Una de las consecuencias más comunes de los impactos negativos, son inundaciones en las partes bajas.

4.2.1.4 Componentes de una cuenca⁶. Los elementos que componen una cuenca son todos los recursos naturales de la cuenca: el agua, el suelo, la vegetación, la fauna, el hombre y el medio ambiente. Estos componentes son vivos, dinámicos y se encuentran en interacción (figura 1).

La cuenca es una unidad geográfica donde todos los elementos que la integran se condicionan mutuamente de una manera estrecha y armónica. Por lo tanto, en el estudio de una cuenca usted debe tener en cuenta que todos los recursos que posee son independientes y han de ser considerados en su conjunto, nunca uno independiente del otro; es decir, considerar el medio natural en su carácter global.

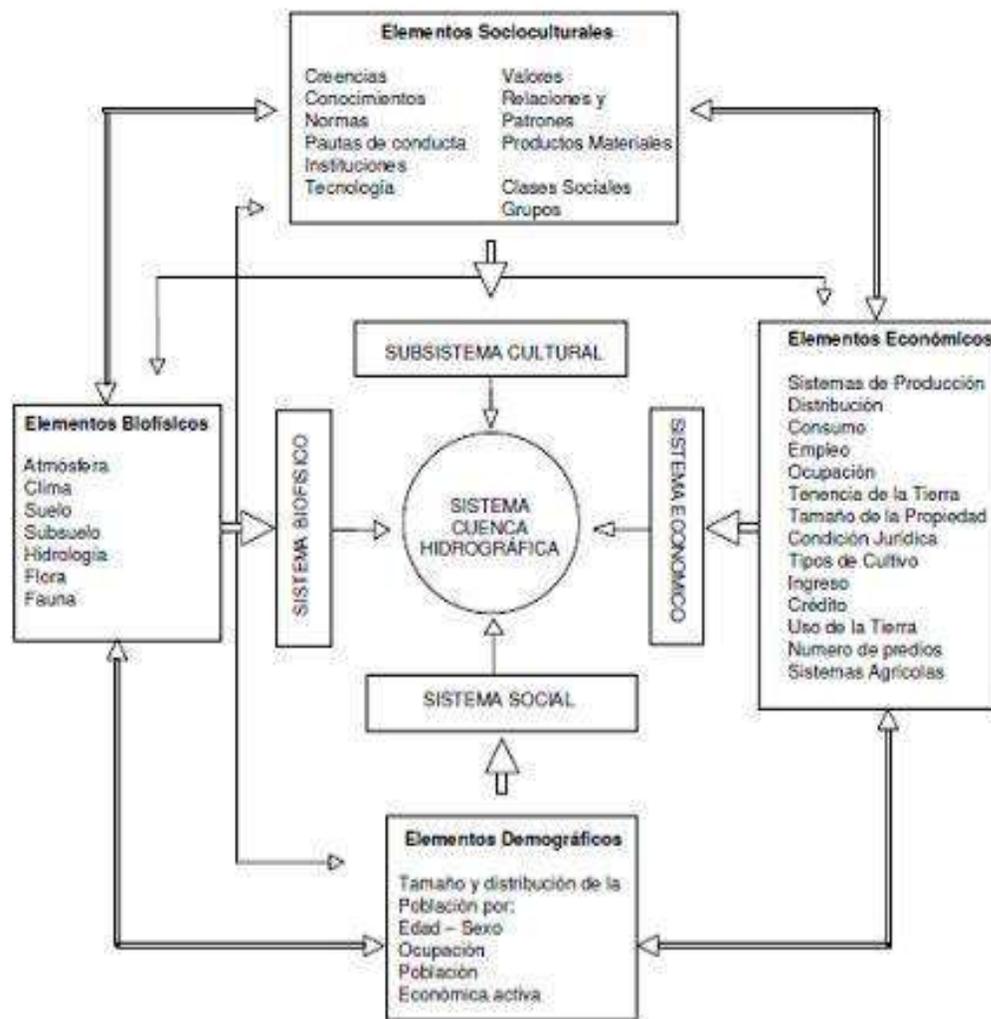
Los componentes de una cuenca son todos los elementos del medio ambiente natural. No se puede excluir ninguno de ellos porque en el balance de la naturaleza actúan todos en forma integral.

Cuando se habla de la ordenación integral de cuencas hidrográficas, nos estamos introduciendo en la administración racional de todos los recursos naturales de una región; en consecuencia, contemplará los planes para el manejo de los bosques, planes de ordenación de los cultivos, planes para el manejo de los suelos, planes para el manejo de las aguas, entre otros, pero no formulados de manera aislada, sino concebidos en una forma integral, de unidad, se contempla la regulación de la actividad humana, y sí es compatible en regiones muy deterioradas de la cuenca

⁶Henao S., J. E. (1988). Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Bogotá: Universidad Santo Tomás, pág. 34-43.

incluirá la reubicación de los habitantes a otros lugares de la cuenca donde no causen daños, si las vías están construidas en zonas de suelos inestables debe modificarse su trazado y construirse en terreno firme, todo tendente a producir el mayor beneficio causando el menos deterioro.

Figura 1. Componentes de una cuenca



Fuente: Wilealdo García Charria

Como se ve, en el plan de ordenación de una cuenca se contempla todos los elementos de la naturaleza a quien los modifica, de manera que cada uno de ellos

se integre positivamente al desarrollo de la cuenca, con miras al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes, sin causar deterioro al balance natural. La cuenca pueda asimilarse a un organismo vivo que posee una serie de caracteres que pueden ser controlados o no por el hombre.

Para facilitar el estudio de los caracteres o componentes de una cuenca se agrupan de la siguiente forma:

1. Factores físicos
2. Factores biológicos
3. Factores humanos o socioeconómicos
4. Factores ambientales

Factores físicos:

- a) El relieve
- b) La topografía
- c) La hidrología
- d) La hidrografía
- e) La geología
- f) La geomorfología
- g) El clima

a) **El relieve:** La forma del terreno, sus elevaciones y desigualdades, tiene gran importancia cuando se refieren al manejo de cuencas hidrográficas por estar íntimamente ligadas a la formación de los suelos, el drenaje superficial, el interno, la erosión, etc. y determinan consecuentemente la clase de cultivo o utilización pecuaria que se debe adelantar.

b) **Topografía:** Estrechamente vinculada al relieve se encuentra la topografía, ya que las diferencias de elevación y de pendiente, aún cuando sean demasiado

pequeñas, se relacionan directamente con las diferencias drenaje, que a su vez tienen su influencia en la forma del suelo y en los usos que de este puedan darse.

c) **Hidrología:** Este factor hace referencia al régimen de caudales, o sea, al volumen de la escorrentía, la sedimentación y la clasificación de Corrientes en temporales o permanentes.

d) **Hidrografía:** Se refiere a las cuencas que hacen parte de la cuenca, sus sectores, la forma de la cuenca y en general el análisis morfo métrico del área de captación y su red de drenaje.

e) **Geología:** Es la que determina la red hidrográfica y el tipo de roca y suelo que predominan en una región. Para realizar prácticas de conservación y restauración de suelos debe conocerse primordialmente el material de origen de los suelos. Estos materiales o rocas que forman la corteza terrestre se clasifican según su origen en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

f) **La geomorfología:** trata de la forma que posee la corteza terrestre. Se relaciona estrechamente con algunos factores formantes del suelo (clima, relieve, material parental, tiempo de formación del suelo).

La geomorfología suministra especialmente datos de carácter práctico como las condiciones de drenaje, peligro de erosión o derrumbamiento, presencia de materiales de construcción, etc.

g) **El clima:** es uno de los factores más importantes a tener en cuenta en el manejo de cuencas. El clima condiciona los usos que se le pueden dar al suelo de una región determinada y es uno de los agentes que provoca la erosión y degradamiento de los suelos. Del clima hay que tener en cuenta básicamente: la precipitación, temperatura, los vientos, la humedad relativa y la nubosidad

Factores biológicos:

- a) El suelo
- b) La vegetación
- c) La fauna
- d) La ecología

* **El suelo:** Es necesario estudiar todas las características de los suelos, su material de origen, su relieve, la pendiente, la erosión, la fertilidad y el uso que se le está dando y el uso potencial, es decir, de acuerdo con sus características se indican la clase de cultivos más adecuados para dichos suelos.

* **La vegetación:** Incluye los bosques naturales, los bosques artificiales, cultivos existentes, las praderas naturales (pastos), y otros tipos de cubierta vegetal (vegetación de páramo).

* **La fauna:** En el manejo de cuencas no hay que olvidar el estudio de la fauna silvestre, la cual cumple un papel importante como integrante activo de los ecosistemas, participando en el ciclo de formación de nutrientes, cadenas tróficas, contribuyendo a estructurar el medio biológico para el hombre.

* **La ecología:** En el manejo de cuencas es necesario el medio desde un punto de vista ecológico. Es decir la comunidad con los organismos que viven y el medio donde viven o pueden vivir (ecosistemas). Para el estudio de la ecología existen varias metodologías, una de ellas es la clasificación de las regiones por zonas de vida, otra por provincias biogeografías, otras son regiones zoo geográficas, otras hablan de macro ecosistemas, etc.

En el país fue elaborado hace algunos años el mapa de zonas de vida de acuerdo con la metodología de Leslie Holdridge, la cual tiene en cuenta solo parámetros

climáticos, como la precipitación, la temperatura y la humedad para definir sus unidades básicas, zonas de vida o formaciones vegetales.

Según Holdridge, una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las que, tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Constituyen una unidad bioclimática.

* **Factores humanos.** El elemento fundamental del desarrollo de una cuenca hidrográfica es el hombre base de toda la planificación, puesto que él será el beneficiario directo de los planes que se adelanten; de aquí que lo primero que debe hacerse es un estudio de las condiciones prevalecientes en las comunidades humanas que habitan las cuencas, para mejorar estas condiciones.

“El manejo integrado de una cuenca hidrográfica permite introducir cambios sociales, fomentar el desarrollo económico y mejorar las condiciones de vida, no solo materiales sino también culturales y espirituales; este es el motivo esencial que justifica los esfuerzos requeridos en la implementación de un plan de manejo”⁷.

A este factor de manejo de cuencas se le debe dedicar gran esfuerzo y trabajo. Se deben estudiar todos los aspectos socioeconómicos que influyan en la cuenca así: población, origen, permanencia, educación, ocupación vivienda, comportamiento social y liderazgo, necesidades, infraestructura, escuelas, puestos de salud, acueductos, energía, recreación, tenencia de la tierra, áreas ocupadas, formas de tenencia de la tierra, uso que se da a las tierras, prácticas agrícolas, prácticas pecuarias, prácticas de aprovechamiento forestal que utilizan, etc., todos

⁷Bernal, G. y Coronado, A. (1977). Plan preliminar para el estudio de la cuenca alta del río San Jorge. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de los Valles de Sinú y San Jorge, pág. 83. En: Henao S., J. E. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Bogotá: USTA, 1988, pág. 42.

los aspectos de tipo social, cultural y económico, de la comunidad que vive en la cuenca.

* **Factores ambientales**⁸. El medio ambiente, o sea lo que nos rodea, está centrado en el hombre y consiste en la forma y función de aquellos ecosistemas que rodean y apoyan la vida humana.

Un ecosistema se puede definir como una unidad de organización formada por todos los organismos de un área que actúan entre ellos mismos y el medio ambiente físico.

La FAO, en experiencias realizadas en planificación de cuenca ha determinado dentro de las condiciones naturales que puedan ayudar a orientar el manejo de una cuenca hidrográfica tener en cuenta:

1. Consideraciones con una base ecológica
2. Consideraciones basadas en el bienestar humano
3. Consideraciones para la conservación de los recursos naturales.

Consideraciones con una base ecológica

* El eslabonamiento e interdependencia. Nuestro universo es un mundo de eslabonamiento interdependiente; de causa efecto. Los factores del medio ambiente que actúan en un individuo no lo hacen separada e independientemente. Si se cambia un factor del medio ambiente, seguirán cambios en la cantidad y calidad de otros factores ambientales, cuando estos cambios se producen y resultan en un mejoramiento de la vida humana, se dice que ha habido “desarrollo”. Si se producen cambios y hay desmejoramiento de la vida humana se dice que ha existido un retroceso.

⁸Henao S., J. E. Op. Cit.

* La diversidad. Una gran diversidad de especies tiende a dar un mayor control y equilibrio dentro de un ecosistema. Los brotes de plagas e insectos, por ejemplo, serán una posibilidad menor si estos insectos fueran presa de otros insectos diferentes. La diversidad dentro de una especie provee un caudal genético mayor y por lo tanto un radio más amplio de tolerancia, que podría significar la diferencia entre sobrevivencia y la extinción de una especie, frente a un cambio ambiental dado.

* Estructura del nivel trófico o cadenas alimenticias. Es importante comprender las cadenas alimenticias cuando se va a planificar una cuenca. Los niveles tróficos describen el flujo de energía de la luz solar sobre las plantas (productores biológicos), luego sobre los consumidores y más tarde sobre los descomponedores, mientras que las cadenas alimenticias describen el flujo de nutrientes y otros materiales a través de los mismos niveles. En cada etapa se pierde algo de energía a través de la respiración y de los desechos, y este fenómeno tiene sus ramificaciones en el abastecimiento de alimentos en el mundo. De la misma manera, las especies que son o podría ser económicamente importante para el hombre, a menudo dependen de especies aparentemente insignificantes en un nivel trófico más bajo. La pérdida de estas especies podría significar también la pérdida de especies importantes en un nivel trófico más alto.

* Etapas de sucesión. Es necesario tener un conocimiento de las etapas de sucesión dentro de un ecosistema en la planificación de cuencas hidrográficas. La sucesión se define Odum como “el proceso ordenado y predecible de cambio en la comunidad, que modifica el medio ambiente físico y culmina en el ecosistema biológicamente más estable sobre un sitio dado”.

Esto es posible porque en las primeras etapas la producción es mayor que la respiración y eso crea condiciones en las cuales otras especies están mejor adaptadas. Los cultivos de alimentos y de fibras son ejemplos del intento del

hombre por mantener la sucesión en una etapa temprana del proceso, con el fin de que pueda cosechar el exceso de energía.

Consideraciones basadas en el bienestar humano. Algunos problemas relacionados con la salud o bienestar humano son también considerados que hay que tener en cuenta en la planificación de cuencas hidrográficas. Uno de estos factores es la salud física y psicológica del ser humano, cuando está influenciado por cambios registrados en el medio ambiente a consecuencia del desarrollo. La contaminación del aire, del agua y el suelo por los residuos del desarrollo constituyen los mejores ejemplos; estos son destructores porque los contaminantes son, en muchos sentidos, exóticos, y no existe un mecanismo en el ecosistema adaptado para tratarlos adecuadamente. En consecuencia, pueden ir al detrimento de la salud mientras hacen su entrada al cuerpo humano por medio del aire que respiramos, el agua que bebemos y el alimento que ingerimos. Una vez ingerido puede convertirse el algo dañino y hasta puede causar la muerte, o bien, puede hacerse ofensivo a las normas de calidad de vida que requiere la gente.

Consideraciones para la conservación de los recursos naturales. Se basan en el hecho de que su uso causa un deterioro gradual de los mismos; el hecho de que muchos de estos recursos sean renovables no quiere decir que sean también inagotables. Más aun el exceso de uso y abuso en la utilización de estos recursos crean una necesidad para la explotación de áreas vírgenes por encima de las necesidades del crecimiento económico. Los suelos, el agua y los bosques son claros ejemplos de esto, y en un sentido “estamos viviendo del capital y no del interés”

La necesidad de productos forestales aumenta y de nuevo la política parece ser, con demasiada frecuencia, llenar los requerimientos actuales sin preocuparse mucho de las necesidades futuras. La conservación no significa, necesariamente

“no usar” los recursos, sino hacer un uso racional y sostenido de ellos y esto es también una consideración a tener en cuenta en la planificación de cuencas hidrográficas para asegurarse de que los recursos sean sabiamente utilizados.

4.2.2 Análisis morfométricos de una cuenca⁹. La morfometría de cuencas hidrográficas y de drenajes, es una herramienta que permite determinar características importantes de forma y comportamientos en el entorno y en el flujo hídrico, que más adelante se convierten en base para el análisis de particularidades de cada una de las cuencas y para la posterior formulación de líneas de manejo prioritarias, relativas a la red hídrica.

4.2.2.1 Métodos para medir las dimensiones de una cuenca. Existen métodos para medir las diferentes dimensiones de una cuenca, ya que ella no es un ente plano y posee tamaños a lo largo, ancho y profundidad.

Área. El área de la cuenca es el área plana (proyección horizontal limitada por la línea divisoria de aguas), esta línea separa la precipitación de la cuenca de estudio de la que cae en las cuencas vecinas.

La línea divisoria de aguas no debe cortar ninguna corriente de agua, salvo en el punto de salida y uno de los puntos de máxima altura entre cuencas, lo que impide que en el interior de una cuenca existan picos aislados con una cota superior a cualquier cota de la divisoria.

Perímetro. El perímetro es la medición de la línea envolvente del área.

Longitud axial. Es la distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano de la cuenca. Es el mismo eje de la cuenca.

⁹Gavilán, G. E. Op. Cit.

Ancho promedio. El ancho promedio de la cuenca se encuentra dividiendo el área por su longitud axial.

$$\mathbf{A.P = \text{Área (m}^2\text{) / Long. Axial}}$$

Forma de la cuenca. La forma de la Cuenca controla la velocidad con que el agua llega al cauce principal, cuando sigue su curso, desde el origen hasta la desembocadura, analizándola a través de una serie de índices.

Factor forma (Ff). Este índice morfométrico expresa la relación entre el ancho promedio y la longitud axial de la cuenca.

$$\mathbf{Ff = \text{Ancho promedio/ longitud axial}}$$

Este índice da alguna indicación de tendencia de la cuenca hacia las crecidas. Así las cuencas con factores de forma bajos, son menos propensas a tener lluvias intensas y simultáneas sobre la superficie, que un área de igual tamaño con un factor de forma mayor.

$Ff > 1$ cuenca achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas.

$Ff < 1$ cuenca alargada, baja susceptibilidad a las avenidas.

Coeficiente de compacidad (Kc). Propuesto por Gravelius, es la relación entre el perímetro de la cuenca y la longitud de la circunferencia de un círculo de área igual a la de la cuenca.

$$\mathbf{Kc = P / 2 \sqrt{\pi \times A}}$$

Donde

P = Perímetro de la cuenca

A = Área de la cuenca

El coeficiente compacidad está relacionado estrechamente con el tiempo de concentración, que es el tiempo que tarda una gota de lluvia en moverse desde la parte más lejana de la cuenca hasta el desagüe; en este momento ocurre la máxima concentración de agua en el cauce, puesto que están llegando gotas de lluvia de todos los puntos de la cuenca.

Generalmente las cuencas extensas tienen forma de pera y las pequeñas de abanicos, pero estas denominaciones descriptivas deben evitarse emplear datos numéricos que ofrecen mayor facilidad y seguridad para comparación con base en la cuantificación; se distinguen tres clases como se cita en el cuadro 2.

Cuadro 2. Categorías para la clasificación de la forma de la cuenca de acuerdo con este parámetro

Clase de forma	Rangos de clase	Forma
Clase Kc 1	De 1.00 a 1.25	Casi redonda a oval- redonda
Clase Kc 2	De 1..25 a 1.50	Oval redonda a oval -oblonga
Clase Kc 3	De 1.50 a 1.75	Oval -oblonga a rectangular- oblonga

Fuente: TRAGSA (1994)

$K_c > 1$ cuenca achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas.

$K_c < 1$ cuenca alargada, baja susceptibilidad a las avenidas.

Otros índices de forma. Existen otros índices para definir la forma de una cuenca, son:

Índice de alargamiento (Ia). Este índice se obtiene relacionando la longitud más grande de la cuenca con el ancho mayor, midiendo perpendicularmente a la dimensión anterior.

$$I_a = L / 1$$

Donde:

L = longitud máxima de la cuenca

1 = ancho máximo (tomado perpendicularmente a la dirección anterior)

$I_a > 1$ cuenca alargada

$I_a \approx 1$ cuenca achatada y por tanto cauce principal corto

Índice de homogeneidad. Se obtiene relacionando el área de la cuenca con la de un rectángulo que tiene por eje mayor la longitud máxima de la cuenca y por eje o lado menor el ancho máximo de la cuenca.

$$L_h = S / S_z$$

Donde:

S = Área de la cuenca

S_z = Superficie del rectángulo con dimensiones

Índice asimétrico (A_d). Se obtiene comparando la relación de superficies entre la vertiente más extensa y la menos extensa.

$$A_d = A_{V \max} / A_{V \min}$$

Donde

$A_{V \max}$ = Área vertiente mayor

$A_{V \min}$ = Área vertiente menor

$A_d > 1$ Cuenca principal bastante recargado a una de las vertientes

$A_d \approx 1$ Distribución del cauce principal aproximadamente uniforme

Profundidad de la cuenca. Se entiende por profundidad de una cuenca, aquella que está comprendida entre el dosel de la cobertura vegetal, exteriormente y los estratos geológicos que delimitan la cuenca hacia abajo.

Elevación o altitud de la cuenca. Uno de los factores físicos que facilitan el análisis del movimiento del agua a una cuenca, es el estudio de la distribución de elevaciones. Estas altitudes están directamente relacionadas con la precipitación y la temperatura, siendo esta última la que ejerce mayor influencia en la evaporación, pues aumenta y disminuye la pérdida de agua.

Altitud media. Un análisis más completo de las características de la elevación media en una cuenca puede realizarse midiendo en un mapa topográfico el área abarcada de partes sucesivas de curvas de nivel; es decir, se determina el área entre una curva de nivel y siguiente, una vez medidas todas las superficies entre las diversas curvas de nivel se emplea la siguiente fórmula:

$$E = \Sigma a \cdot e / A$$

Donde

E = Elevación media

Σ = Sumatoria

a = Área entre un par de curvas de curvas de nivel dado

e = Altitud media (rango entre las curvas)

A = Área de la cuenca

Mediana de altitud. Se determina por medio de una curva hipsométrica, su valor desde el punto de vista hidrológico es más representativo, pues con él se aprecia la mitad de la superficie de la cuenca que está influenciada por relaciones determinadas entre las elevaciones y la temperatura – evaporación, por a mayor altitud será la temperatura viceversa.

Métodos para hallar la pendiente media. Esta medida se obtiene relacionando las diferentes alturas por donde pasa el río (curvas de nivel) con las distancias

recorridas en metros. Para efectos de la pendiente se tiene en cuenta la longitud del cauce principal.

Existen dos métodos para determinar la pendiente media:

Primer método

$$S = N.Z / l$$

Donde

S = Pendiente del terreno

N = Número total de curvas de nivel atravesadas por líneas en esa dirección.

l = Longitud total de las líneas en esa dirección

Z = Intervalo entre curvas de nivel

Segundo método

$$P_m = \frac{(P_1.S_1) + (P_2.S_2) + \dots (P_n . S_n)}{S_1+ S_2 + \dots S_n}$$

Donde:

P_m = Pendiente media de la Cuenca

P₁, P₂ = Pendientes medias que caracterizan a las superficies

S₁, S₂ = Superficies comprendidas entre curvas de nivel.

Si la distancia vertical es la misma sobre curvas, bastará multiplicar la longitud total de las curvas de nivel por la equidistancia y dividir este producto por la superficie de la cuenca. Para este caso la expresión de la pendiente media es:

$$P_m = D.l/S$$

Donde:

l = Distancia vertical entre las curvas de nivel

S = Área de la cuenca

D = Longitud de las curvas de nivel

Cuadro 3. Clasificación adoptada en términos descriptivos

Pendientes medias %	Relieve
0-3	Plano
3-7	Suave
7-12	Mediano
12-20	Accidentado
20-35	Fuerte
35-50	Muy fuerte
50-75	Escarpado
Mayor de 75	Muy escarpado

Fuente: HENAO S., Jesús Eugenio, 1988

Altura media. Este dato se presenta para alcanzar la meta buscada, de encontrar un coeficiente que evalúe las características del relieve y su relación con la erosión.

Se calcula teóricamente dividiendo el volumen total de relieve de la cuenca por la superficie proyectada de esta. Prácticamente se evalúa con la ayuda de la curva hipsométrica.

La altura media (OH) resulta de dividir la superficie OAB por la longitud OB.

La altura media presenta ciertos valores para caracterizar su relieve. Ella tiende en efecto, generalmente a ser tanto más grande cuando el realce se alza más por encima de la altitud mínima, porque la altitud media, es por si más elevada. Ella es al contrario, menor cuando el relieve no presenta más que pequeñas variaciones de altitudes.

$$OH = OAB/OB$$

Donde:

OH = altura media

OAB = volumen de la cuenca

OB = área de la cuenca

O = punto de altitud media

Relieve de la cuenca. Para definir el relieve de una cuenca se utilizan los siguientes índices:

Coeficiente de masividad

Coeficiente orográfico

Coeficiente de masividad de Martonne. El coeficiente de masividad de un relieve, es el cociente de la división de la altura media de este relieve por su superficie proyectada.

Este cociente da el valor de la tangente del ángulo α ; es decir, el ángulo opuesto al costado OH del triángulo rectángulo que representa la altura media de la cuenca.

Este coeficiente de masividad crece, mientras que la media del relieve aumenta y las superficies de la cuenca disminuyen. Por consiguiente, toma valores bastante grandes para cuencas muy pequeñas y montañosas; como caso típico, se disminuye para cuencas extensas con poco relieve acentuado. Aunque, se puede utilizar para medir el relieve, no permite alcanzar una cuantificación verdadera. De esa manera, el coeficiente de masividad puede ser el mismo para cuencas diferentes, donde el fenómeno de erosión no debe sufrir verdaderamente de influencias comparables por parte del relieve.

Representa la relación entre la elevación media de la cuenca y su superficie.

$$\text{tg}\alpha = h / A$$

h = Altura media de la cuenca (m)

A = Superficie de la cuenca (Km²)

Este índice toma valores altos en cuencas montañosas y son bajos en cuencas llanas

Coeficiente orográfico (C.O). Es la combinación que se efectúa entre la altura media de las cuencas y su coeficiente de masividad.

Se expresa por:

$$\text{C.O} = \text{H.tg}\alpha$$

Donde

H = Altura media de la cuenca (m)

tg α = Coeficiente de masividad

Como tal, puede caracterizar el relieve de las cuencas en un sentido más completo, evitando en gran parte los inconvenientes de los coeficientes: "Altura media" y "coeficiente de masividad".

Este coeficiente Orográfico, ha sido escogido para caracterizar el relieve de las cuencas hidrográficas e igualmente investigado con miras a la estimación cuantitativa de la degradación del suelo bajo los efectos de la acción del clima.

Entonces, la acción del clima se expresa por la relación:

$$E = 2,65 \text{ Log } P^2 / P + 0,46 \text{ Log } (\text{H. tg}\alpha - 1,56)$$

Donde:

E = Erosión (pérdida de tierra o degradación específica)

Log = logaritmo

H = altura media de la cuenca

$tg\alpha$ = Coeficiente de masividad

Localización y orientación de la cuenca. La localización geográfica de una cuenca hidrográfica incluye el grado de exposición a corrientes de aire que varían de acuerdo a la latitud y a la posición, esto significa que la localización de la cuenca determina las características meteorológicas predominantes en ella.

La orientación de una cuenca se determina de acuerdo a la dirección del río principal de la cuenca con relación al norte y su influencia está dada con respecto al movimiento del sol y las cadenas montañosas que rodean y actúan como barreras.

En general, para una cuenca orientada Norte-Sur sobre el eje de su cauce principal de drenaje, se espera una menor cantidad de horas sol diario, lo que influye directamente en una reducción de la evaporación y evo transpiración. Al contrario en cuencas orientadas, Este-Oeste, habrá una mayor duración a la exposición solar, disponiéndose entonces de una mayor cantidad de energía que incrementara la temperatura y con ella los fenómenos de evaporación y evo transpiración.

4.2.2.2 Métodos de análisis morfométricos de la red de drenaje de la cuenca.

Uno de los inconvenientes al estudiar el proceso del ciclo hidrológico, en una cuenca, es la falta de información cuantitativa de los factores climáticos e hidrológicos, ya que esta información requiere la instalación y mantenimiento de estaciones costosas.

Ante la imposibilidad de dotar a todas las cuencas hidrográficas, de dichas estaciones se han desarrollado métodos indirectos para la estimación de regímenes de caudales con base en análisis morfo métricos de las redes fluviales.

Forma. La forma de un sistema corresponde a la distribución o arreglo geométrico de los tributarios que integran la red hidrográfica. El estudio cuantitativo de dichas características ha sido intentado por varios investigadores, entre ellos: Gravelius, Horton y Schumm.

Morfometría Hidrográfica. Es el estudio de la disposición de los cauces, de las corrientes fluviales y de las redes del drenaje, mediante índices numéricos que lo definen.

Sistemas de drenaje. Se llama sistema de drenaje, el arreglo o distribución de los ríos, quebradas o arroyos, que se han venido formando a través de los años en la corteza terrestre.

Sistemas de drenaje según Schumm. Schumm da el orden número 1, al escurrimiento menor, ósea, aquel que no pasa de ser tributario o talweg elemental, el río de segundo orden se forma de la unión de dos afluentes de primer orden. A la confluencia de dos cursos de segundo orden, comienza un río de tercer orden, que puede, el mismo tener otros afluentes de segundo y tercer orden, etc.

Clasificación según Horton. Este autor tuvo el merito de precisar la noción de “red hidrográfica”, por medio de índices numéricos. El escurrimiento de primer orden aquel que carece de tributarios, el primer orden corresponde, pues, talweg elemental el cual es la base de la iniciación del escurrimiento concentrado. Un talweg es de segundo orden si el recibe al menos uno, o varios tributarios, del primer orden.

Horton llama talweg de tercer orden, al curso de agua que le confluyen uno o varios afluentes de segundo orden, pero él puede recibir directamente afluentes de primer orden y así sucesivamente hasta la corriente principal de la cuenca considerada que posee, pues el orden más elevado.

Ley de Horton del número de ríos. es la segunda ley de Horton. Dice que para una cuenca determinada el número de ríos de cada orden, forman una serie geométrica inversa cuyo primer término es la unidad y la razón es la relación de confluencias es decir, la relación del número total de ríos de un cierto orden a la de los ríos, de orden inmediatamente superior.

Ley de longitudes medias de los ríos. En una cuenca determinada las longitudes medias de los ríos de cada orden forman una serie geométrica directa cuyo primer término es la longitud media de los talwegs elementales de la cuenca y la razón es la relación de longitud "rL". Es decir, la existente entre la longitud media de los ríos de un orden dado y la de los ríos del orden inmediatamente inferior.

Tercera ley de horton, cálculo de la densidad de drenaje. Las cuencas descritas habitualmente como caracterizadas por una red suelta o densa, según estén sueltos o concentrados los cursos de agua.

Se considera la noción de densidad de drenaje para caracterizar cuantitativamente la red hidrográfica de la cuenca, además, aclara el grado de relación entre el tiempo de red de drenaje y la clase escurrimiento en la hoya.

La densidad de drenaje (Dd), es la relación de la longitud de todos los ríos de una cuenca con su superficie. El total de cursos de agua está dado por la suma de las longitudes de los talweg de cada orden encontrado en la cuenca.

Calculo práctico de la ley de drenaje. El primer paso que se sigue para este tipo de cálculo es la clasificación de los ríos. En seguida se fijan los diferentes parámetros que determinan la densidad de drenaje a saber:

S = orden del río principal

LI = longitud media del primer orden

rb = relación de confluencia

rl = relación de longitud

P = relación de rl / rb

A = área de la cuenca

Frecuencias de Talwegs de la cuenca. Esta dada por la relación entre el número de ríos de un orden dado y el orden de la cuenca.se utiliza la siguiente fórmula:

$$F_x = N_x / A.$$

Donde:

N_x = número de ríos de un orden dado

A = área de la cuenca

Se dice que una red hidrográfica es densa, cuando tiene una densidad de drenaje superior a 2,5km sobre kilómetro cuadrado, con una frecuencia F1 de varias unidades y una cuenca muy mal drenada, tiene una densidad de drenaje de algunas decimas de Km/kilometro cuadrado y un F de algunas centésimas; ocurre en formaciones permeables y masivas.

Superficie umbral de escurrimiento. Es el área mínima necesaria para que haya un gasto total que produzca escurrimiento concentrado. El escurrimiento concentrado, ocurre cuando hay una descarga mayor que permite el desplazamiento de material grueso, lo cual facilita la excavación del talweg.las aguas tienen entonces suficiente energía como para excavar un lecho y profundizarlo con cada lluvia sucesiva.

Factores que influyen en el coeficiente de escurrimiento al conformar la superficie umbral

- * La intensidad de los aguaceros o importancia del escurrimiento
- * La pendiente de la superficie del suelo, la cual influye sobre el escurrimiento
- * La naturaleza de los suelos y de las rocas, las cuales determinan la permeabilidad, factor que debe ser relacionado con la intensidad de las lluvias.
- * La densidad y las características de la cobertura vegetal influyen en la concentración de la esorrentía.

Grado de Inclinación. El grado de inclinación que presenta una corriente de agua ofrece ayuda para la deducción de la velocidad alcanzada por la misma.

Para calcular este dato generalmente se divide el desnivel entre el punto de desagüe y el de su nacimiento, sobre la distancia recorrida.

Se calcula la altura del triángulo dividiendo el área comprendida por el perfil, sobre la longitud del río, la altura así obtenida viene a ser el desnivel más aproximado que presenta el río; entonces la pendiente media más precisa de la corriente está dada por la fórmula:

$$P_m = H / L$$

Donde:

P_m = pendiente media

H = altura media

L = longitud del río

4.2.3 Tipos de drenaje. Los estudios realizados con los sistemas de drenaje, han permitido diferenciar cierto número de éstos, basados exclusivamente en su

forma, lo cual ha dado lugar a una clasificación de éstos en patrones y modificaciones de los mismos.

Existen patrones de drenaje organizados por ríos, quebradas, etc. “Erosionales” y patrones de drenaje originados por ríos, quebradas, etc. “De posicionales”.

Patrón de drenaje erosionales: Los patrones de drenaje erosionales son:

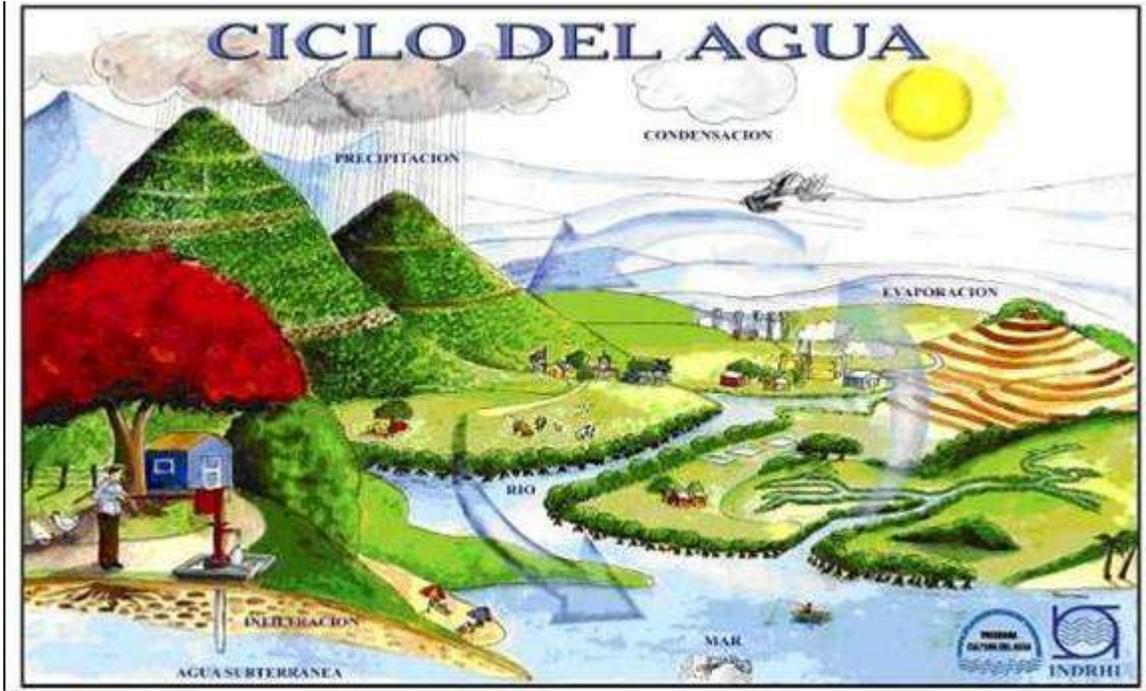
- | | |
|------------------|----------------|
| a) Dendrítico | e) Radial |
| b) Subdendrítico | f) Anular |
| c) Paralelo | g) Enrejado |
| d) Subparalelo | h) Rectangular |

4.2.4 Ciclo hidrológico. El ciclo hidrológico se podría definir como el proceso que describe la ubicación y el movimiento del agua en nuestro planeta. Es un proceso continuo en el que una partícula de agua evaporada del océano vuelve al océano después de pasar por las etapas de precipitación, escorrentía superficial y/o escorrentía subterránea.

El concepto de ciclo se basa en el permanente movimiento o transferencia de las masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como entre sus diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido) (figura 2). Este flujo de agua se produce por dos causas principales: la energía Solar y la gravedad¹⁰.

¹⁰Linsley, Ray K., et.al. (1998) Hidrología para ingenieros [online]. Segunda edición. Bogotá: McGraw-Hill, pág. 1-2. [Consultado febrero, 2013] Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/103814232/Hidrologia-para-Ingenieros-LINSLEY-KOHLER-y-PAULHUS>

Figura 2. Componentes del ciclo hidrológico



Fuente: <http://comunidadplanetaazul.com/agua/aprende-mas-acerca-del-agua/ciclo-del-agua/>

Importancia del ciclo hidrológico. El ciclo hidrológico es muy importante para estudiar el agua y la influencia que nosotros podemos tener en ella desde la precipitación sobre la tierra hasta el regreso de esta, bien sea a la atmosfera o a los océanos. Este ciclo sirve para destacar cinco fases básicas: precipitación, evaporación y transpiración, escorrentía superficial, interceptación y aguas subterráneas.

La naturaleza parece trabajar demasiado para producir lluvias torrenciales que hacen crecer los ríos en exceso. En otras ocasiones, la maquinaria del ciclo parece detenerse completamente y con ella la precipitación y la escorrentía. En zonas adyacentes las variaciones del ciclo pueden llegar a ser bastante diferentes. Estos efectos extremos de crecientes y sequias, producen grandes pérdidas económicas por la merma en los cultivos, inundaciones, etc. y cuando llegan a casos extremos obligan a menudo a la construcción de grandes obras hidráulicas

para la protección contra los efectos perjudiciales de estos extremos. Si el hombre es previsor y maneja racionalmente los recursos, sin duda estos datos se podrán atenuar; la explicación y medición de estos extremos climáticos se encuentran en las ciencias de la meteorología y la climatología y deben ser comprendidos por todos, al menos de una forma rudimentaria.

Así pues, el funcionamiento de una cuenca se basa en los principios del ciclo hidrológico y la relación que este tiene con los suelos y las plantas. De ahí la importancia de su estudio.

El balance de agua para una cuenca. El ciclo hidrológico es sumamente importante en el manejo de una cuenca, por cuanto esto representa su contabilidad hidrológica, es decir, las pérdidas y las ganancias de agua, las cuales se determinan a través de la siguiente ecuación de balance:

$Q = P - D \pm AR$, donde

Q = Es el escurrimiento en el período considerado, (una semana, un mes, un año, etc.)

P = Es la precipitación

AR = Es el cambio de la cantidad de agua almacenada en la cuenca entre el principio y el fin del período (el cambio de las reservas).

D = Son las pérdidas de agua de la cuenca, que no aparecen como escurrimiento o sea las pérdidas por interceptación (I), Evaporación (E), y Transpiración de las plantas (T) siendo entonces:

$D = (I + E + T)$, entonces la fórmula de balance o ecuación de balance, será:

$Q = P - (I + E + T) \pm AR$

Este cambio puede ocurrir en cualquiera de las siguientes clases de almacenamiento:

1. Almacenamiento de la superficie (lagos, represas, nieve).
2. Almacenamiento de la retención del suelo (humedad del suelo).
3. Almacenamiento del agua freática.

Estudio de los componentes del ciclo hidrológico

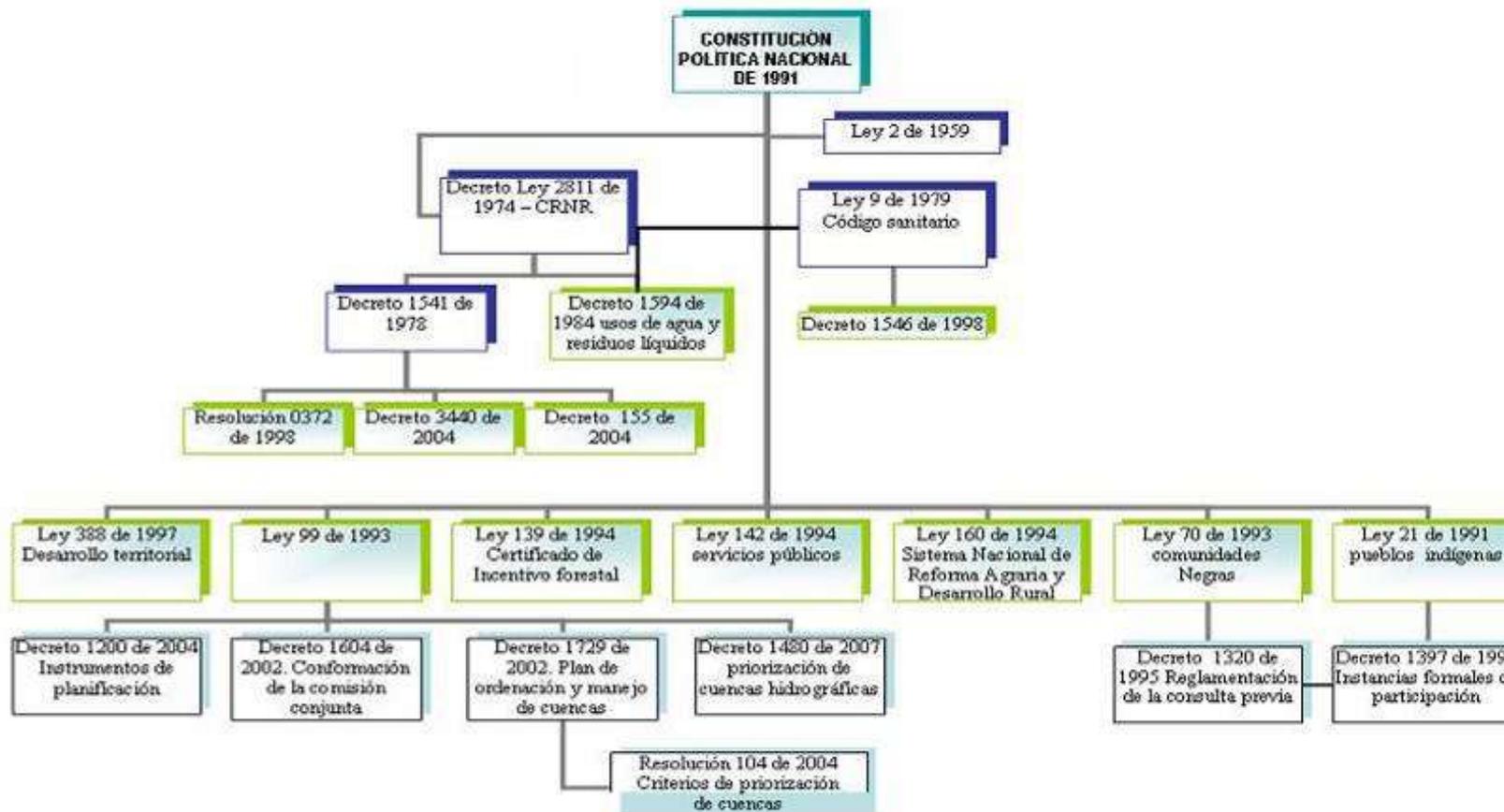
Los componentes del ciclo hidrológico son:

- La precipitación
- La interceptación
- El escurrimiento superficial
- El agua del suelo:
 - la infiltración
 - la percolación
 - el agua freática
- La evaporación
- La evapotranspiración

3.3 MARCO LEGAL

La normatividad vigente para la ordenación y el manejo de cuencas hidrográficas se resumen en la figura 3.

Figura 3. Marco normativo general para el ordenamiento de cuencas hidrográficas



Fuente: Ideam con base en la normatividad vigente

3.4 MARCO CONCEPTUAL

Agroforestería: la agroforestería como un uso agropecuario ambientalmente sostenible, se convierte en una alternativa para lograr la reconversión de áreas agrícolas y ganaderas que presentan problemas de sostenibilidad productiva.

Agropecuaria tradicional: actividades desarrolladas en los cultivos agrícolas y explotaciones pecuarias, con poca rentabilidad, sin tecnología adecuada y bajas condiciones sociales; básicamente la realizada por las comunidades campesinas, con fuertes restricciones en espacio, economía y mercadeo.

Agropecuaria intensiva: comprende las actividades agrícolas y pecuarias de alto grado de tecnificación, manejo y comercialización de la producción. Contempla cultivos semestrales limpios y densos mecanizados, como algodón, sorgo, arroz, soya, ajonjolí y maíz, así como cultivos perennes de frutales con un buen manejo u alta tecnificación: papaya, cítricos, guanábana, mango.

Amenaza: es el peligro latente que representa la posible ocurrencia de un evento catastrófico de origen natural o tecnológico, en un tiempo y en un área determinada.

Bosque protector: áreas de aptitud forestal en las que se debe mantener la cobertura de bosques naturales o plantadas. Solo se permite el aprovechamiento de sus frutos secundarios.

Bosque protector - productor: áreas de aptitud forestal en las que se debe mantener la cobertura de bosques naturales o plantados. El bosque puede ser aprovechado siempre y cuando se mantenga su función protectora.

Bosque productor: áreas de aptitud forestal en las que se debe mantener la cobertura de bosques naturales o plantados. El bosque puede ser aprovechado (de manera sostenible) para obtener productos forestales (maderable) que se comercialicen o consuman.

Conservación: sistema complejo de medidas tendientes a obtener el empleo racional, el mantenimiento y la restauración de los recursos naturales y la protección del medio natural contra la contaminación y otros deterioros. Diccionario de la naturaleza

Cuenca: unidad de territorio donde las aguas fluyen naturalmente conformando un sistema interconectado, en la cual interactúan aspectos biofísicos, socioeconómicos y culturales.

Desarrollo Sostenible: es el proceso mediante el cual se usan los recursos naturales renovables, sin afectar las condiciones abióticas y bióticas que garanticen su renovabilidad y aprovechamiento permanente

Evaluación de la demanda del recurso: examina el uso del agua con base en los recursos físicos y evalúa el consumo por sectores, ayudando así a determinar los recursos financieros disponibles para la gestión del recurso hídrico.

Evaluación del Impacto Ambiental (EIA): analiza las implicaciones sociales y ambientales de los programas y proyectos de desarrollo. La EIA es una herramienta importante para la integración transectorial involucrando a los encargados de desarrollar proyectos, administradores del agua, tomadores de decisión y al público.

Evaluación del impacto social: examina cómo las estructuras institucionales y sociales afectan el uso y la gestión del agua, o cómo un proyecto específico puede afectar las estructuras sociales.

Evaluación del riesgo: examina la amenaza por ocurrencia de eventos extremos como inundaciones, incendios, desertificación y sequías, etc., y la vulnerabilidad de la población, la infraestructura y el sistema financiero frente a dichos eventos.

Manejo integral de los recursos naturales: la actividad ordenada y planificada que lleva a cabo el hombre en un área y/o ecosistema de especial importancia ambiental, para el aprovechamiento óptimo y sostenido de sus recursos naturales renovables de tal forma que se refleje en el bienestar social y económico de la comunidad asentada en el área y de la población en general de influencia del ecosistema.

Mejoramiento: es la acción orientada a lograr cambios favorables de determinadas unidades territoriales socio ambientales.

Ordenación de una cuenca: proceso de planificación, permanente, sistemático, previsorio e integral adelantado por el conjunto de actores que interactúan en y con el territorio de una cuenca, conducente al uso y manejo de los recursos naturales de una cuenca, de manera que se mantenga o restablezca un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura y la función físico biótica de la cuenca.

Planificación: Es el conjunto de acciones que se estructuran organizadamente a través del Estado con el propósito de garantizar una mayor eficiencia y eficacia de las inversiones públicas.

Plan de Manejo: ejecución de programas y proyectos específicos concertados y socializados dirigidos a conservar, preservar, prevenir el deterioro y restaurar la cuenca hidrográfica.

POMCH: plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.

Protección de los recursos naturales: acciones consagradas al mantenimiento de la diversidad biológica a perpetuidad, así como de los recursos naturales y los recursos culturales asociados en áreas naturales de especial significancia ambiental, las cuales son manejadas a través de medios jurídicos u otros medios eficaces. Este tipo de estrategia se reconoce como conservación “in situ” es decir, en medios silvestres y naturales, garantizando los procesos de desarrollo evolutivo, genético y regulatorio.

Sistemas silvoagrícolas: son los que combinan la agricultura y los bosques, permitiendo la siembra, la labranza y la recolección de la cosecha junto con la remoción frecuente y continuada del suelo, dejándolo desprovisto de una cobertura vegetal permanente en algunas áreas, pero dejando el resto cubierto por árboles en forma continua y permanente, tales como: café con sombrío, frijol y maíz con nogal cafetero, yuca con eucalipto, tomate de árbol con gusano, cacao con món coro.

Sistemas silvopastoriles: uso de la tierra que apoyan el desarrollo sostenible de la ganadería a través de arreglos armónicos, donde “simultáneamente en un espacio determinado y ordenando los árboles crecen asociados con ganado, en arreglos espaciales o secuenciales en el tiempo, interactuando económica y ecológicamente. Entre las formas más destacadas de silvopastoreo, se destaca mezclado en el espacio árboles en potreros, producción de madera leña o frutos, fuente de ramoneo de sombra y refugio para el ganado, mejoramiento de los

potreros debajo de los árboles; pastoreo en plantaciones forestales y localización en el espacio: cercas vivas y banco de proteína.

Unidad hidrológica: se da el nombre de unidad hidrológica a la cuenca que tiene menos de 5Km² de área.

Zonificación Ambiental: modelo de ocupación del territorio que tiene en cuenta las políticas ambientales de orden nacional, regional y local, las cuales permiten establecer zonas homogéneas para definir tratamientos y reglamentación de uso y manejo adecuado de los suelos para una utilización concertada de los recursos naturales y de los sistemas de producción en el marco de la sostenibilidad.

5. PROCESOS METODOLOGICOS.

5.1 LOCALIZACIÓN¹¹

La unidad hidrológica Quebrada El Tejar pertenece a la hoya hidrográfica del Municipio de Carcasí, el cual está localizado al oriente del Departamento de Santander, a una distancia de la capital de Bucaramanga de 197Km (figura 4).

Figura 4. Localización geográfica del municipio de Carcasí en Santander



Fuente: <http://www.carcasi-santander.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mlxx-1-&m=m#Elmunicipioeneldepartamento>

¹¹Administración Municipal (2003). Esquema de Ordenamiento territorial: Dimensión espacio funcional. Carcasí, Santander: Planeación municipal, pág. 253-254.

El municipio de Carcasí tiene una extensión aproximada de 261.78Km², de los cuales el 1.6% es de clima medio, el 23% de clima frío y el 74.8% de páramo. Limita: por el oriente con los municipios de Chiscas (Boyacá), y Macaravita; por el occidente con los municipios de Enciso y Concepción, por el norte con el municipio de Concepción y por el sur con el Municipio de San Miguel. Carcasí se encuentra dividido por 12 veredas (Bávega, Buenavista, Centro, Páramo, Petaquera, Quebrada Honda, Ropejo, San Jacinto, San Luis, Sáucara, Sirguaza y Victarigua). Con el corregimiento llamado el Tobal, que posee una inspección de Policía Municipal (figura 5).

Figura 5. División política de Carcasí



Fuente: <http://www.carcasi-santander.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mmxx-1-&x=1363754>

Siguiendo en orden descendente la unidad hidrográfica Quebrada El Tejar corresponde a la gran cuenca río Magdalena la cuenca del río Sogamoso, la sub cuenca del río Chicamocha y las micro cuencas del río Servita que a su vez recibe las aguas de los ríos Tunebo Alto, Petaquero, Ollera, Tunebo Bajo y las quebradas El Colmillo y Supari.

La quebrada El Tejar se encuentra dentro de la micro cuenca del Rio Tunebo parte baja, ubicada geográficamente en la vereda centro del municipio Carcasí Santander. La unidad hidrológica limita al nororiente con la vereda Victarigua, al occidente con la vereda Buenavista.

Coordenadas geográficas

Parte alta N 762258 W 734345

Parte media N 762295 W 733645

5.2 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio desarrollado en este proyecto fue de carácter exploratorio y descriptivo. Exploratorio porque el objetivo fue examinar la problemática existente en el manejo de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar, aspecto que no había sido abordado antes.

El objetivo de la investigación descriptiva consistió en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, procesos y personas que interactúan diariamente en el área de la unidad hidrológica y la forma en que sus actos inciden favorable o desfavorablemente en los recursos bosque, suelo y agua. Mediante la recolección de datos en campo, análisis y procesamiento se obtuvo una descripción detallada de las fases de aprestamiento, diagnóstico y formulación.

5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

5.3.1 Población. Esta hizo referencia al total del área de la unidad hidrológica que corresponde a 3,5km², según el Plan de desarrollo del municipio 2012 – 2015, la población total es de 5.715 habitantes, de los cuales 1083 hacen parte de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar, representando el 19% de la población.

5.3.2 Muestra. La muestra seleccionada para la toma de datos correspondió al 19% del total de la población.

$$m = 1.083 * 19\% = 205,77$$

206 habitantes que a su vez corresponden a 45 familias (27 del sector urbano y 18 en el área rural), de acuerdo a información directa suministrada por el SISBEN, en el municipio las familias están conformadas por 4,6 integrantes en promedio; razón por la cual se aplicaron 45 encuestas (anexo A).

5.4 METODOLOGIA PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENACIÓN DE LA UNIDAD HIDROLÓGICA

Él proceso se llevó a cabo para el cumplimiento de los objetivos descritos en este proyecto, se planteó en cinco fases metodológicas siguiendo la guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas, para formular un plan de ordenación viable para la unidad hidrológica.

1. APRESTAMIENTO
2. DIAGNÓSTICO
3. PROSPECTIVA
4. FORMULACIÓN
5. INFORME FINAL

5.4.1 Fase de aprestamiento. Con base en los objetivos planteados, se determinó esta fase, la cual consistió en planificar los talleres a realizar con la comunidad beneficiaria de la unidad hidrológica, se consideró: presentación e inducción, capacitación, conformación del Consejo de Cuenca y proceso de identificación y confrontación de criterios de gestión y desarrollo, análisis institucional e identificación de problemas, jerarquización, determinación de causas y efectos, construcción de escenario futuro deseado y preparación del diagnóstico.

Adicionalmente se desarrollaron actividades como la recopilación, revisión, valoración y análisis de información secundaria correspondiente a la zona de estudio. La cartografía se obtuvo del IGAC complementándola con fotografías aéreas e información del EOT del municipio, y demás material bibliográfico referente al proyecto. Se realizó una valoración de la cartografía general del departamento y el municipio donde se analizó el área de estudio; se delimitó el área de influencia de la unidad hidrológica, así mismo se efectuó la zonificación del área estudiada, tomando como base las características físicas de la Quebrada El Tejar, para con ello establecer los mapas referenciados en el diagnóstico. Se concluyó con la formulación del plan de trabajo como documento de referencia para las acciones de ordenación y manejo de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar; siendo de gran utilidad para:

1. Establecer el objetivo de la ordenación en el contexto más amplio del manejo de micro cuencas, enfatizando el recurso hídrico.
2. Integrar a la población en el proceso de ordenación mediante la participación comunitaria en todas sus fases.
3. Planificar el uso y manejo sostenible de los recursos naturales de la unidad hidrológica, mediante el diseño y ejecución de programas y proyectos dirigidos a conservar, preservar, prevenir el deterioro y restaurar la unidad hidrológica.

4. Implementar el desarrollo de métodos prácticos formulados de acuerdo a las realidades específicas de cada situación local en la unidad hidrológica.
5. Motivar el seguimiento y evaluación de los procesos de ordenación de la unidad hidrológica por parte de la comunidad involucrada.

5.4.2 Fase de diagnóstico. En esta fase se realizó un análisis interpretativo de la realidad para identificar las características y condiciones de los componentes físicos, biológicos, socioeconómicos y ambientales del área objeto de estudio, esto se llevó a cabo mediante la recolección de información primaria directa en el campo, conversatorios, socialización y participación al inicio y final con las personas que usufructúan el recurso hídrico de la Quebrada El Tejar, talleres de capacitación y sensibilización con la comunidad, adicional se aplicaron encuestas para determinar el estudio socio económico (anexo A).

Después de haber realizado la recopilación de los datos de campo y una vez verificados, a medida que se realizaba el diagnóstico, se reformaron los siguientes mapas para la unidad hidrológica quebrada El Tejar a escala de 1:25000:

Mapa base

Mapa geológico

Mapa geomorfológico

Mapa de pendientes

Mapa hidrológico

Mapa de zonas de vida

Mapa de suelos

Mapa de uso actual del suelo

Mapa uso potencial del suelo

Mapa uso de conflictos

5.4.2.1 Componente físico: integrado por, análisis morfométrico, hidrográfico, geológico, geomorfológico y climatológico.

* **Análisis morfométrico.** Una de las herramientas más importantes en el análisis hídrico es la morfometría, permitió establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico de la unidad; se determinaron las características físicas: área, forma, sistema de drenaje, orden de los cauces, pendiente del cauce, pendiente de la cuenca, elevación, elevación media, tiempo de concentración, factor forma, coeficiente de compacidad, índice de alargamiento, índice asimétrico.

De acuerdo al análisis realizado a las fotografías aéreas No. 000157, 000158 IGAC C-2503 y a la cartografía existente del municipio de Carcasí (EOT), se determinó la morfometría de la unidad hidrográfica Quebrada El Tejar.

- **Área.** Se delimitó por medio de una línea imaginaria teniendo en cuenta la topografía del terreno (las partes más altas a su alrededor) la cual se encerró el área de influencia, se calculó mediante software AutoCAD.

- **Perímetro:** se obtuvo trazando una línea imaginaria en la cual encierra el área de influencia de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar.

- **Longitud axial:** se determinó calculando la distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano de la unidad hidrológica.

- **Ancho promedio.** Se calculó dividiendo el área entre la longitud axial de la unidad hidrológica. $A.P = \text{Área} / \text{Long. Axial}$

- **Forma de la cuenca.**

Factor forma (Ff): Se obtuvo dividiendo el ancho promedio el ancho promedio entre la longitud axial de la unidad hidrológica. $Ff = \text{Ancho promedio} / \text{longitud axial}$

- **Coefficiente de compacidad (Kc):** Se determinó dividiendo el perímetro de la cuenca entre el perímetro de un círculo de igual área que la de la cuenca. $Kc = P / 2\sqrt{\pi \times A}$

- **Otros índices de forma.**

Índice de alargamiento (Ia): Se obtuvo relacionando la longitud más grande de la cuenca con el ancho mayor. $Ia = L / 1$.

Índice de homogeneidad (Ih): se obtuvo relacionando el área de la cuenca con la de un rectángulo que tiene por eje mayor la longitud máxima de la unidad hidrológica y por eje o lado menor el ancho máximo de la cuenca. $Ih = S / Sz$

Índice asimétrico (Ad): se obtuvo comparando la relación de las superficies entre la vertiente más extensa y la menos extensa. $Ad = A V \text{ max} / A V \text{ min}$

- **Relieve.** Es de gran importancia puesto que el relieve de una cuenca tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma; con carácter general podemos decir que a mayor relieve o pendiente la generación de escorrentía se produce en lapsos de tiempo menores. Los parámetros de relieve principales son: pendiente media del cauce (J), pendiente media de la cuenca (j), curva hipsométrica, histograma de frecuencias altimétricas y altura media (H).

Pendiente media del cauce (j). Es la relación existente entre el desnivel altitudinal del cauce y su longitud.

$$j = \frac{H}{L} \quad \text{ó también } j = \frac{DA}{L}$$

Donde:

h, DA = desnivel altitudinal (km)

L, L = longitud del cauce en km.

Pendiente media o promedio de la cuenca (J). Se calcula como media ponderada de las pendientes de todas las superficies elementales de la cuenca en las que la línea de máxima pendiente se mantiene constante; es un índice de la velocidad media de la escorrentía y, por lo tanto, de su poder de arrastre o poder erosivo.

$$j = 100 \frac{\sum L_i \cdot E}{A}$$

Donde:

J= pendiente media de la cuenca

L_i= Longitud de cada una de las curvas de nivel (km)

E= Equidistancia de las curvas de nivel (km)

A= superficie de la cuenca (km²)

Curva hipsométrica. La curva hipsométrica relaciona el valor de la cota en las ordenadas, con el porcentaje del área acumulada, en las abscisas; para su construcción se grafica con excepción de los valores máximos y mínimos de cota hallados, los valores menores de cota de cada nivel de intervalo de clase con su correspondiente área acumulada. Al valor de la cota mayor encontrada corresponde el cero por ciento del porcentaje de área acumulada; al valor de la cota mínima encontrada corresponde el cien por ciento del porcentaje de área acumulada. La curva hipsométrica representa, entonces el porcentaje de área acumulado igualado o excedido para una cota determinada.

Histograma de frecuencias altimétricas. Es la representación de la superficie, en km² o en porcentaje, comprendida entre dos cotas, siendo la marca de clase el promedio de las alturas. La representación de varios niveles da lugar al histograma, que puede ser obtenido de los mismos datos de la curva hipsométrica. Realmente la curva hipsométrica y el histograma contienen la misma información pero con una representación diferente, dando una idea probabilística de la variación de la altura en la cuenca.

Altura media (H). La altura media, H, es la elevación promedio referida al nivel de la estación de aforo de la boca de la cuenca. Constituye un criterio de la variación territorial del escurrimiento resultante de una región, el cual, da una base para caracterizar zonas climatológicas y ecológicas de ella. Este valor puede ser calculado usando la curva hipsométrica o el histograma de frecuencias altimétricas. La estimación por una media aritmética ponderada en el caso del histograma, o de la curva hipsométrica calculando el área bajo la curva y dividiéndola por el área total

$$H = \frac{V}{A}$$

Donde,

V = volumen comprendido entre la curva y los ejes (m³)

S = superficie de la cuenca en m²

* **Hidrología.** En este parámetro se tuvieron en cuenta los componentes que hacen parte del ciclo hidrológico como son:

- **Precipitación:** Para el análisis de la distribución de la precipitación de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar del municipio de Carcasí se utilizó información directa obtenida por tres pluviómetros artesanales distribuidos en la parte alta,

media y baja de la unidad hidrológica; para la construcción de los pluviómetros artesanales se colocó un cilindro de 19cm de altura por 16cm de diámetro, un trozo de madera de 1mt con una superficie metálica con imán para sostener el cilindro y facilitar la toma de datos; la medición de precipitación se realizó mediante una probeta de 10mm (figuras 6 y 7).

Figura 6. Pluviómetros artesanales



Figura 7. Toma de datos para cálculo de la precipitación



- **Intercepción:** la intercepción como la precipitación se midió en milímetros y se calculó teniendo en cuenta que la precipitación bruta se puede medir por medio de pluviómetros colocados en lugares abiertos. El agua que atraviesa las copas se midió por medio de pluviómetros artesanales colocados bajo los árboles para medir el agua que resbala por los troncos por medio de collarines colocados abrazando los troncos¹².

Para llevar a cabo la estimación de la intercepción en la unidad hidrológica Quebrada El Tejar, se realizó en 1ha. del bosque homogéneo de mangle ó loqueto (*Escallonia pendula*) por ser predominante en el área objeto de estudio; se construyó un pluviómetro artesanal de 19cm de altura por 16cm de diámetro, un

¹²HENAO S., J. E. Op. Cit.

trozo de madera de 1m con una superficie metálica con imán para sostener el cilindro y facilitar la toma de datos de la precipitación de sobrepasaba la copas de los arboles, para el agua que resbala por los trocos se ubico un frasco plástico de 3 litros con una canal para que facilitara la recolección del agua (figura 8).

Figura 8. Medición del escurrimiento del agua por el tronco



Para la medición de la interceptación se utilizó una probeta de 10mm utilizada en las estaciones meteorológicas; se tuvieron que elaborar unas probetas construidas a escala para la respectiva toma de datos.

Para determinar la interceptación se utilizó la siguiente fórmula¹³:

$$I = P - (Ac+At)$$

Donde:

I = Interceptación

P = Precipitación total o bruta

Ac = Agua que sobrepasa la copa de los árboles y que llega al suelo

At= Agua que resbala por los troncos

- **Infiltración:** para la medición de la infiltración se tuvo en cuenta factores como: el tamaño de los poros no capilares, el contenido de materia orgánica, el tipo de suelo, la textura, estructura, contenido de humedad, la vegetación. Para las pruebas de infiltración se utilizó el método de cilindros concéntricos, se zonificó homogéneamente de acuerdo al uso de suelo (presencia de pastos, rastrojos, cultivos, vegetación); se hicieron calicatas y fueron enterrados a 18cm tres cilindros de 19cm de altura por 16cm de diámetro, colocándolos distribuidos a una distancia de 5m x 5m x 5m en triángulo, cada cilindro con una abertura de 4cm x 4cm x 4cm, para facilitar la infiltración de agua del terreno al cilindro (figura 9); permitiendo medir durante un período de tiempo el flujo de agua a través de la superficie del suelo (figura 10).

¹³Ibid

Figura 9. Cilindros adecuados para medir la infiltración



Las pruebas de infiltración se realizaron en un período de precipitación constante, implementando el infiltrómetro de regadera, donde se aplicó un rocío a una velocidad determinada mayor que la capacidad de infiltración. La capacidad de infiltración de la unidad hidrológica El Tejar se obtuvo siguiendo la siguiente fórmula:

$$V_i = D_h \times 60 / t$$

Donde:

V_i = Velocidad de infiltración

D_h = diferencia de altura del agua en mm

t = diferencia de tiempo 60 min / 1 hora

Figura 10. Prueba de infiltración



- **La evapotranspiración:** se determinó mediante ecuaciones utilizando variables de temperatura, viento, diferencia de presión de vapor, topografía y características de la superficie.

Evapotranspiración potencial. La evapotranspiración potencial se define como las pérdidas máximas de agua que puede tener un suelo cubierto de vegetación si tuviera en todo momento la humedad suficiente para suplir esta demanda. Las tasas de evapotranspiración están relacionadas a varios factores climáticos, siendo la temperatura el más importante.

Se calculó mediante la fórmula que involucra los diferentes elementos meteorológicos; para este caso se utilizó la fórmula de Thornthwaite, una de las recomendadas por la FAO.

$$ETP = 1.6(10T/I)^a$$

Donde:

ETP: evapotranspiración en mm.

I: índice calórico, constante para la región dada y es la suma de 12 índices mensuales i , donde i es función de la temperatura media normal mensual [$i: (t/5)^{1,514}$].

T: temperatura media mensual (no normal) en °C

a: exponente empírico, función de I

$$a = 0,675 \times I^3 \times 10^{-6} - 0,771 \times I^2 \times 10^{-4} + 0,01792 \times I + 0,49239$$

Donde:

$$i = (tm/5)^{1,514}$$

$$I = 87,54$$

tm = temperatura media

i = índice de calor

Los datos sobre excedentes y déficit de agua se pueden inferir comparando las cifras de precipitación mensual y las de la evapotranspiración potencial mensual.

Las tasas de evaporación se pueden obtener de lecturas en cuerpos controlados de agua abierta. Aunque la transpiración es producto de la evaporación de superficie de las hojas, sus tasas dependen de la disponibilidad de agua del suelo así como de los rasgos estructurales y funcionales de las plantas ya que estas están afectadas por la luz.

- **Escorrentía:** es la cantidad de agua de una tormenta, que drena o escurre sobre la superficie del suelo, donde influyen varios factores, superficie del suelo, intensidad de las lluvias, porcentaje de humedad del suelo, pendiente y el micro relieve, ya que la escorrentía es una resultante de la acción simultánea de ellos.

- **Caudales:** Estos datos se determinaron mediante la realización de aforos en temporada de invierno y verano en la parte baja de la unidad hidrológica. Dado por la fórmula:

$$Q = V \times A$$

Se utilizó el método de aforo aproximado para la estimación de caudales; área - velocidad empleando flotadores. Este método consistió en medir una determinada área de la quebrada (figura 11) teniendo en cuenta los siguientes pasos:

* Se ubicó una parte recta dentro del cauce para la realización del respectivo aforo.

* Se definieron las distancias localizadas aguas arriba y aguas abajo del cauce principal, ello se hizo a través de verticales referidas a las márgenes en las que se midió profundidad y velocidad (figura 11).

* Se utilizó como método de flotador un pin pon, el cual consistió en soltarlo en el punto de partida definido en el cauce para determinar el tiempo en que tardaba en sobrepasar la distancia propuesta.

* Se determinaron así áreas parciales y velocidades medias para la se determinación de caudales cuya sumatoria arroja el caudal total.

Figura 11. Proceso medición de caudales



Para la determinación de la velocidades se tomó el tiempo en que tardaba el flotador (pin pon) en llegar desde el punto de inicio hasta un punto final a una distancia determinada, se repitió este procedimiento varias veces para descartar datos erróneos.

El caudal se determinó mediante la siguiente fórmula: (Q)

$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \text{velocidad media de la sección (m/s)}$

$\text{Area promedio de la sección en (m}^2\text{)}$

$\text{Velocidad en (m/s)} = \text{longitud (m)}/\text{tiempo (seg)}$

$A1 = (b.a) / 2$

$A2 = (\text{base mayor} + \text{base menor}) / 2 \times \text{altura (figura 28)}$

P = profundidad

- **Análisis calidad del agua.** Se tomaron dos muestras de agua, una en la parte alta y la otra en la parte media de la unidad hidrológica (figura 12), para enviarlas a analizar en el laboratorio de la Empresa de Servicios Públicos de Málaga (“ESPM”).

- **Almacenamiento del agua en el suelo.** Para el cálculo de almacenamiento del agua en el suelo en términos de porcentaje, se tomó una muestra de suelo húmedo, se seco a una temperatura ambiente (figura 13); el porcentaje de agua contenido en el suelo se obtuvo dividiendo el peso de la muestra húmeda en el peso de la muestra seca y este resultado es multiplicado por 100.

Figura 11. Toma muestras de agua



Figura 12. Toma de muestra para el cálculo de almacenamiento del agua en el suelo



Hidrogramas. Para la elaboración del hidrograma se tomaron los datos en tiempo real registrados en un aguacero uniforme en la unidad hidrológica quebrada El Tejar, para determinar el comportamiento y disponibilidad del recurso hídrico.

En este caso registraron datos de precipitación en el mes de abril de 2013 por ser el mes que presentó un período de lluvia constante, para obtener la precipitación de dicho aguacero y a la vez la toma de caudales en la estación de aforo de salida de la unidad hidrológica.

Se tomaron datos del caudal antes, durante y después del aguacero, en la estación de aforo de salida de la micro cuenca, se elaboró el histograma correspondiente al período del aguacero.

Hidrograma unitario. Este método es utilizado para determinar el caudal producido por una precipitación en la unidad hidrológica, en la cual puede variar dependiendo su duración, volumen precipitado, intensidad y su distribución espacial.

Este se cálculo de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Se determinó el tiempo unitario (TU), para este caso se tomó un período de tiempo de 13 horas (780 minutos)
2. Se determinó el volumen total precipitado (VTP), para el cálculo del hidrograma que identifica la descarga el cual se obtuvo el hidrograma unitario de la unidad hidrológica.
3. Se determinó el volumen total del hidrograma de escurrimiento directo, los datos del caudal obtenidos para la crecida producida por el período de lluvia, se

realizo la separación del flujo base y la lamina de escurrimiento directo producido en el período de lluvia.

Cálculo del hidrograma unitario. Se procedió a construir un hidrograma unitario a partir de los datos de precipitación y de caudales referentes a una lluvia de intensidad razonablemente uniforme y sin implicaciones resultantes de lluvias anteriores o posteriores. Se calculo de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Se separó el flujo base de escorrentía directa, mediante el trazado de una línea entre el punto que marca el inicio de la escorrentía superficial y el punto de la curva de recesión donde el flujo empieza a ser aproximadamente constante.

Para la elaboración del hidrograma unitario, el cual representa un hidrograma típico para la unidad hidrológica, se obtuvo teniendo en cuenta como primer paso el separar el flujo base de la escorrentía directa.

Al obtener la línea del flujo base se calculó la escorrentía directa representada para la diferencia entre la descarga obtenida cada hora y el flujo base calculado mediante la línea AB; esta línea se construye proyectando hacia atrás la línea de recesión del agua subterránea hasta un punto bajo el punto de infección del limbo descendente. Posteriormente se traza un segmento arbitrario ascendente desde el punto de ascenso del hidrograma hasta conectarse con la recesión antes proyectada.

2. Se determinó la lámina de escurrimiento directa en cm, al multiplicar la escorrentía directa por la duración de la lluvia efectiva en segundos y posteriormente dividir este resultado entre el área de la unidad hidrológica y multiplicarla por 100 el resultado para determinar la lamina de escurrimiento en cm.

3. La creación de la ordenada unitaria se dividió la esorrentía directa entre la sumatoria de la lámina de agua en el período de tiempo evaluado, está a su vez se grafica para obtener el hidrograma unitario.

* **Clima.**

- **Temperatura.** La temperatura media se determinó mediante el termómetro de máxima y mínima (figura 14), se tomaron datos tres veces al día y se promediaron para obtener el valor promedio diario, igualmente se determinó la temperatura media mensual.

Figura 14. Termómetro de máximos y mínimos



* **Geología.** El conocimiento de la geología de la cuenca reviste gran importancia, como elemento que tiene profunda influencia en los resultados de las actividades humanas, especialmente en la construcción de obras de infraestructura, tales como: carreteras, puentes, represas, edificaciones, etc. Este conocimiento conlleva el estudio litológico de la cuenca, que comprende conocer la naturaleza, composición, textura y propiedades de las rocas. En la identificación

y descripción de las diferentes unidades geológicas se debe hacer énfasis en los grados de estabilidad geológica de las mismas.

* **Geomorfología.** El estudio de la geomorfología de la cuenca puede ayudar a la definición del potencial, y de las limitaciones que se derivan de las formas del terreno. En este sentido, se deben identificar los diferentes paisajes presentes en la cuenca, y localizar y describir los procesos geomorfológicos que se están dando en la misma.

Las geoformas son todas aquellas figuras sólidas terrestres (marina, submarina y continental), originadas y moldeadas sobre la corteza terrestre por agentes endógenos (tectonismo, magmatismo) o exógenos (agua, viento). El término “geoformas” encierra, entonces, toda la variedad del relieve existente sobre la Tierra, como: montañas, volcanes, valles, terrazas aluviales, ciénagas, glaciares, playas, dunas, entre otras.

5.4.2.2 Componente biológico

* **Suelo:** Es un criterio de gran importancia en la ordenación de cuencas hidrográficas por lo cual se realizó el respectivo análisis de suelo, de la zona de estudio tomando parámetros de perfil, textura, estructura, profundidad efectiva, análisis físico químico y usos.

- **Perfil del suelo.** Para la determinación del perfil del suelo se escogieron tres sitios, tomando como referencia las unidades de suelo presentes en la parte alta, media y baja de la unidad hidrológica, realizando unas calicatas para hacer su respectiva identificación (figura 15), corresponde a la exposición vertical de una porción superficial de la corteza terrestre que incluye todas las capas que han sido alteradas edafológicamente, durante el período de formación del suelo y también las capas más profundas que influyeron en la formación de ese suelo.

- **Determinación profundidad efectiva.** Se determinó una profundidad directamente en el campo interpretando detalles de relieve con presencia de roca visible; utilizando una barra, se cavo hasta encontrar la parte rocosa.

Figura 15. Calicatas para determinación de perfiles de suelo



- **Determinación de la textura.** Se realizaron dos pruebas de textura, una en la parte alta de la unidad hidrológica y otra en la parte baja por el método de determinación manual¹⁴, se tomó una muestra, se desintegró y se humedeció ligeramente (figuras 16 y 17); luego se procedió a realizar los siguientes pasos:

- Comprimir una muestra tratando de formar una bola.

¹⁴PARENT, Guy et al (1990). Guía de planificación de unidades familiares de producción. Bucaramanga: CDMB – ACDI y ROCHE, p. 29.

- Rodar entre las manos para hacer un cordón del tamaño de un cigarrillo.
- Apretar el cordón entre los dedos para hacer una lámina larga y delgada.
- Encorvar el cordón en forma de anillo.
- Alisar una o dos veces con una navaja a una bola ligeramente seca.
- Frotar un pedazo de muestra entre los dedos.
- Probar con los dientes y la lengua.
- Al finalizar este procedimiento se determinó la textura

▪ **Figura 16. Determinación textura prueba 1: parte alta de la unidad hidrológica quebrada El Tejar**

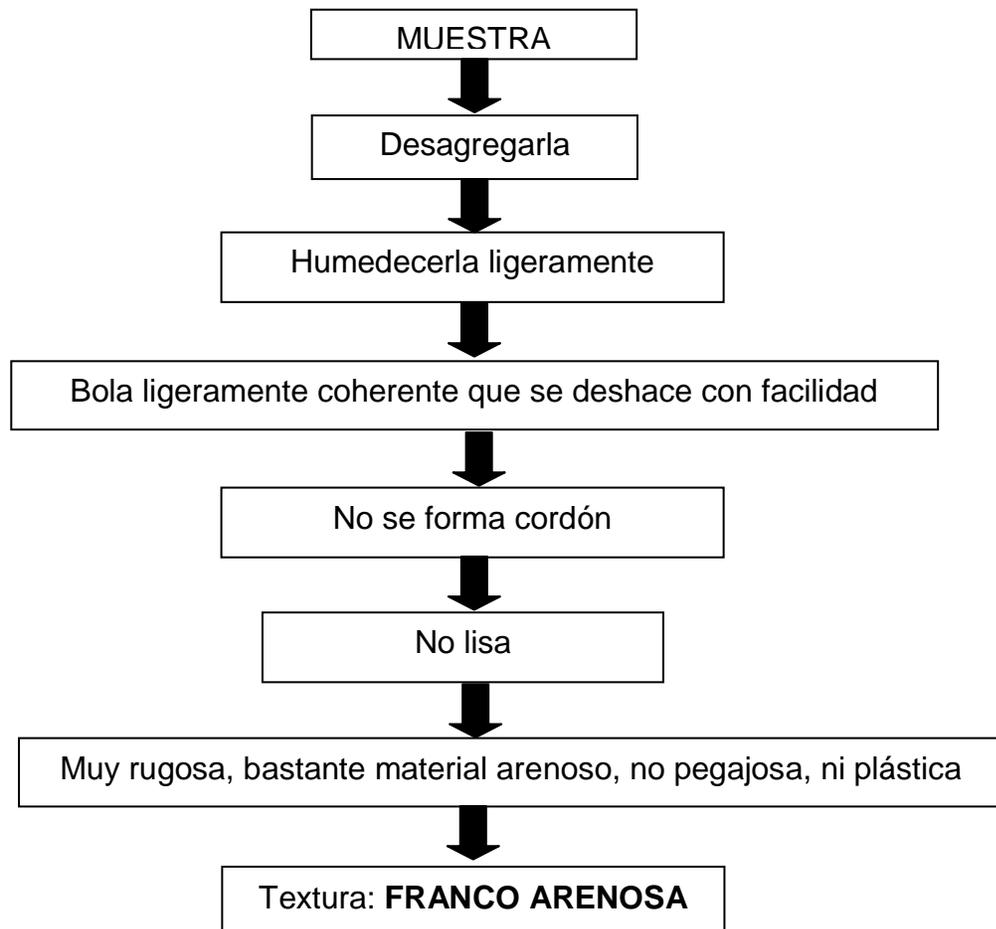
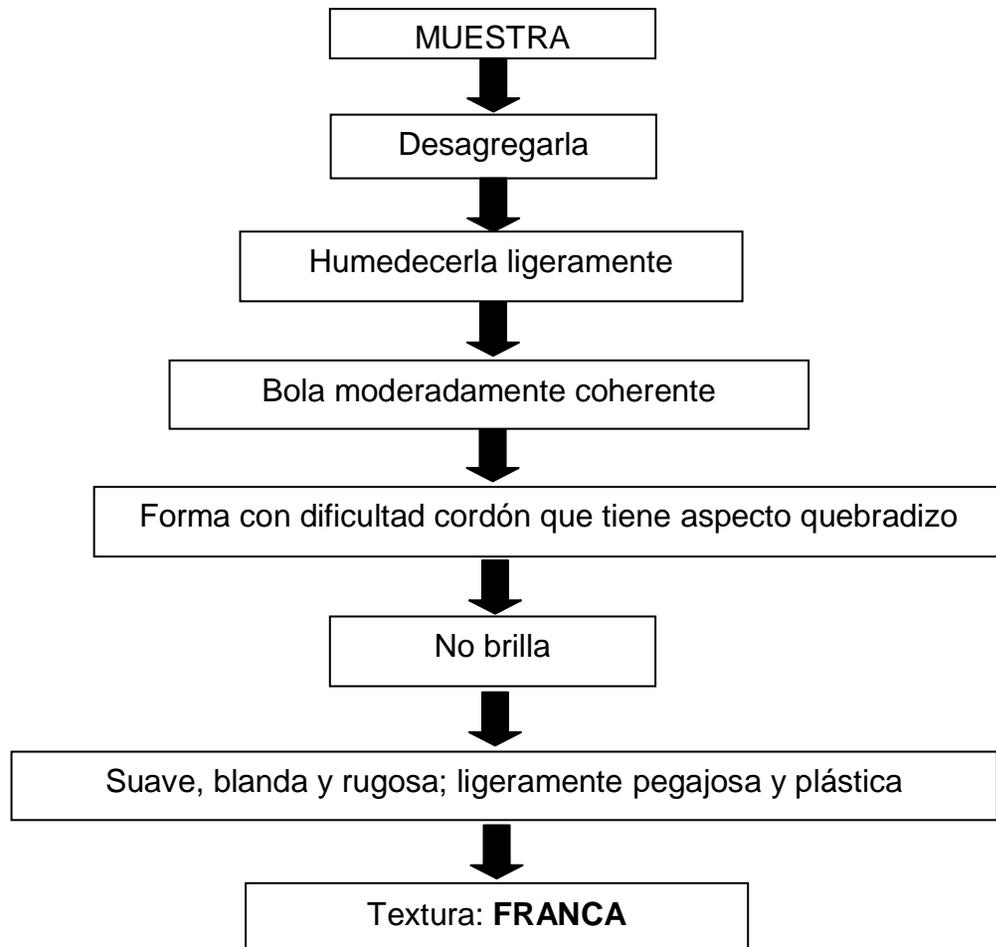


Figura 17. Determinación textura prueba 2: parte baja de la unidad hidrológica quebrada El Tejar



- Análisis físico químico del suelo de la unidad hidrológica quebrada El Tejar

Toma de muestras: Se tomaron dos muestras de suelo, una en la parte alta y otra en la parte baja de la unidad hidrológica para su respectivo análisis. Para cada unidad de muestreo se tomó una muestra compuesta, formada por varias submuestras recogidas aleatoriamente dentro del área de estudio. Esta técnica de muestreo, para que sea válida, se realizó teniendo en cuenta que el suelo dentro de cada unidad fuera homogéneo.

Se usó una salpa pica con la cual se hizo un hueco a 50cm de profundidad, y luego se tomo con una pala una muestra de suelo de una porción de las paredes del hoyo para transferirlo al balde (figura 18).

Figura 18. Toma de muestras de suelo primera fase



Una vez obtenidas las sub muestras se mezclaron para obtener la muestra principal objeto de estudio, se sacaron piedras, raíces gruesas, lombrices e insectos de la muestra de suelo para secarla a una temperatura ambiente. Posteriormente se transfirió 1Kg. de suelo a una bolsa plástica limpia, sellándola e identificándola para enviarlas al laboratorio químico de suelos de la universidad industrial de Santander para su respectivo análisis.

Al tomar las muestras del suelo, se tuvo especial cuidado para obtener una muestra lo más representativa del suelo en cuestión; así, durante el muestreo se evitó fumar, comer, o manipular otros productos (cal, fertilizantes, cemento, etc.) para evitar la contaminación de la muestra y obtener resultados falsos. No se tomaron muestras cerca de los caminos, canales, viviendas, linderos, establos, saladeros, estiércol, estanques o lugares donde se almacenan productos químicos, materiales orgánicos, o en lugares donde hubo quemas recientes; se

evitó utilizar bolsas o costales donde se hubieran empacado productos químicos, fertilizantes, cal o plaguicidas (figura 19).

Figura 19. Toma de muestras de suelo segunda fase



- **Usos del suelo:** se determinó el uso actual, uso potencial y conflicto de suelo, corroborando mediante visitas y observación directa, la información adquirida en los archivos de la dependencia de planeación del municipio.

* **Vegetación y ecología:** El análisis de estos dos parámetros existentes dentro de la unidad hidrológica se realizó con la utilización de fotografías aéreas, en cuanto a la clasificación ecológica se hizo por zonas de vida según Holdrige y se complementó con las salidas de campo a la zona de estudio. Se realizó una descripción florística de las especies presentes, (Familia, nombre científico, nombre vulgar). Análisis de la estructura horizontal de la vegetación. Se

evaluaron parámetros de frecuencia absoluta, frecuencia relativa, abundancia absoluta, abundancia relativa, coeficiente de mezcla, y la estructura vertical.

- **Análisis estructural del bosque.** Las características estructurales del bosque son un aspecto muy importante para conocer su dinámica y especialmente para definir su estructura y composición.

La estructura horizontal se hizo con el fin de evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque, se evaluaron a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (**I.V.I.**)

Debido a este factor la importancia de hacer el análisis y evaluación de las características estructurales y su dinámica del bosque de la unidad hidrológica para determinar las posibilidades de utilización, bien sea en aspectos de producción, conservación o regulación.

Para la realización del inventario y obtención de la información de campo se utilizó muestreo sistemático con parcelas en fajas continuas al azar que consistió en la elaboración de unidades de muestreo de igual longitud con medidas de 10 por 10 metros (transeptos); en total se establecieron 10 transeptos, para un total de área de muestreo de 1000m². El análisis estructural se hizo con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría en la asociación.

- **Determinación de la abundancia:** para la determinación de la abundancia se tuvo en cuenta el número de individuos por ha y por especie en relación al número total de individuos.

Se diferenci6 la abundancia absoluta (n6mero de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporci6n de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema) (Lamprecht, 1990).

Para la determinaci6n de la abundancia absoluta se tuvo en cuenta la siguiente f6rmula:

Abundancia absoluta (Aba) = n6mero de individuos por especie con respecto al n6mero total de individuos encontrados en el 6rea de estudio (n_i)

Abundancia relativa (Ab%)

$$Ab\% = (n_i / N) \times 100$$

Donde:

Abundancia relativa (Ab%)

n_i = N6mero de individuos de la i 6sima especie

N = N6mero de individuos totales en la muestra

- **Determinaci6n de la frecuencia:** se determin6 el n6mero de parcelas en la que aparecía cada especie, en relaci6n al total de parcelas inventariadas, existencia o ausencia de la especie en cada parcela.

La frecuencia absoluta (FrA) se determin6 mediante la siguiente f6rmula

$$FrA = (F_i / F_t) \times 100$$

La frecuencia relativa (Fr%) se determin6 mediante la f6rmula:

$$Fr\% = (Fr_{Ani} / Fr_{At}) \times 100$$

Donde:

F_i = Frecuencia absoluta de la i ésima especie

F_t = Total de las frecuencias en el muestreo

- **Determinación de la dominancia:** para determinar la dominancia se utilizó las áreas basales debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste, ya que la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resultaba muy difícil de realizar.

La dominancia absoluta se obtuvo mediante la sumatoria de las áreas basales de los individuos de cada especie sobre el área especificada y expresada en metros cuadrados y la dominancia relativa se obtuvo mediante la relación expresada en porcentaje entre la dominancia absoluta de cada especie y el total de las dominancias absolutas de las especies consideradas en el área inventariada.

Las dominancias se determinaron mediante la siguiente fórmula:

Dominancia absoluta (D_a)

$$D_a = G_i / G_t$$

Donde:

G_i = Área basal en m^2 para la i ésima especie

G_t = Área basal en m^2 de todas las especies

Dominancia relativa ($D\%$)

$$D\% = (D_{aS} / D_{aT}) \times 100$$

Donde:

D_{aS} = Dominancia absoluta de una especie

D_{aT} = Dominancia absoluta de todas las especies

Determinación de la dominancia (I.V.I). Formulada por Curtis & Mc Intosh (1951)

Se calculó para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa, lo cual permitió comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque.

- **Cociente de mezcla (CM):** se obtuvo relacionando el número de especies y el número de individuos totales. El cual nos indica la homogeneidad o heterogeneidad del bosque,

El cociente de mezcla (CM) se determinó por la siguiente fórmula:

$$C.M. = \frac{S}{N} \left(\frac{S}{S} \right)$$

Donde:

S = Número total de especies en el muestreo

N = Número total de individuos en el muestreo

Se hizo mayor énfasis en el recurso bosque con el fin de realizar su respectivo análisis y formular el plan de manejo para recuperar las zonas degradadas, y proteger los recursos como el suelo, el agua, la fauna, el aire.

Se realizó la clasificación del bosque dependiendo los siguientes criterios:

Plantaciones

Bosque natural

* Cerrado:

1. No alterado
2. Alterado
3. Seminatural
 - a. Latifoliadas
 - b. Coníferas
 - c. Bambúes/palmas
 - d. Mixto

* Abierto

1. No alterado
2. Alterado
3. Seminatural
 - a. Latifoliadas
 - b. Coníferas
 - c. Bambúes/palmas
 - d. Mixto

* **Fauna:** Para realizar el diagnóstico de la fauna existente en la zona se elaboraron algunas preguntas incluidas dentro de la encuesta, y se verificaron los datos aportados por los habitantes mediante observación directa, información secundaria, se incluyó la clasificación taxonómica (familia, género, nombre vulgar y nombre científico) de las especies encontradas.

5.4.2.3 Componente socioeconómico. La identificación, conocimiento y análisis de las características socioeconómicas de la población, busca definir la estrategia más adecuada en la gestión ambiental local, orientada a la ordenación y manejo integral de la unidad hidrológica quebrada El Tejar para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la oferta de bienes y servicios del recurso agua para la zona y la moderación en el manejo de la fuente hídrica.

Se entiende por factor socioeconómico la relación existente entre lo social y lo económico, buscando la forma como la población utiliza los recursos naturales. Para la determinación de este aspecto se utilizaron encuestas, entrevistas, visitas de campo a los habitantes de la unidad hidrológica, información secundaria, EOT, secretaría de planeación municipal para evaluar aspectos como:

Educación

Salud

Vivienda

Sistema de producción

Actividad social (organización comunitaria, recreación etc.)

Se realizó la clasificación tenencia de la tierra teniendo en cuenta los siguientes criterios según la FAO

1. De propiedad pública:
 - De propiedad estatal
 - Pertenecientes a otras instituciones públicas.
2. Pertenecientes a pueblos indígenas y tribales
3. De propiedad privada
 - Pertenecientes a individuos
 - Pertenecientes a industrias forestales
 - Pertenecientes a otras instituciones privadas

5.4.2.4 Componente ambiental. Se realizó con las salidas de campo donde se analizaron todos los aspectos relacionados con la causa de impacto ambiental dentro de la unidad hidrológica, estos impactos que pueden ser causados por el hombre en sus labores diarias o por la misma naturaleza.

La evaluación de los impactos ambientales se realizó mediante la matriz propuesta en la empresa pública de Medellín (EPM), donde se analizaron los siguientes componentes: agricultura, ganadería, extracción de madera leña y vías, que generen impactos ambientales dentro de la zona de estudio.

5.4.3 Prospectiva. Con base en los resultados del diagnóstico, en esta etapa se diseñaron los escenarios técnico económicos futuros para el uso coordinado y sostenible de los componentes suelo, agua, flora y fauna presentes en la unidad hidrológica (IDEAM, 2004).

En la fase de prospectiva, se llevaron a cabo los subprocesos necesarios para la definición y construcción de escenarios y los lineamientos de política de manejo ambiental, para finalizar con la participación activa de la comunidad beneficiaria del recurso hídrico mediante la asistencia a los talleres teórico práctico, permitiendo con ello construir una concertada visión de futuro y una identificación de su papel en la consecución de las metas en él, se construyeron metas a corto, mediano y largo plazo para la solución de los problemas identificados en el diagnóstico.

5.4.4 Formulación del plan de ordenación. Para la realización del plan de ordenación antes de ser formulado y puesto en práctica requiere de una etapa de diagnóstico en el cual se estudian los diferentes aspectos del medio biofísico, económico, social, industrial y administrativo, con el fin de comprender la realidad de la región estudiada y poder formular las alternativas realistas para la solución de los problemas.

Las características básicas sobre las cuales se requiere información detallada para efectuar el diagnóstico y poder formular el plan son:

1. Características generales y biofísicas del área: comprenden una descripción general del área de estudio, la descripción de la geología, suelo, estudios detallados de erosión, vegetación, el paisaje rural con fines escénicos y de recreación y la protección de refugios florísticos y faunísticos.
2. Las condiciones sociales y la estructura económica.
3. La estructura administrativa actual, programas en curso.
4. La cartografía, fotografía
5. Diagnóstico general del área.

Una vez efectuado el diagnóstico general del área a desarrollar se está en condiciones de trazar el plan para corto, mediano y largo plazo; el cual contiene el conjunto integrado de medidas correctoras de dichos desajustes y la forma en que participaran las diferentes entidades regionales en la instrumentación del plan; es decir, en la organización, coordinación, programación y puesta en marcha de estas actividades.

El siguiente es el contenido de un plan de ordenación y manejo de cuencas, tomado y adaptado de CATIE 2006. (Centro Agronómico Tropical De investigación y Enseñanza)

1. Justificación
2. Visión integral y estructura del plan
3. Objetivos
4. Estrategias del plan
5. Las líneas estratégicas del Plan
6. Programas y proyectos

6. ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 FASE DE APRESTAMIENTO

La fase de aprestamiento, entendida como la divulgación del proceso, sensibilización y alistamiento de materiales, equipos y capital humano necesarios para implementar el plan de ordenación, se dirigió para informar e involucrar a la comunidad beneficiaria del recurso agua, con el fin de lograr su participación.

6.1.1 Identificación de actores. Los actores que intervienen directamente con la unidad hidrológica quebrada El Tejar, son del sector público y privado; el sector público representado por el señor Alcalde, el secretario de planeación, auxiliar de unidad de servicios públicos y representante de la CAS (éste último hace presencia tan solo para efectos de concesión de aguas); el sector privado conformado por la comunidad beneficiaria en sus diferentes roles (amas de casa, comerciantes, minifundistas y estudiantes).

6.1.2 Situación jurídica del recurso agua. Además de la Administración municipal, de las unidades familiares que se benefician del recurso hídrico quebrada el Tejar, tan solo el 11% tienen concesión de agua de la corriente, de acuerdo a los archivos de la CAS en la Resolución No 00000070 11 de abril de 2008, los que a continuación se relacionan.

NOMBRE	EXPEDIENTE
DEMETRIO DURAN SUAREZ	No 0364-05
WILSON GÓMEZ	No 296-06
HUGO GÓMEZ	No 0261-06

6.1.3 Socialización con la comunidad. La participación de la sociedad civil es un aspecto inherente a la gestión ambiental de cuencas, y para que sea efectiva

requiere de una sociedad bien informada, con conocimientos claros sobre la problemática ambiental y sus consecuencias en su calidad de vida; se realizaron visitas informales para dar a conocer la propuesta y extender la invitación a una reunión.

Se desarrolló un encuentro de carácter informativo (figura 20), que buscó principalmente dar a conocer a la comunidad el plan de ordenación y manejo, aspectos relevantes del mismo; se concreta con los asistentes la realización de próximos encuentros, estableciendo compromisos que garantizaran la participación activa en este proyecto; de igual manera se les da a conocer la metodología a utilizar en el proceso de elección y conformación del Consejo de la unidad hidrológica, se establece la fecha y lugar para en la próxima reunión proceder a la conformación del mismo.

Figura 20. Socialización con la comunidad



Una vez realizada la priorización de unidad hidrológica, en común acuerdo con los diferentes sectores sociales del municipio como son campesinos, comerciantes, líderes comunitarios, con la presencia de entidades estatales como la Alcaldía Municipal y sus dependencias y con la asistencia del autor del proyecto, se planeó capacitar a la comunidad beneficiaria del recurso hídrico.

6.1.4 Conformación del consejo de la unidad hidrológica. Como mecanismo para garantizar la participación comunitaria en el proceso de construcción del plan de ordenación y manejo de la unidad hidrológica, se convocó para la conformación de un grupo de personas con capacidad de concertación, planificación y toma de decisiones en materia ambiental.

Dentro de los factores que interfirieron y afectaron este proceso, se encontró la poca participación de la población en procesos democráticos y comunitarios, manifestada en actitudes como apatía, desinterés e indiferencia antes los diversos procesos y acciones que se realizan a nivel local; el autor del proyecto, trabajó arduamente en el cambio de mentalidad de la comunidad, resaltando la importancia de la preservación y uso racional de los recursos naturales; así de las 27 familias, hicieron presencia a la reunión de conformación del consejo 19 representantes; por su parte la administración municipal asistió en su totalidad (3 personas reconocidas como actores del sector público).

Se procedió a la elección del Consejo, quedando conformado por: el autor del proyecto, los 3 actores del sector público y 4 representantes de la comunidad (el presidente de la Junta de acción comunal, un representante del sector comercial, un representante del sector agropecuario y un estudiante) (anexo B).

6.1.5 Capacitación a la comunidad beneficiaria de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar. La educación permite soportar el proceso físico y ambiental en forma coherente y duradera, de tal manera que puedan generarse efectos

integradores y de sinergia al dar soporte a programas de mejoras de la cuenca en contextos tales que la educación permita que las obras de infraestructura y de intervención ambiental se sostengan en el tiempo. También está dirigida a la organización de los habitantes alrededor de su entorno, permitiendo dar crecimiento a los esfuerzos que se inicien con recursos pequeños o medianos; en segunda instancia, dar a conocer el enfoque hacia la normatividad y el control permite que la política pública esté orientada al desarrollo humano y a que las condiciones territoriales se dirijan hacia la vida y la convivencia.

6.1.5.1 Objetivos. Se establecen dos objetivos de capacitación para el logro de la meta propuesta con el trabajo.

Sensibilizar a la comunidad beneficiaria sobre la importancia del uso racional, la conservación y preservación del recurso hídrico.

Socializar con la comunidad la problemática existente, para hacerlos partícipes en el planteamiento de alternativas de solución como base para la formulación del plan de ordenación y manejo de cuencas.

6.1.5.2 Desarrollo. Si la comunidad no se encuentra preparada para la participación no se logran los resultados esperados; los procesos deben inspirar el apoderamiento para generar los beneficios de sostenibilidad, organización ciudadana y mejoramiento comunal. El bajo compromiso ciudadano conlleva a implementar acciones anteriores a la participación con estrategias que motiven la asistencia al proceso participativo. Aunque se pueden encontrar otras dificultades, como la realidad rural frente al apoyo de instituciones, el tipo de escolaridad en el grupo, la escasez de recursos y de propuestas económicas, los intereses de la comunidad, la posibilidad de institucionalizar el proyecto después de su ejecución y las dificultades inherentes al tratar de involucrar a toda la comunidad; por ello, se empleó para el ciclo de capacitaciones la metodología investigación acción

participativa (IAP), apoyada del constructivismo; se organizaron dos grupos, el primero con personas mayores, dedicadas a la actividad agrícola y pecuaria para darles orientación sobre el manejo adecuado del recurso hídrico (figura 21); el segundo grupo fue con estudiantes del SAT y el SENA (figura 22), con quienes se implementó la parte práctica como descontaminación de la unidad hidrológica.

Figura 21. Grupo de adultos partícipes del ciclo de capacitación



Figura 22. Grupo de estudiantes partícipes del ciclo de capacitación



Se tomó la decisión de integrar el grupo de estudiantes por cuanto la comunidad directamente beneficiaria del recurso hídrico de la unidad hidrológica, estaba reacia a la participación e integración; la información y la educación son claves para la creación de una nueva cultura en el manejo de las cuencas hidrográficas; mientras la comunidad no entienda su rol respecto al uso del agua, los proyectos que se emprendan hacia su conservación tienden a no tener continuidad y las inversiones se pueden perder; aprovechando el potencial de sus habitantes, en su mayoría jóvenes, la sensibilización puede lograr que la valoración del agua, cambie a medida que el usuario reconozca su valor colectivo y adicionalmente contribuya a su sostenibilidad.

6.2 FASE DE DIAGNÓSTICO

El diagnóstico permitió definir la situación actual de la unidad hidrológica y abordar de manera integral las situaciones conflictivas, potenciales y las restricciones ambientales y brinda la posibilidad de identificar entre ellas sus relaciones de causa-efecto.

6.2.1 Componente físico

6.2.1.1 Análisis morfométrico. Se calcularon las características morfométricas en base al mapa base (figura 23).

*** Área**

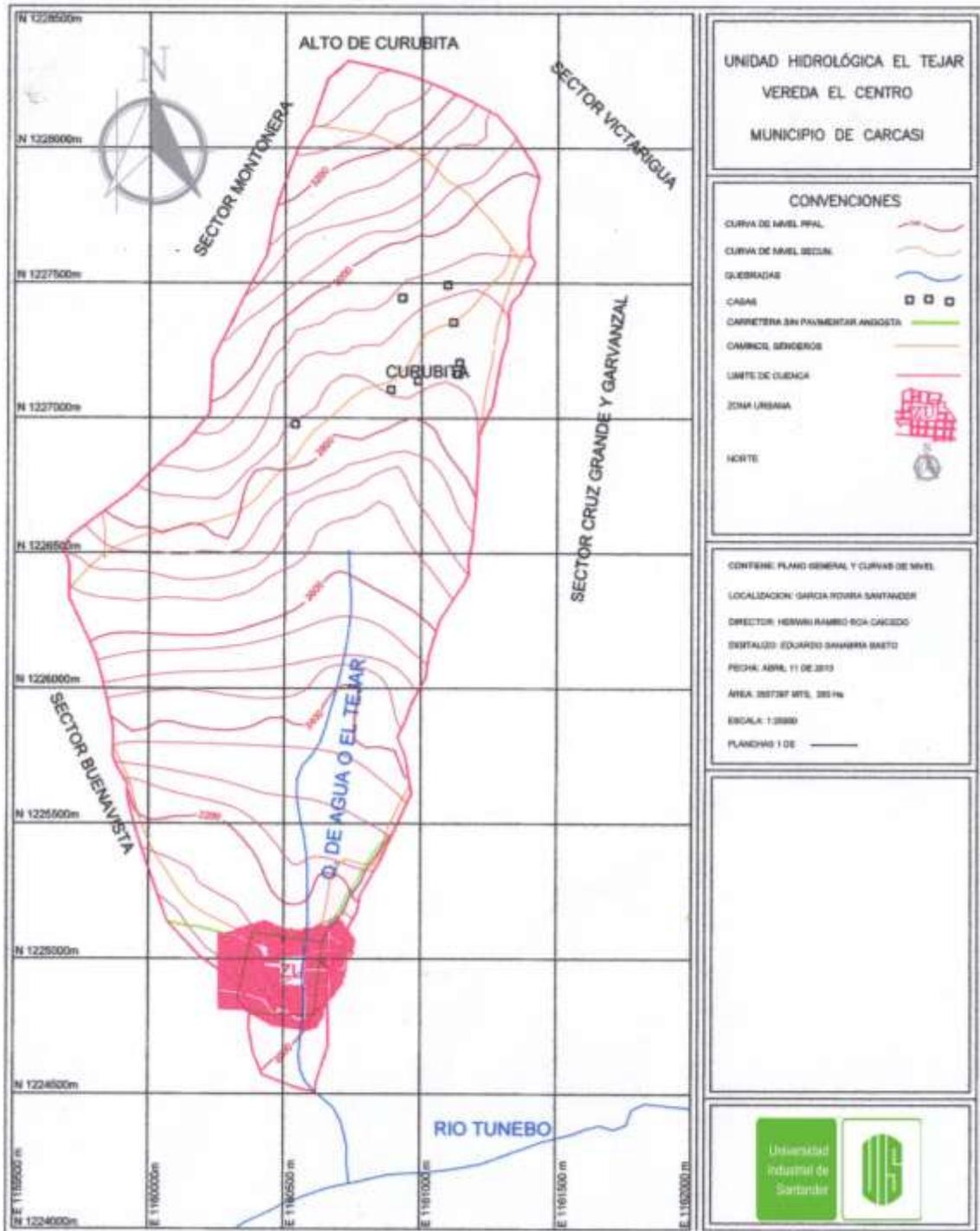
Área total unidad hidrológica Quebrada El Tejar municipio de Carcasi

3.50 Km²

350 Ha

Por poseer un área menor a 5Km² de acuerdo a Germán Eduardo Gavilán se clasifica como unidad hidrológica.

Figura 23. Mapa base



* **Perímetro = 8.99Km**

* **Longitud axial:** La longitud axial de la unidad hidrológica Quebrada el Tejar es 3.81 Km

* **Ancho promedio**

$$A.P = 3.50\text{Km}^2/3.81\text{Km}$$

$$A.P = 0.91\text{Km}$$

Donde AP es el ancho promedio

La unidad hidrológica en su área de recepción y canal de desagüe tiene un ancho promedio igual a 0.91Km

* **Forma de la cuenca.**

Factor forma (Ff):

$$Ff = \text{Ancho promedio}/\text{longitud axial}$$

$$Ff = 0.92\text{Km}/3.81 \text{ Km}$$

$$Ff = 0.23$$

Siendo el factor de forma igual a $0.23 < 1$, o sea un factor forma bajo, se deduce que la unidad hidrológica El Tejar es alargada con baja susceptibilidad a las avenidas.

* **Coefficiente de compacidad (Kc):**

$$Kc = P/2\sqrt{\pi} \times A$$

$$Kc = 8.99\text{Km}/2 \sqrt{\pi} (3.50\text{Km}^2)$$

$$Kc = 1.35$$

Corresponde a la clase 2; $Kc = 1.35$ que va de 1 a 1.50, por lo tanto la unidad hidrológica El Tejar tiene una forma oval redonda a oval oblonga, con tendencia a ocurrencia de avenidas.

* **Otros índices de forma.**

Índice de alargamiento (Ia):

$$Ia = L/1$$

$$Ia = 3.81\text{Km} / 1.50\text{Km}$$

$$Ia = 2.54$$

Por ser el largo más amplio que el ancho máximo en la unidad hidrológica El Tejar se demuestra que el Índice de alargamiento es igual a 2,54. Concluyendo que la unidad hidrológica es alargada y su forma se asemeja a la de un rectángulo, su Talweg principal es alargado.

Índice de homogeneidad (Ih):

$$Ih = S / Sz$$

$$Ih = 3.50\text{Km}^2 / 3.46\text{Km}$$

$$Ih = 1.01$$

Con este dato se complementa el resultado del análisis que se dedujo por el índice de alargamiento es decir la unidad hidrológica Quebrada El Tejar presenta la forma de un rectángulo.

Índice asimétrico (Ad):

$$Ad = A V \text{ max} / A V \text{ min}$$

$$Ad = 1.98\text{Km} / 1.52\text{Km}$$

$$Ad = 1.30$$

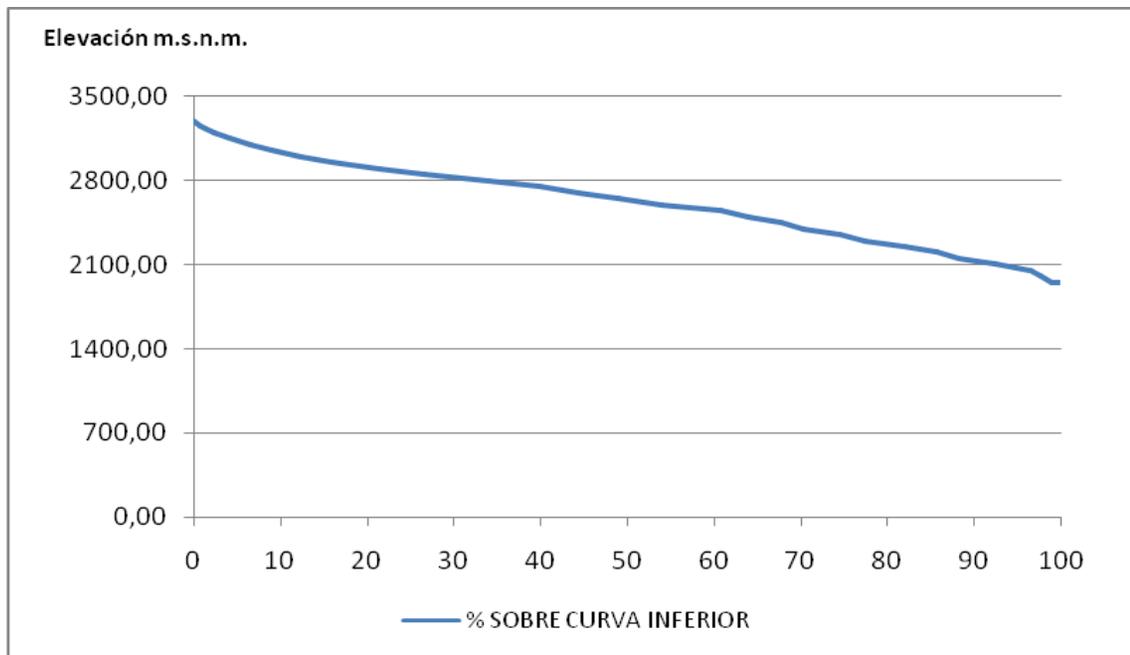
Por ser este índice mayor que la unidad, el Talweg no se encuentra en el centro de la unidad hidrológica El Tejar, presumiéndose un recargo de la red de drenaje hacia una de las vertientes.

* **Parámetros de relieve.** La unidad hidrológica posee una medida de altitud igual a 3.200 metros sobre el nivel del mar, la quebrada además contiene mayor área por debajo de la mediana (cuadro 4, figura 24).

Cuadro 4. Determinación de la curva hipsométrica

Cota I	Cota S	E. promedio	Área (km ²)	% Área total	Acumulada	% sobre la curva inferior
1948,31	1950	1949,155	0,000145	0,00	0	100
1950	2000	1975	0,037	1,06	1,06	98,94
2000	2050	2025	0,046	1,32	2,38	97,62
2050	2100	2075	0,04	1,15	3,52	96,48
2100	2150	2125	0,137	3,93	7,45	92,55
2150	2200	2175	0,147	4,21	11,66	88,34
2200	2250	2225	0,091	2,61	14,27	85,73
2250	2300	2275	0,129	3,70	17,97	82,03
2300	2350	2325	0,158	4,53	22,49	77,51
2350	2400	2375	0,106	3,04	25,53	74,47
2400	2450	2425	0,144	4,13	29,66	70,34
2450	2500	2475	0,09	2,58	32,23	67,77
2500	2550	2525	0,128	3,67	35,90	64,10
2550	2600	2575	0,116	3,32	39,23	60,77
2600	2650	2625	0,239	6,85	46,07	53,93
2650	2700	2675	0,173	4,96	51,03	48,97
2700	2750	2725	0,157	4,50	55,53	44,47
2750	2800	2775	0,158	4,53	60,06	39,94
2800	2850	2825	0,205	5,87	65,93	34,07
2850	2900	2875	0,259	7,42	73,35	26,65
2900	2950	2925	0,181	5,19	78,54	21,46
2950	3000	2975	0,191	5,47	84,01	15,99
3000	3050	3025	0,126	3,61	87,62	12,38
3050	3100	3075	0,119	3,41	91,03	8,97
3100	3150	3125	0,083	2,38	93,41	6,59
3150	3200	3175	0,081	2,32	95,73	4,27
3200	3250	3225	0,065	1,86	97,59	2,41
3250	3300	3275	0,057	1,63	99,23	0,77
3300	3350	3325	0,03	0,77	100,00	0,00
ÁREA T.			3.50 km ²			

Figura 24. Determinación de la curva hipsométrica Quebrada El Tejar acumulada por la curva inferior



A partir de la curva hipsométrica se obtuvo la elevación media de la unidad hidrológica, dando como resultado 2.657msnm donde se encuentra el 50% del área acumulada, catalogándose esta como una curva que representa una fuente en etapa de madurez

Elevación media. La elevación media para la unida hidrológica El Tejar según el método de área elevación es de 2.657,17m.s.n.m., (cuadro 5)

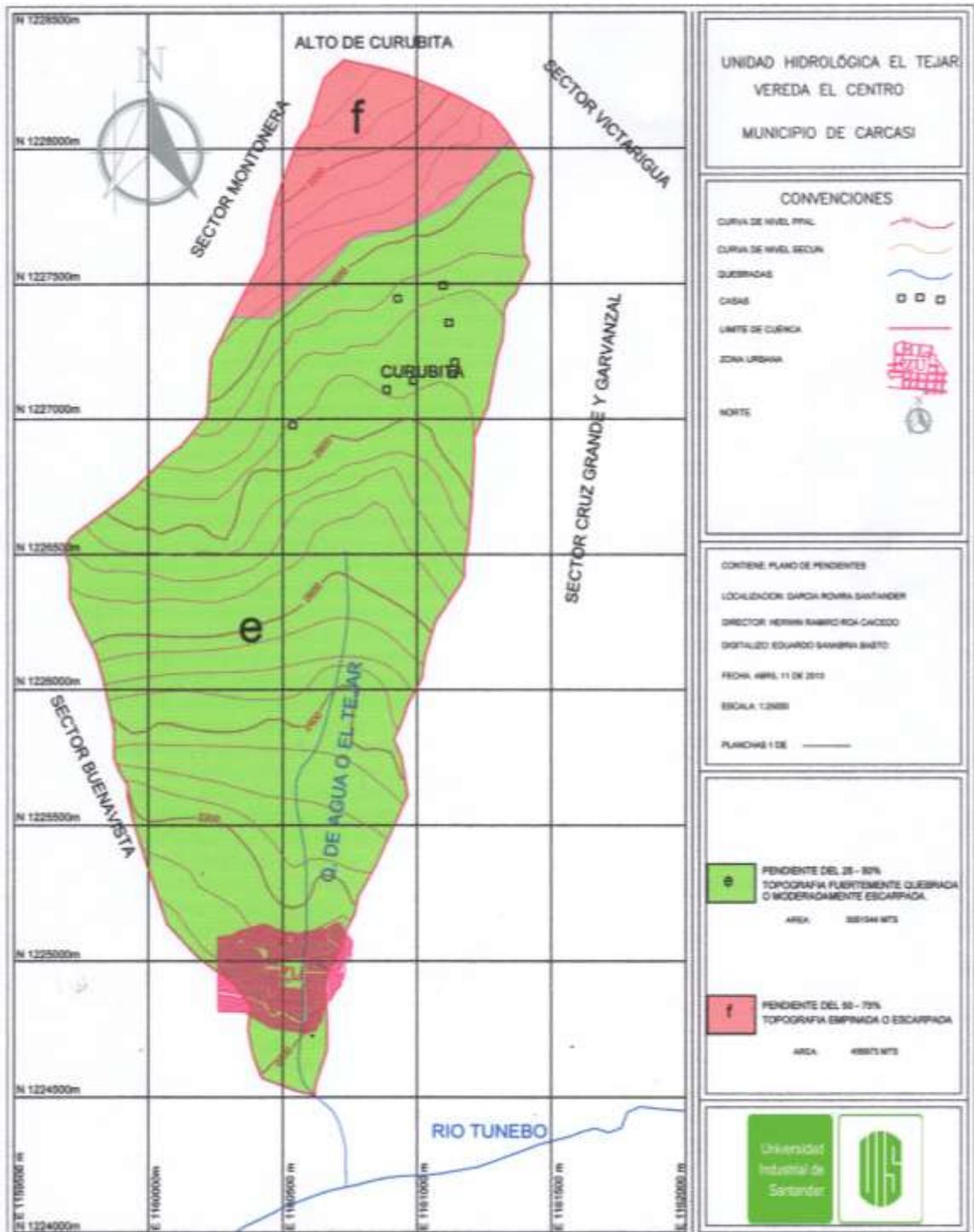
$$E = \Sigma a. e / A$$

Cuadro 5. Cálculo de elevación media de la unidad hidrológica El Tejar método área - elevación

Cota I	Cota S	E. promedio	Área (km ²)	(ai * ei)	(ai * ei)/At
1948,31	1950	1949,155	0,000145	0,28229027	0,081
1950	2000	1975	0,037	73,075	20,879
2000	2050	2025	0,046	93,15	26,614
2050	2100	2075	0,04	83	23,714
2100	2150	2125	0,137	291,125	83,179
2150	2200	2175	0,147	319,725	91,350
2200	2250	2225	0,091	202,475	57,850
2250	2300	2275	0,129	293,475	83,850
2300	2350	2325	0,158	367,35	104,957
2350	2400	2375	0,106	251,75	71,929
2400	2450	2425	0,144	349,2	99,771
2450	2500	2475	0,09	222,75	63,643
2500	2550	2525	0,128	323,2	92,343
2550	2600	2575	0,116	298,7	85,343
2600	2650	2625	0,239	627,375	179,250
2650	2700	2675	0,173	462,775	132,221
2700	2750	2725	0,157	427,825	122,236
2750	2800	2775	0,158	438,45	125,271
2800	2850	2825	0,205	579,125	165,464
2850	2900	2875	0,259	744,625	212,750
2900	2950	2925	0,181	529,425	151,264
2950	3000	2975	0,191	568,225	162,350
3000	3050	3025	0,126	381,15	108,900
3050	3100	3075	0,119	365,925	104,550
3100	3150	3125	0,083	259,375	74,107
3150	3200	3175	0,081	257,175	73,479
3200	3250	3225	0,065	209,625	59,893
3250	3300	3275	0,057	186,675	53,336
3300	3350	3325	0,03	93,1	26,600
		A total	3,500	9300,10729	
		E Media		2657,17351	

Pendiente. Para efectos de la pendiente se tiene en cuenta la longitud del cauce principal (figura 25).

Figura 25. Mapa de pendientes



Pendiente media de la unidad hidrológica (cuadro 6)

$$S_m = \frac{DL \times 100}{A}$$

$$S_m = 0.2\text{Km} * 53.556\text{Km} / 27.689\text{Km}^2$$

$$S_m = 0.387$$

$$S_m = 38.7\%$$

Cuadro 6. Pendiente media de la unidad hidrológica (método de Alvord)

Curvas de Nivel	Longitud (m)	Longitud (Km)
1950	24,0835	0,0240835
2000	354,7419	0,3547419
2050	318,3481	0,3183481
2100	860,0864	0,8600864
2150	915,7874	0,9157874
2200	1194,0914	1,1940914
2250	1035,4128	1,0354128
2300	1061,812	1,061812
2350	1145,924	1,145924
2400	1511,2524	1,5112524
2450	1271,087	1,271087
2500	1211,0041	1,2110041
2550	1291,5037	1,2915037
2600	1418,3175	1,4183175
2650	1742,5782	1,7425782
2700	1882,0544	1,8820544
2750	1758,3656	1,7583656
2800	1817,7062	1,8177062
2850	1644,7854	1,6447854
2900	1635,7512	1,6357512
2950	1524,0541	1,5240541
3000	1542,7048	1,5427048

Cuadro 6. Continuación

Curvas de Nivel	Longitud (m)	Longitud (Km)
3050	1350,5905	1,3505905
3100	1218,5938	1,2185938
3150	943,0548	0,9430548
3200	790,6106	0,7906106
3250	588,7949	0,5887949
3300	372,0347	0,3720347
3350	71,2089	0,0712089
Suma	32496,3403	32,4963403
A. Cuenca	3,50 (km²)	
P. Cuenca	0,464232857	46,42%

La pendiente media de la unidad hidrológica quebrada El Tejar es = 46,42. De acuerdo a la clasificación de 35 – 50% su relieve es muy fuerte (figura 25).

Pendiente del cauce Taylor (cuadro 7)

$$S = (Lt/(\sum Li/\sqrt{Si}))^2$$

Donde:

Lt = longitud total del cauce

Li = longitud en que se subdivide el cauce principal

Si = pendiente de cada uno de los tramos en que se subdivide la longitud del cauce principal

Cuadro 7. Pendiente media del cauce de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar

Cota i	Cota s	Diferencia de altura	Li	Si	Li/√Si	Lt	$(Lt/(\sum Li/\sqrt{Si}))^2$
1948,31	1950	1,69	12,8626	0,26	25,0920	2067,6702	0,59
1950	2000	50	216,8236	0,46	319,2713		
2000	2050	50	170,2201	0,59	222,0835		
2050	2100	50	68,5211	1,46	56,7200		
2100	2150	50	157,5408	0,63	197,7377		
2150	2200	50	110,2033	0,91	115,6890		
2200	2250	50	148,4693	0,67	180,9068		
2250	2300	50	228,5435	0,44	345,5042		
2300	2350	50	202	0,50	286,8355		
2350	2400	50	232,4816	0,43	354,4728		
2400	2450	50	95,7931	1,04	93,7565		
2450	2500	50	36,3919	2,75	21,9537		
2500	2550	50	142,7508	0,70	170,5563		
2550	2600	50	156,8019	0,64	196,3482		
2600	2650	50	88,4071	1,13	83,1248		
			2067,6885		2670,0522		59%

$$S = (2067,6702 / 2670,0522)^2$$

$$S = 0,59 \times 100$$

$$S = 59\%$$

Altura media

$$OAB = b \times h / 2$$

$$OAB = 350 \text{ m} \times 1401,69 \text{ m} / 2$$

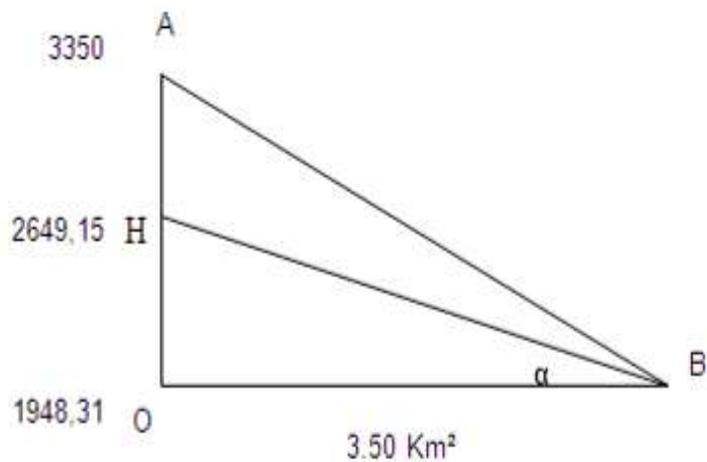
$$OAB = 245295,75 \text{ m}^2$$

$$OH = OAB / OB$$

$$OH = 245295,75 \text{ m}^2 / 350 \text{ m}$$

$$OH = 700,845 \text{ m} ;$$

Figura 26. Determinación altura media



La altitud media $700.845m + 1948.31m$ que es el punto más bajo, es decir la altitud media de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar es de 2649.15 metros.

Coeficiente de masividad de Martonne (Cm). El coeficiente de masividad crece mientras que la altura media del relieve aumenta y las superficies de la cuenca disminuyen.

Coeficiente orográfico (C.O)

$$C.O = H.tg\alpha$$

$$C.O = (0,700845) (0,20)$$

$$C.O = 0,140$$

Este coeficiente orográfico es 0,140 se califica bajo lo cual indica que el coeficiente de masividad aumenta, combina las dos variables esenciales del relieve, su altura que influye sobre la energía potencial del agua, y su pendiente la cual ejerce una acción sobre la escorrentía cuyo efecto completa las producidas por las precipitaciones.

Localización y orientación. La unidad hidrológica Quebrada el Tejar está ubicado de N-S recibe insolación uniforme en las dos vertientes durante todo el día.

Métodos de análisis morfométricos de la red de drenaje. El primer cálculo que debe hacerse es el de clasificación de sistemas de drenaje (cuadro 8), en base a ello se procede a hallar las 3 leyes de Horton (cuadro 9) para culminar con frecuencia de los Talwegs (cuadro 10)

Cuadro 8. Clasificación de sistemas drenaje

Orden de los Talwegs	Numero de Talwegs
1	1
Total	1

1 ley de Horton

$$r_b = N_x / N_x - 1$$

Donde:

r_b = relación de confluencia

N_x = número de ríos del orden correspondiente

$$r_b = 1 / 1 - 1$$

$$r_b = 0$$

La confluencia entre el talwegs es nula, valor que indica poca acción erosiva y un escurrimiento moderado en la unidad hidrológica Quebrada el Tejar.

2 ley de Horton

Cuadro 9. Determinación de parámetros según segunda Ley de Horton

Orden de los Talwegs	Número de Talwegs	Longitud (Km)	Longitud promedio
1	1	2,067	2,067
Total		2,067	2,067

$$r_b = L_x / L_x - 1$$

Donde:

L_x = longitud media de los ríos del orden x

r_l = relación de su longitud

$$r_l = 2,067 / 2,067 - 1$$

$$r_l = 1,93$$

La relación de la corriente de la unidad hidrológica Quebrada el Tejar es 1,93

3 ley de horton

$$D_d = L_x / A$$

Donde:

L_x = relación de la longitud de todos los ríos de la unidad hidrológica

A = área de la cuenca

D_d = densidad de drenaje

$$D_d = 2,067 / 3,50$$

$$D_d = 0,59$$

La densidad de drenaje de la unidad hidrológica es de 0,59, se considera baja de acuerdo a las características geocológicas de la misma (litología del sustrato, permeabilidad del suelo, capacidad de infiltración y cobertura vegetal).

Frecuencia de los Talwegs Fx

Cuadro 10. Determinación de frecuencia de los Talwegs

Orden de los Talwegs	Fx
1	0,28
Fx = 0,28	

$$F_x = 1 / 3,50 \text{ Km}^2$$

$$F_x = 0,28 \text{ Talwegs/Km}^2$$

De acuerdo a la densidad de drenaje obtenida y la frecuencia de los Talwegs se deduce que la unidad hidrológica Quebrada el Tejar presenta un drenaje regular.

Superficie umbral de escurrimiento.

$$A_o = A^{1/2}$$

Donde:

A_o = Superficie umbral de escurrimiento.

A = área de la cuenca

2 = orden del talweg superior

$$A_o = (3,50\text{Km}^2)^{1/2}$$

$$A_o = 3,50\text{Km}^2$$

En la unidad hidrológica quebrada El Tejar por su área pequeña, por poseer un solo talweg y al presentar una precipitación constante, se tiende a concentrar el escurrimiento en toda su área debido al fuerte relieve que la caracteriza.

Grado de inclinación

$$Pm = H / L$$

Donde:

Pm = Pendiente media

H = altura media

L = longitud del río

$$Pm = 2,649m/2,067 Km$$

$$Pm = 1,28m/km^2$$

La corriente del cauce presenta una velocidad baja.

Tiempo de concentración (Tc)

$$Tc \text{ (min)} = 3,9756 (L \text{ exp } 0,77/S \text{ exp } 0,385)$$

Donde;

L = longitud del cauce

S = pendiente Taylor

$$Tc \text{ (min)} = 3,9756 (2067,6702 \text{ exp } 0,77/59,90 \text{ exp } 0,385)$$

$$Tc \text{ (min)} = 293,77; 4,89 \text{ Horas}$$

El tiempo de concentración que tarda en llegar una gota de agua desde el punto más lejano es 4,89 Horas

Tipo de drenaje. La unidad hidrológica quebrada El Tejar posee un drenaje dendrítico ya que indica una condición homogénea del área drenada.

La unidad hidrológica Quebrada El Tejar es un subsistema pequeño, su área alcanza $3,5Km^2$, con dirección principal en el eje N – S, con un rango altitudinal

entre los 1948 y 3350msnm, es alargada y su forma se asemeja a la de un rectángulo, tiene forma oval redonda a oval oblonga, con tendencia a ocurrencia de avenidas; de acuerdo a la densidad de drenaje obtenida y la frecuencia de los Talwegs se deduce que presenta un drenaje regular, dendrítico, ya que indica una condición homogénea del área drenada.

6.2.1.2 Hidrología

* **Precipitación.** De acuerdo con los datos de precipitación obtenidos del período de julio 2012 – abril 2013 (anexo C), se presentan precipitaciones promedio mensuales bajas, siendo las más altas en el mes de octubre de 230.67mm y en el mes de abril de 165mm.

En el cuadro 11 se muestran los datos de precipitación promedio mensual obtenidos de los pluviómetros artesanales ubicados en la unidad hidrológica Quebrada El Tejar.

Cuadro 11. Precipitación promedio mensual (mm)

Año	Mes	Parte alta finca ovejera (mm)	Parte media planta tratamiento (mm)	Parte baja finca carrizal (mm)	Precipitación promedio mensual (mm)
2012	Julio	63,5	45,5	31,5	46,83
2012	Agosto	82,9	56,5	32,5	57,30
2012	Septiembre	86,8	56,8	25,5	56,37
2012	Octubre	344	232	116	230,67
2012	Noviembre	89,8	69	57,5	72,10
2012	Diciembre	31	24,5	21	25,50
2013	Enero	0	0	0	0,00
2013	Febrero	118,2	95	71	94,73
2013	Marzo	52	43	35	43,33
2013	Abril	195	165	135	165,00
	P. total	1063,2	787,3	525	791,83

La distribución de la precipitación en el período de estudio para la unidad hidrológica Quebrada El Tejar del municipio de Carcasí, se presenta un período de precipitación alto en el mes de octubre con un promedio de 230mm, en los meses de julio, agosto, septiembre y noviembre presentan precipitaciones uniformes, siendo este período el más lluvioso (figura 27)

En el segundo período de diciembre a abril se presentan precipitaciones bajas con tendencia seca, siendo el mes de abril con un promedio de 165mm con la precipitación más alta de este período y el mes de enero sin ninguna precipitación. La precipitación promedio de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar del período objeto de estudio es de 791,83mm (figura 28)

Figura 27. Precipitación unidad hidrológica quebrada El Tejar

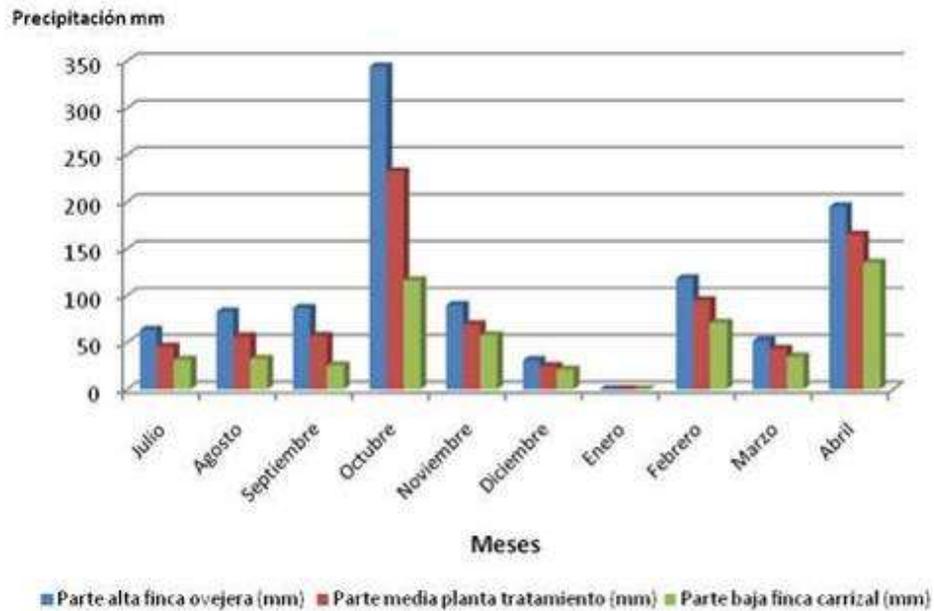
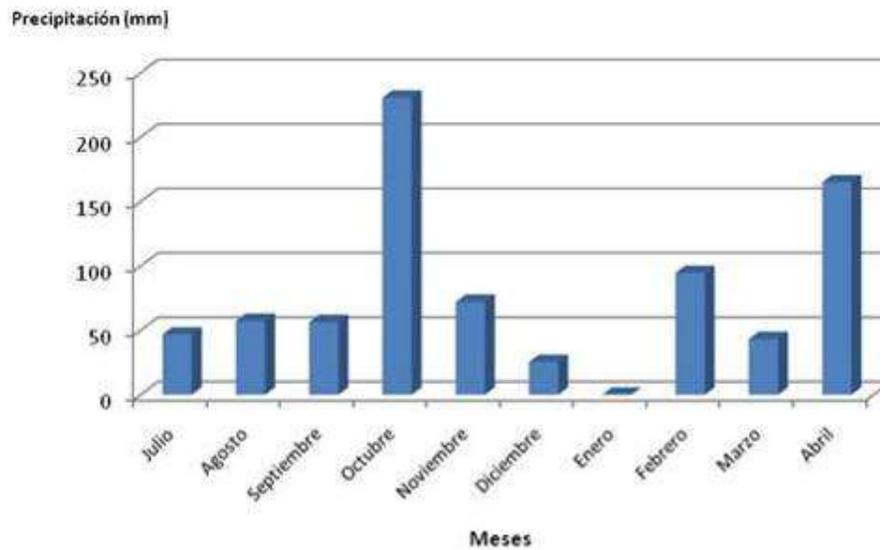


Figura 28. Precipitación promedio unidad hidrológica quebrada El Tejar



Precipitación promedio método de isohietas o isoyetas. Cuadro 12 y figura 29).

Cuadro 12. Precipitación promedio de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar método de isohietas

Isoyeta	Área encerrada(m ²)	Área neta (m ²)	Pp promedio(mm)	V. Precipitación
1	613719,885	613719,885	1350	828521845
2	2893677,802	2279957,917	1650	3761930562
	3507397,687			4590452408
Promedio				1300,051637

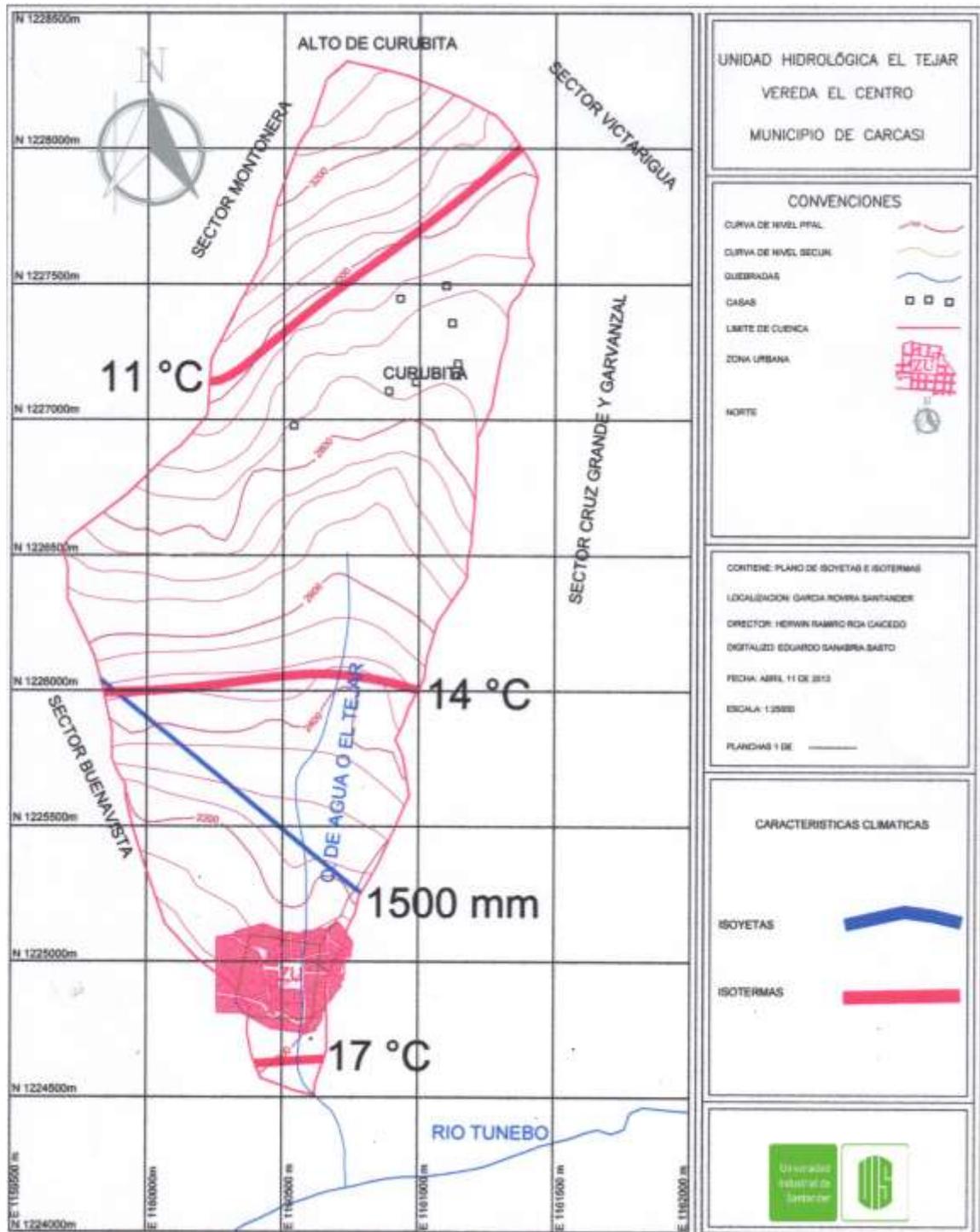
$P_p = \text{volumen de la precipitación} / \text{área de la cuenca}$

$P_p = 4590452408 / 3507397,687$

$P_p = 1300,05 \text{ mm}$

La precipitación promedio método de isohietas de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar es 1.300,05 mm.

Figura 29. Mapa de isoyetas e isotermas



* **Interceptación.** En el siguiente cuadro se muestran los datos para el cálculo de interceptación del bosque homogéneo *Escallonia pendula*.

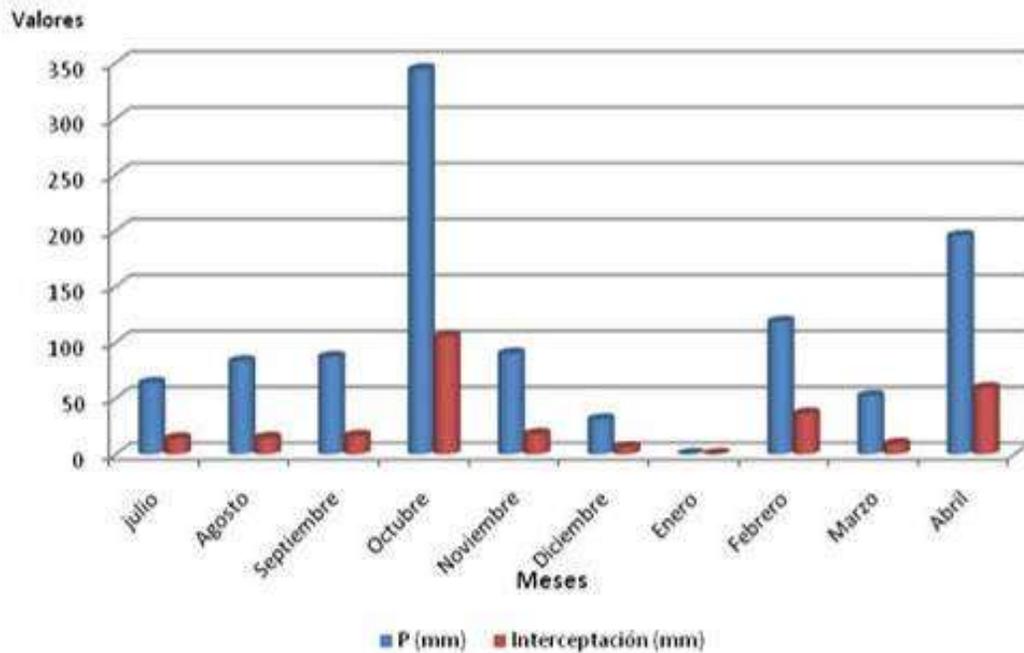
Cuadro 13. Cálculo de interceptación del bosque *Escallonia pendula*

Mes	P (mm)	Ac(mm)	At (mm)	Interceptación (mm)
julio	63,5	21,5	28	14
Agosto	82,9	30	38,4	14,5
Septiembre	86,8	32,5	38	16,3
Octubre	344	114	125	105
Noviembre	89,8	32	40	17,8
Diciembre	31	10	15	6
Enero	0	0	0	0
Febrero	118,2	32	50	36,2
Marzo	52	19,5	23,5	9
Abril	195	56	80	59
total	1063,2	347,5	437,9	277,8

Esto significa que una fracción importante de precipitación en los territorios cubiertos con vegetación no llega al suelo y por lo tanto participa dentro de los procesos hidrológicos, la presencia de cobertura vegetal representa innumerables beneficios.

En la unidad hidrológica la cobertura vegetal representada por el bosque *Escallonia péndula*, cumple un papel importante en el proceso de interceptación ya que en un área de 1.000m², el 26% de la precipitación es retenida en la superficie del bosque y no llega al suelo favoreciendo el proceso de escorrentía (figura 30).

Figura 30. Interceptación del bosque *Escallonia pendula*



* **Infiltración.** Las pruebas de infiltración se realizaron en un período de lluvia, implementando el infiltro metro de regadera, (cuadros 14 a 17 y figura 31 a 34).

Determinación de velocidad de infiltración

Prueba No 1.

Vereda: centro

Cultivo presente: frijol bejuco.

Textura: franco arenosa

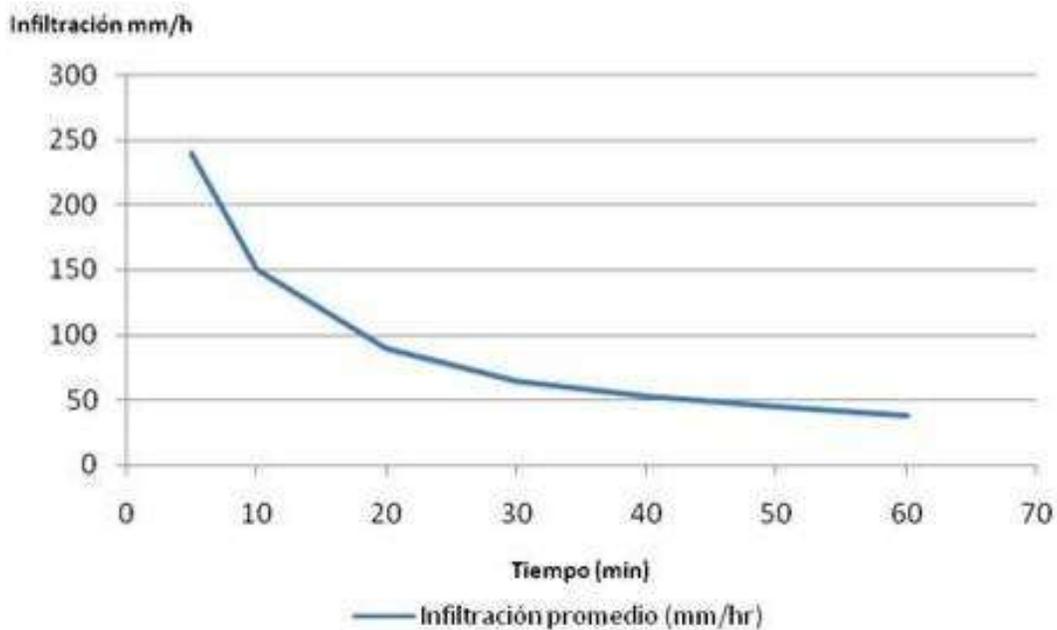
Pendiente: 35 %

Altura: 2400 msnm.

Cuadro 14. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 1

Tiempo (min)	Infiltración promedio (mm/hr)
0	
5	240
10	150
20	90
30	64
40	52,5
50	45
60	38
Promedio infiltración (mm)	11.33
Llenado del cilindro	10cm

Figura 31. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 1



De acuerdo a los datos obtenidos en esta prueba en un suelo de textura franco arenosa con una pendiente del 35% con presencia de cultivos la velocidad de infiltración es 11.33cm/hr considerada como moderada.

Prueba No 2.

Vereda: centro

Cultivo presente: Rastrojo

Textura: franco arenosa

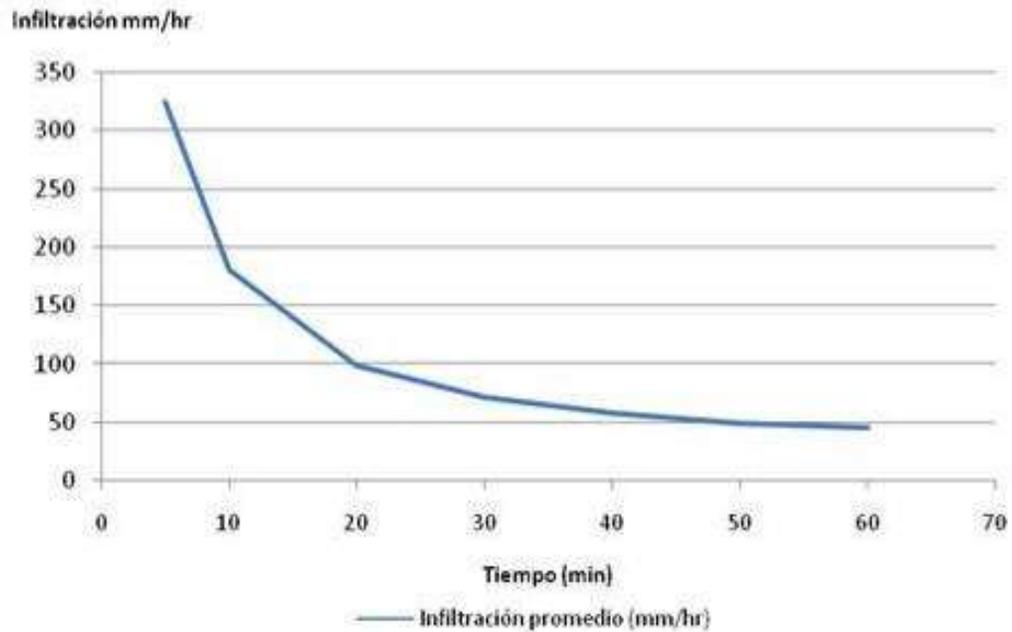
Pendiente: 30 %

Altura: 2200msnm.

Cuadro 15. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 2

Tiempo (mm)	Infiltración promedio (mm/hr)
0	
5	324
10	180
20	99
30	72
40	57,75
50	49,2
60	45,5
Promedio infiltración (mm)	13.79
Llenado del cilindro	12 cm

Figura 32. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 2



De acuerdo a los datos obtenidos en esta prueba en un suelo de textura franco arenosa con una pendiente del 30% con presencia de rastrojos la velocidad de infiltración es 13.79cm/hr considerada como rápida.

Prueba No 3.

Vereda: centro

Cultivo presente: pasto kikuyo

Textura: franco arenosa

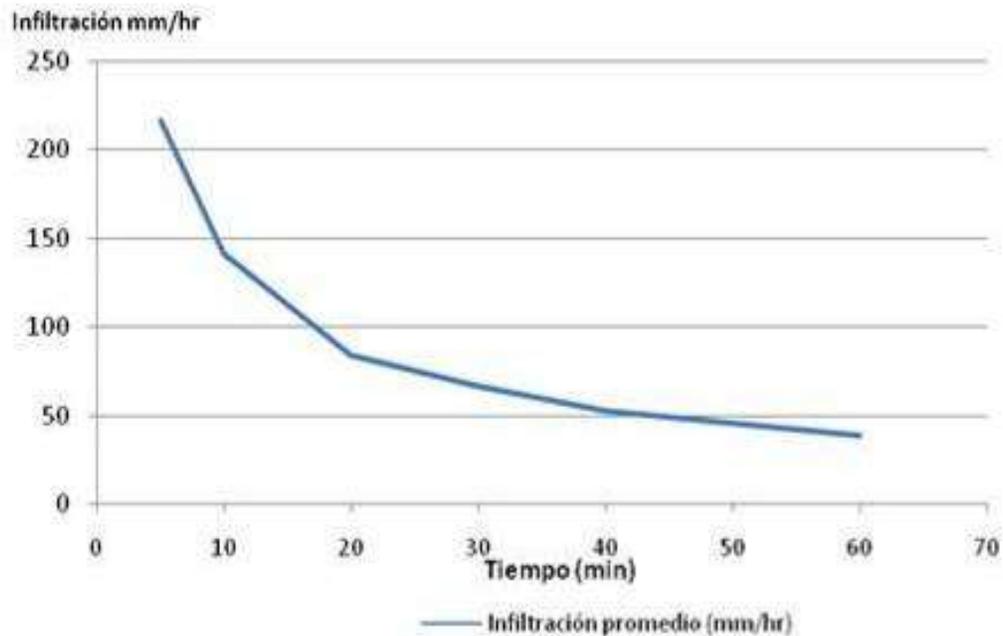
Pendiente: 34 %

Altura: 2000 msnm.

Cuadro 16. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 3

Tiempo (mm)	Infiltración promedio (mm/hr)
0	
5	216
10	141
20	84
30	67
40	52,5
50	45,6
60	39
Promedio infiltración (mm)	10.75
Llenado del cilindro	9 cm

Figura 33. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 3



De acuerdo a los datos obtenidos en esta prueba en un suelo de textura franco arenosa con una pendiente del 34% con presencia de pastos la velocidad de infiltración es 10.75cm/hr considerada como moderada.

Prueba No 4

Vereda: centro

Cultivo presente: vegetación

Textura: franco

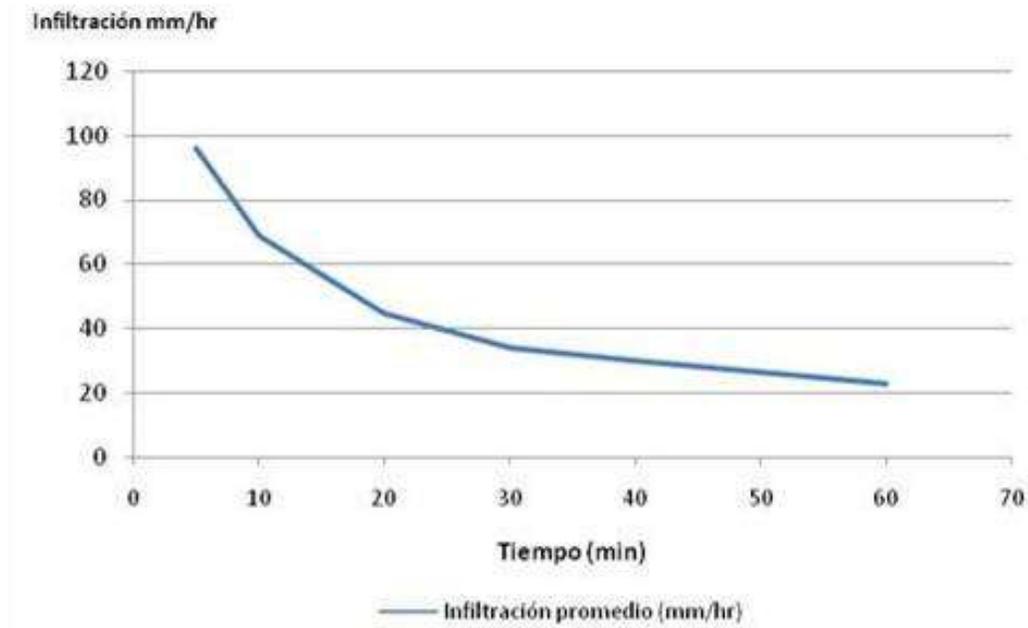
Pendiente: 38 %

Altura: 1700 msnm

Cuadro 17. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 4

Tiempo (mm)	Infiltración promedio (mm/hr)
0	
5	96
10	69
20	45
30	34
40	30
50	26,4
60	23
Promedio infiltración (mm)	5.39
Llenado del cilindro	7 cm

Figura 34. Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica prueba 4



De acuerdo a los datos obtenidos en esta prueba en un suelo de textura franco con una pendiente del 38% con presencia de vegetación la velocidad de infiltración es 5.39cm/hr considerada como moderada.

La clasificación de la velocidad de infiltración en cm/hora propuesta por Montenegro & Moreno (1985), se utilizó como base para la interpretación de los resultados obtenidos en cada prueba.

GRUPO A: Velocidad de infiltración muy rápida mayor a 25.4 cm/hrs.

GRUPO B: Velocidad de infiltración rápida de 12,7 – 25,4 cm/hrs.

GRUPO C: Velocidad de infiltración moderada de 2,0 – 12,7 cm/hrs.

GRUPO D: Velocidad de infiltración lenta de 0,1- 2,0 cm/hrs.

GRUPO E: Velocidad de infiltración menor de 0,1 cm/hrs.

Velocidad de infiltración de la unidad hidrológica quebrada El Tejar

$$V_i = 11,33 + 13,79 + 10,75 + 5,39 / 4$$

$$V_i = 41,26 / 4$$

$$V_i = 10,31\text{cm/hr}$$

De acuerdo con las pruebas realizadas la velocidad de infiltración según Montenegro & Moreno (1985) la unidad hidrológica quebrada El Tejar es moderada con un valor de 10,31cm/hr, esto se debe principalmente a la adecuada distribución y tamaño de los poros, la textura, estructura, pendiente, profundidad y contenido de materia orgánica del suelo presente.

Almacenamiento del agua en el suelo.

Muestra de suelo húmedo: 1000 gramos.

Muestra de suelo seco: 875 gramos

Entonces para obtener la cantidad de agua que contiene el suelo

$$\% \text{ de agua en el suelo} = 1000 \text{ gr} - 875 \text{ gr} \times 100$$

$$\% \text{ de agua en el suelo} = 14,28\%$$

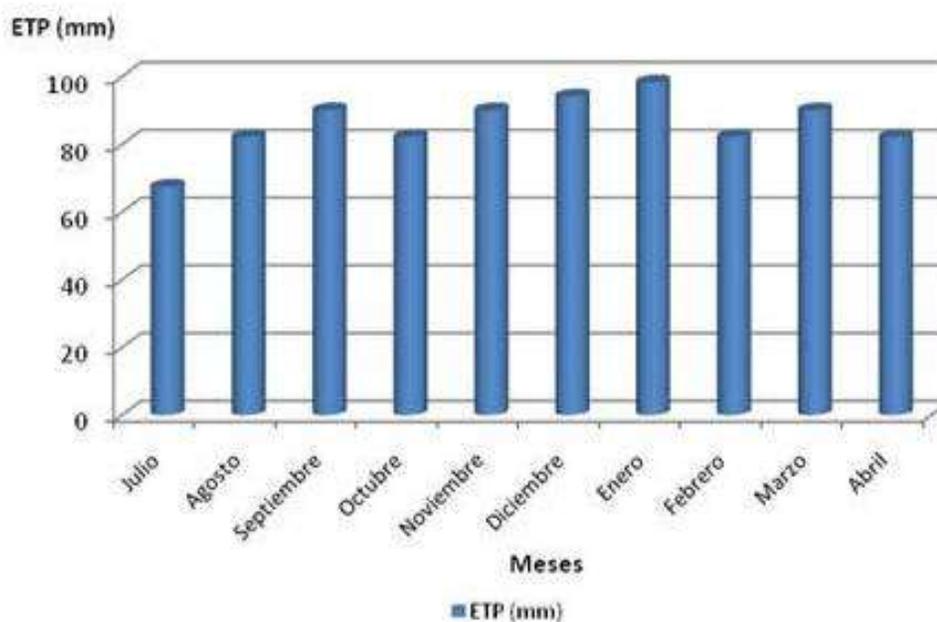
El suelo de la unidad hidrológica contiene 14,28% de agua; se califica bajo y su deficiencia se debe a la disminución de la capacidad de infiltración por: compresión del suelo por el abuso del pastoreo (sobrepastoreo), los incendios, la construcción de caminos y explotación maderera.

* **Evapotranspiración potencial.** Las tasas de evapotranspiración están relacionadas a varios factores climáticos, siendo la temperatura el más importante (cuadro 18 y figura 35).

Cuadro 18. Cálculo de la evapotranspiración potencial

Mes	Temperatura	Índice de calor	ETP (mm)
Julio	18,5	7,24	67,46
Agosto	20,5	8,46	82,18
Septiembre	21,5	9,1	90,06
Octubre	20,5	8,46	82,18
Noviembre	21,25	9,1	90,06
Diciembre	22	9,42	94,14
Enero	22,25	9,74	98,29
Febrero	20,5	8,46	82,18
Marzo	21,25	9,1	90,06
Abril	20,5	8,46	82,18
		87,54	858,79

Figura 35. Cálculo de la evapotranspiración potencial



Evapotranspiración

$$ETP = 1.6 (10 \text{ tm/ l}) \text{ Exp. } \alpha$$

$$a = 0,675 \times I^3 \times 10^{-6} - 0,771 \times I^2 \times 10^{-4} + 0,01792 \times I + 0,49239$$

Los datos sobre excedentes y déficit de agua se pueden inferir comparando las cifras de precipitación mensual y las de la evapotranspiración potencial mensual (cuadro 18).

Las tasas de evaporación se pueden obtener de lecturas en cuerpos controlados de agua abierta. Aunque la transpiración es producto de la evaporación de superficie de las hojas, sus tasas dependen de la disponibilidad de agua del suelo así como de los rasgos estructurales y funcionales de las plantas ya que estas están afectadas por la luz.

El balance hídrico permitió determinar la disponibilidad del agua natural del área de estudio y el comportamiento de la oferta hídrica, con el objeto de observar si la precipitación compensa la evapotranspiración en la unidad hidrológica, de acuerdo al funcionamiento del ciclo hidrológico.

El análisis del balance hídrico se inicio a partir del mes de julio, con una precipitación menor que la evapotranspiración lo cual indica que en los meses anteriores tuvieron bajas precipitaciones (cuadro 19), es decir que en esta época se presenta una disminución del caudal, lo cual significa que hay un déficit de agua en el suelo.

Cuadro 19. Balance hídrico según Thorthwaite

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total
ETP	67,46	82,18	90,06	82,18	90,06	94,14	98,29	82,18	90,06	82,18	858,79
PP (mm)	46,83	57,3	56,37	230,67	72,1	25,5	0	94,73	43,33	165	791,83
V.R	-20,63	-24,88	-33,69	148,49	-17,96	-68,64	-98,29	12,55	-46,73	49,32	
R.H2O	-20,63	-45,76	-79,45	69,04	51,08	-17,56	- 115,85	-103,3	- 150,03	- 100,71	
ETR	67,46	82,18	90,06	82,18	90,06	94,14	98,29	82,18	90,06	82,18	
DH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
E.H ₂ O	-20,63	-24,88	-33,69	148,49	-17,96	-68,64	-98,29	12,55	-46,73	82,82	

En el mes de octubre podemos observar una precipitación mayor comparada con la cantidad de agua evapotranspirada por lo tanto se deduce que para este tiempo se mantiene una reserva de agua en el suelo y por lo consiguiente se garantiza la recarga hídrica en la unidad hidrológica.

VR: variación de la reserva ($PP - ETP$) considerando que el valor máximo son 100mm. Una vez alcanzado este valor no hay variación.

$R - H_2O = P - (ETA + \text{Variación de la reserva})$

$ETR = P - VR$ Evaporación actual real.

$DH = ETP - ETR = \text{falta o disminución de agua}$

$E. H_2O \text{ exceso de agua} = P - (ETR)$

De acuerdo con los valores obtenidos de precipitación y evapotranspiración se deduce que en los meses en que la precipitación es superior a la evapotranspiración potencial, la evapotranspiración real coincide con la potencial en los mismos meses.

En los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo el deficit de agua es causada por precipitaciones bajas y temperaturas altas, sobre todo en el mes de enero donde fue completamente seco, aunque se mantenía una reserva de agua en el suelo del mes de octubre no fue completamente suficiente para cubrir el deficit de agua de estos meses de precipitación baja.

El balance hídrico realizado durante el tiempo de estudio presenta deficit de agua ya que fue un período con bajas precipitaciones mensuales, principalmente en los meses de enero, febrero y marzo ya que no se presenta reserva de agua en el suelo.

* **Caudales.** Definidas las distancias localizadas aguas arriba y aguas abajo del cauce principal, a través de verticales referidas a las márgenes en las que se midió profundidad y velocidad (figura 36); soltando el pin pon en el punto de partida definido en el cauce, especificando el tiempo en que tardaba en sobrepasar la distancia propuesta, quedando establecidas así las áreas parciales y velocidades medias (figura 37) para señalar los caudales cuya sumatoria arroja el caudal total.

Figura 36. Determinación del perfil del cauce

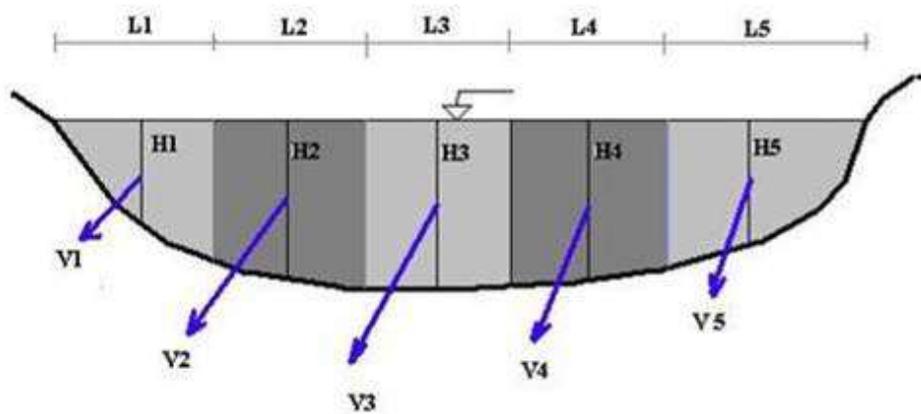
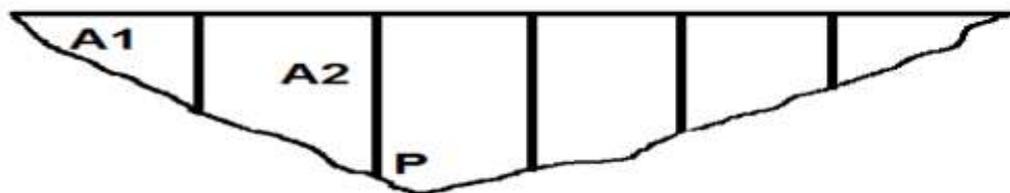


Figura 37. Sección transversal para el método área - velocidad



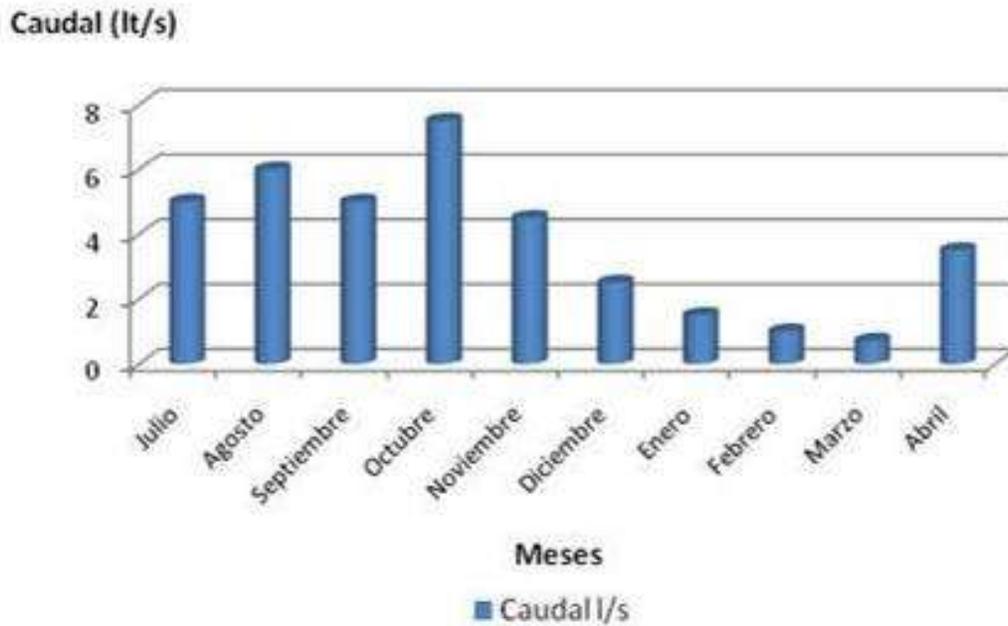
Los datos de caudales (cuadros 20, 21 y figuras 38, 39) corresponden a un promedio de datos tomados una vez al mes durante el período de estudio de la

unidad hidrológica Quebrada el Tejar desde el mes de julio de 2012 hasta el mes de abril de 2013.

Cuadro 20. Caudales mensuales

Mes	Caudal m ³ /s	Caudal l/s
Julio	0,005	5
Agosto	0,006	6
Septiembre	0,005	5
Octubre	0,0075	7,5
Noviembre	0,0045	4,5
Diciembre	0,0025	2,5
Enero	0,0015	1,5
Febrero	0,001	1
Marzo	0,00071	0,71
Abril	0,0035	3,5
Total	0,03721	37,21

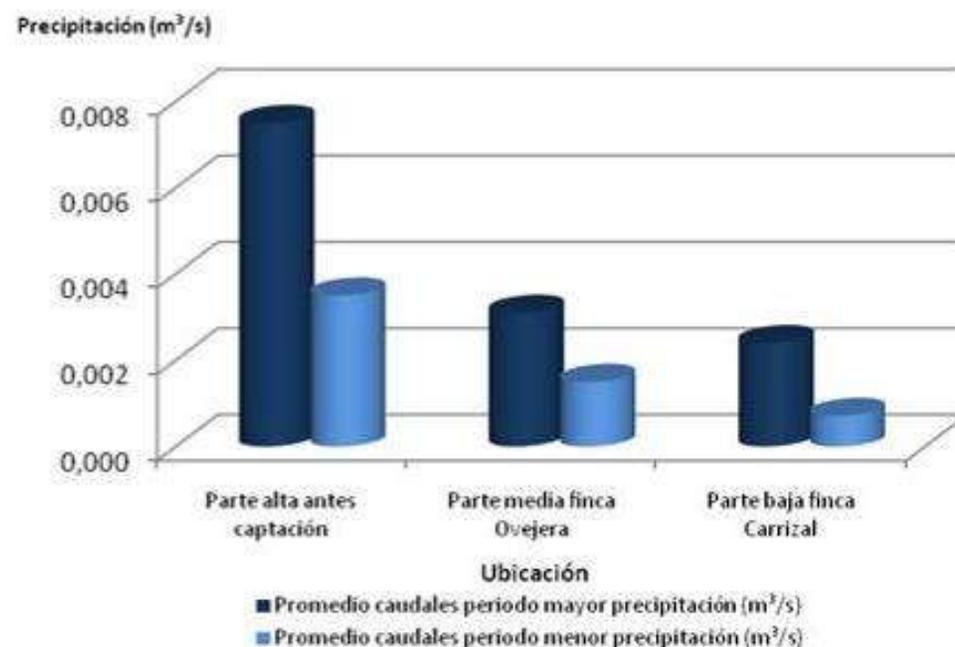
Figura 38. Caudales mensuales para el período de estudio



Cuadro 21. Promedio de caudales para el período de estudio en época verano e invierno

Ubicación	Promedio de caudales mes octubre m ³ / s	Promedio de caudales mes abril m ³ / s
Parte alta antes de la captación	0,0075	0,0035
Parte media finca la ovejera	0,0031	0,0015
Parte baja finca carrizal	0,0024	0,00071
Total	0,013	0,00571
Promedio	0,004333333	0,001903333

Figura 39. Distribución del caudal en el período de estudio



En el período de estudio no se diferencia muy bien el período de verano o invierno, ya que el tiempo de trabajo de campo se caracterizó por bajas precipitaciones, aunque en los meses de julio a noviembre hubo más lluvias con caudales promedio de 0,00433333m³/s (4,3l/s) que en los meses de diciembre a abril con promedio de caudales de 0,001903333m³/s (1,90l/s).

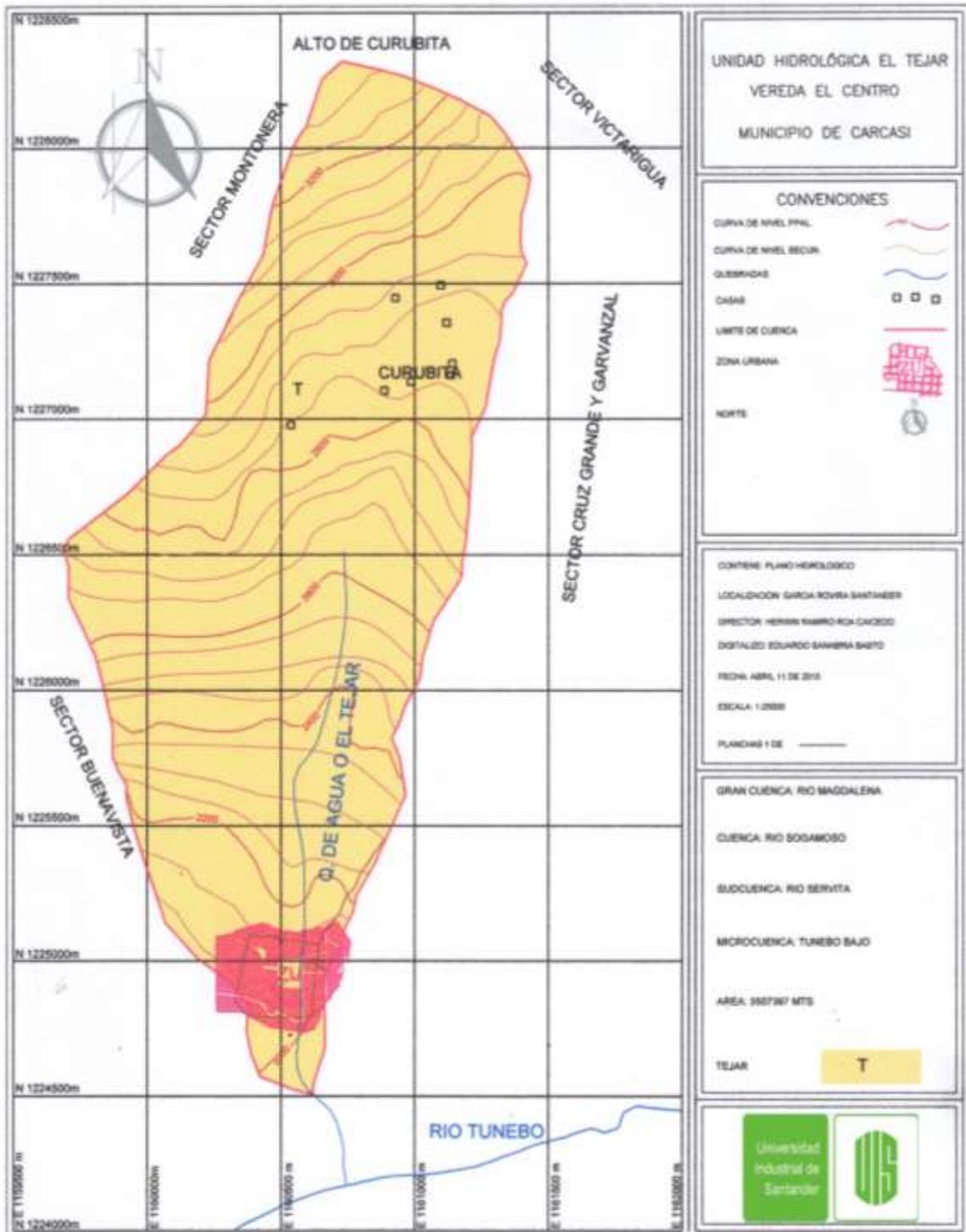
De acuerdo a los caudales obtenidos del período de estudio muestra una reducción de oferta hídrica en los meses de diciembre a abril causado por factores climáticos, calentamiento global, desprotección de la quebrada, y falta de una zona de amortiguamiento, para protección, recuperación y manejo de la unidad hidrológica.

* **Ubicación de la unidad hidrológica El Tejar.** La unidad hidrológica quebrada El Tejar integra la gran cuenca Río Magdalena, cuenca río Sogamoso, subcuenca río Servitá, microcuenca río Tunebo bajo, como se define en el mapa hidrológico (figura 40).

* **Análisis calidad del agua.** Teniendo como base los parámetros reglamentarios expuestos en la resolución 2115/07, se analiza que la Quebrada El Tejar posee una turbidez alta asociada al transporte de sedimentos debido a la erosión que presentan sus orillas; en su trayecto, desde la parte alta a la baja, sus aguas llegan contaminadas debido a que a éste le caen a lo largo de su recorrido, todas las aguas residuales y basuras del matadero y lavadero de carros, ubicados en la parte media (anexo D).

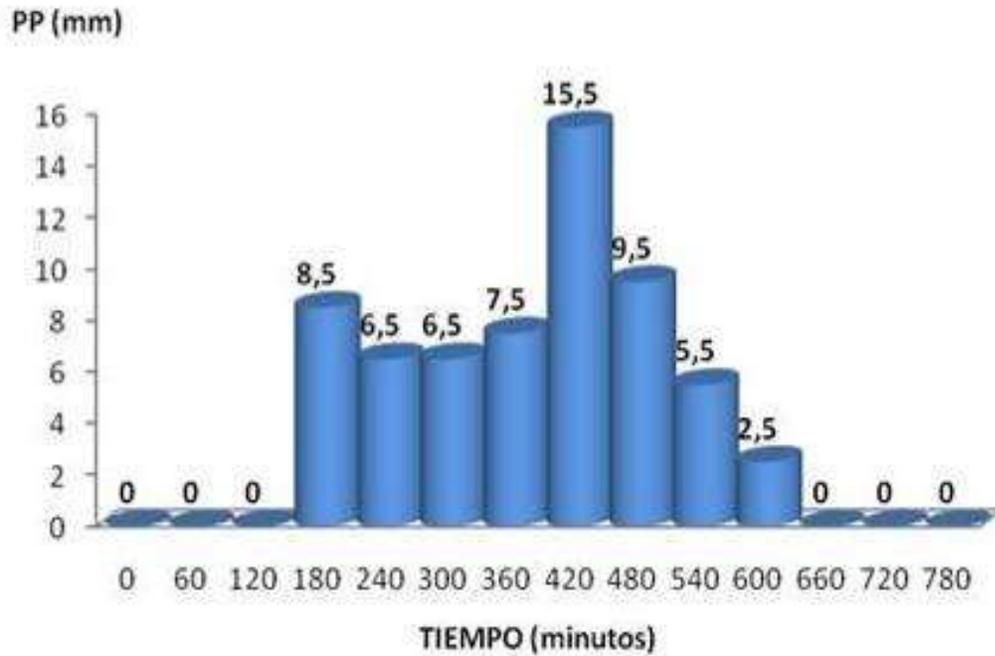
La calidad y cantidad del suministro del agua, presenta condiciones regulares, déficit de abastecimiento de agua potable, deterioro ambiental de la unidad hidrológica, deficiencias administrativas y técnicas en el sector de saneamiento básico y agua potable, situación no ajena, ya que se suministra agua no apta para el consumo y requiere ser tratada, según los resultados reportados por el laboratorio de ESPM; adicionalmente el municipio no tiene sistemas de tratamiento de residuales, de acuerdo con los resultados obtenidos en el diagnóstico, se identifica falta de conciencia en el manejo del agua por la comunidad y visión de la administración municipal sobre la importancia de su calidad.

Figura 40. Mapa hidrológico



* **Hidrogramas.** Los registros de caudales y el tiempo se graficaron para obtener el hidrograma de la unidad hidrológica (figura 41).

Figura 41. Histograma relación de la precipitación y el tiempo



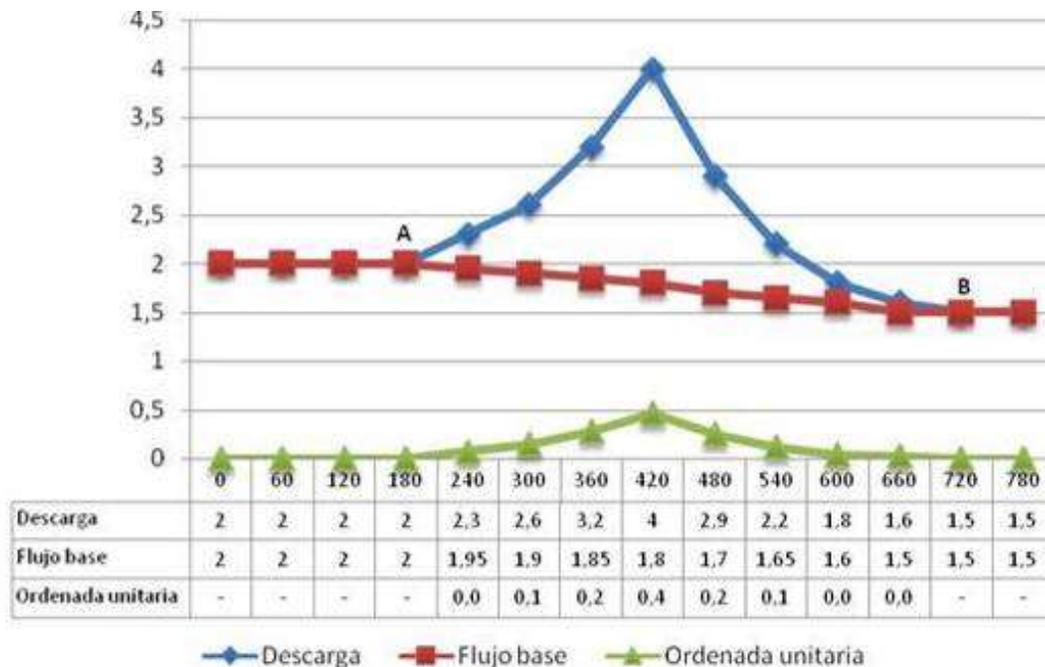
Hidrograma unitario. Para calcular, graficar el hidrograma unitario (HU) de la unidad hidrológica se adjuntan los datos en el cuadro 22.

Cuadro 22. Cálculo del flujo base

Tiempo (min)	Precipitación (mm)	Caudal m³/s	Flujo base m³/s	Escorrentía directa m³/s	Lamina E.D (cm)	Distribución %	Ordenada hidrógrafa unitaria U. m³/s
0	0	0,002	0,002	0	-	0,0	-
60	0	0,002	0,002	0	-	0,0	-
120	0	0,002	0,002	0	-	0,0	-
180	8,5	0,002	0,002	0	-	0,0	-
240	6,5	0,0023	0,00195	0,00035	0,000144	3,0	0,07405
300	6,5	0,0026	0,0019	0,0007	0,000359	7,6	0,14810
360	7,5	0,0032	0,00185	0,00135	0,000831	17,6	0,28562
420	15,5	0,004	0,0018	0,0022	0,001581	33,4	0,46545
480	9,5	0,0029	0,0017	0,0012	0,000985	20,8	0,25388
540	5,5	0,0022	0,00165	0,00055	0,000508	10,7	0,11636
600	2,5	0,0018	0,0016	0,0002	0,000205	4,3	0,04231
660	0	0,0016	0,0015	0,0001	0,000113	2,4	0,02116
720	0	0,0015	0,0015	0	0	0	0
780	0	0,0015	0,0015	0	0	0	0
	62			0,00665	0,0047	100	

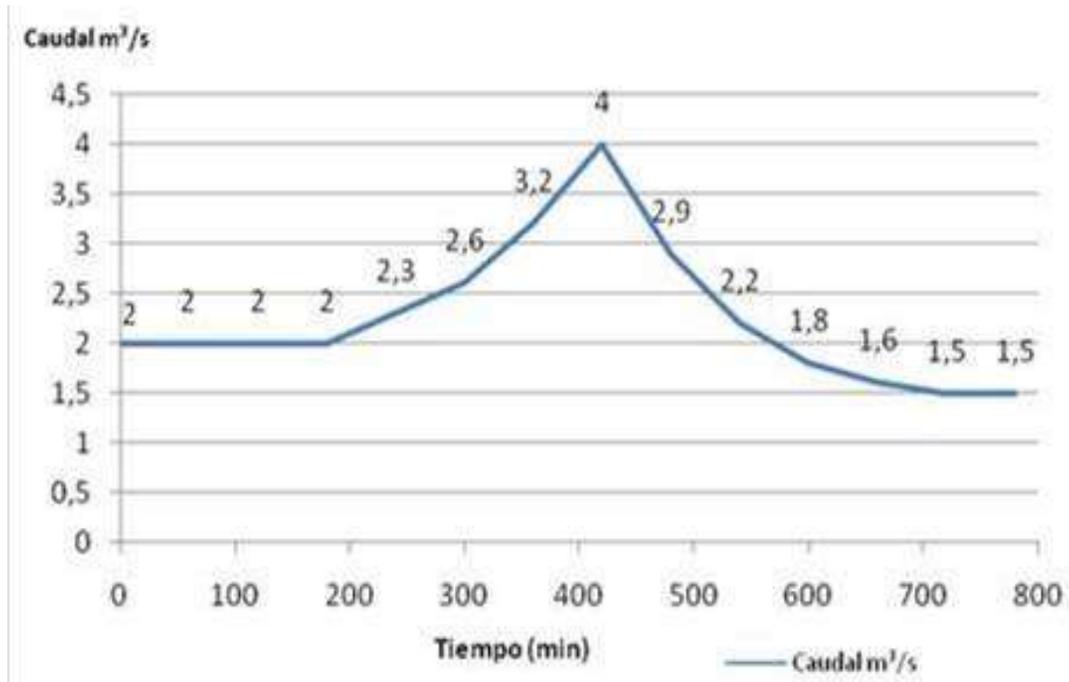
Se calculó la escorrentía directa (figura 42), se trazó un segmento arbitrario ascendente desde el punto de ascenso del hidrograma hasta conectarse con la recesión antes proyectada, determinándose la lámina de escurrimiento directa en cm, para crear la ordenada unitaria se dividió la escorrentía directa entre la sumatoria de la lámina de agua en el período de tiempo evaluado, al graficar se obtuvo el hidrograma unitario (figura 43).

Figura 42. Determinación flujo base



Para el período de estudio del aguacero el caudal máximo alcanzado fue (0,004m³/s, 4 l/s), en la sección de salida, presentado a la quinta (5) hora, con una precipitación de 15,5mm, lo cual corresponde al punto más alto del hidrograma. Al disminuir la precipitación se presenta un descenso, lo cual indica una disminución de reserva hídrica.

Figura 43. Hidrograma caudal respecto al tiempo



La figura 43 indica el inicio de la escorrentía superficial después de un período de tiempo una vez iniciada la precipitación; se puede observar que la curva de recesión es moderada y representa la capacidad que tiene la unidad hidrológica para regular la salida de agua dentro del sistema hidrológico.

Para el período de estudio el aguacero presentó una precipitación de 62mm durante un intervalo de ocho horas (480 minutos). La evaluación del hidrograma unitario se obtuvo de la separación del flujo base y la escorrentía directa para así determinarlo, el cual se observa en el cuadro 22. El flujo base estimado mediante la línea AB de un caudal máximo ocurrido dentro del evento de $0,0018\text{m}^3/\text{s}$, al término de la curva de recesión con los datos calculados de la ordenada del hidrograma unitario se presentó el escurrimiento que da una lamina $0,00665\text{cm}$, en una precipitación efectuada de 8 horas en el área de la unidad hidrológica; la

máxima escorrentía se presentó a la quinta hora con un valor de $0,0022\text{m}^3/\text{s}$ coincidiendo con la disminución de la lluvia.

Es importante analizar que la curva de descenso es de poca inclinación, lo que significa que la unidad hidrológica permite el control de la escorrentía de tal forma que las probabilidades de avenidas considerables son bajas ya que la cobertura vegetal juega un papel importante en el control de la escorrentía directa. El hidrograma unitario para el período de estudio da respuesta a una unidad de precipitación distribuida en un período de tiempo, esta curva expresa la variación del caudal con el tiempo, las características de esta herramienta son determinadas por la geomorfología, características del suelo, la pendiente y la vegetación en la unidad, se puede decir, también que apenas cuando la lluvia cesa ya no hay infiltración y comienza el escurrimiento.

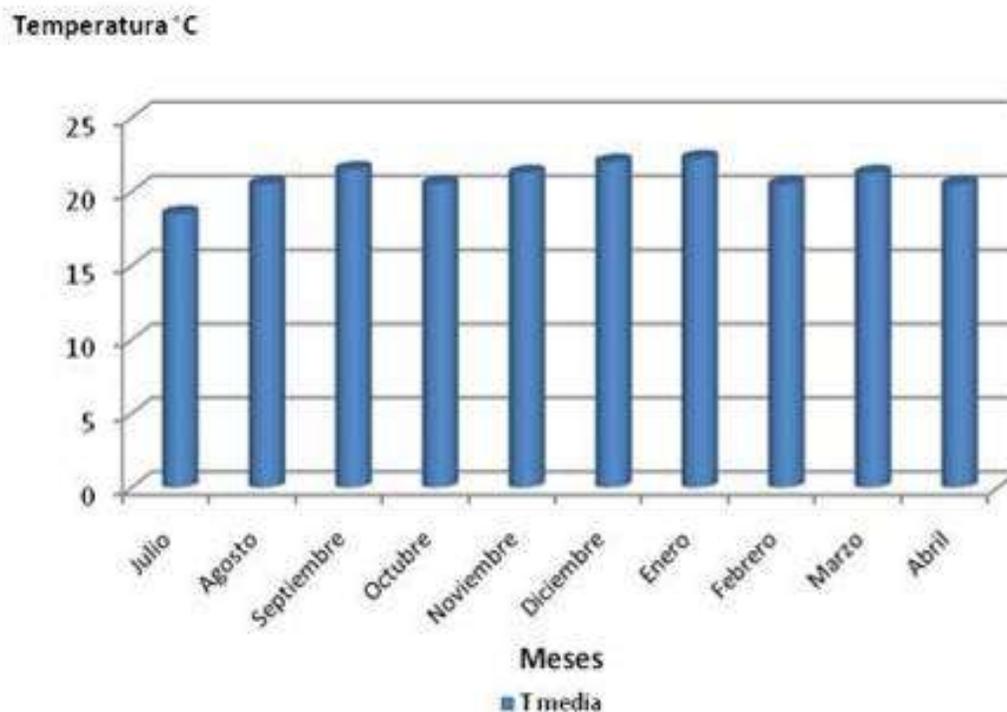
La presencia de cobertura vegetal, capas húmicas acumuladas bajo el bosque, permiten que la capacidad de infiltración del agua sea moderada, lo cual implica un mayor retraso en la formación de la escorrentía directa, se concluye que el bosque se constituye en la mejor cobertura protectora de los suelos ya que controla la escorrentía superficial, contrarresta la concentración de los caudales.

6.2.1.3 Temperatura. Según los datos obtenidos del período de estudio la temperatura media oscila entre los 20.87°C a una altura de 2280m.s.n.m. (cuadro 23 y figura 44).

Cuadro 23. Cálculo de temperatura

Meses	Temperatura (°C)		
	T máx.	T min.	T media
Julio	27	10	18,5
Agosto	30	11	20,5
Septiembre	31,5	11,5	21,5
Octubre	30	11	20,5
Noviembre	32	10,5	21,25
Diciembre	34	10	22
Enero	32	12,5	22,25
Febrero	30	11	20,5
Marzo	32,5	10	21,25
Abril	30	11	20,5

Figura 44. Cálculo de temperatura



6.2.1.4 Geología unidad hidrológica quebrada El Tejar. La superficie del municipio de Carcasí se caracteriza por presentar rocas de edad Pre-Devónica conformada por el Paleozoico del Río Nevado; unidades de rocas Sedimentarias del Cretácico conformadas por las Formaciones Tibú – Mercedes, Aguardiente, Capacho, La Luna y Colon – Mito Juan; Unidades sedimentarias de edad Terciaria conformada por la Formación Barco, Los Cuervos, Mirador y Carbonera; la unidad Cuaternaria está compuesta por depósitos coluviales, aluviales, morrenas y glaciales, “depósitos de morrenas de probable origen glacial” (figura 45), se identifica para la unidad hidrológica El Tejar las siguientes formaciones:

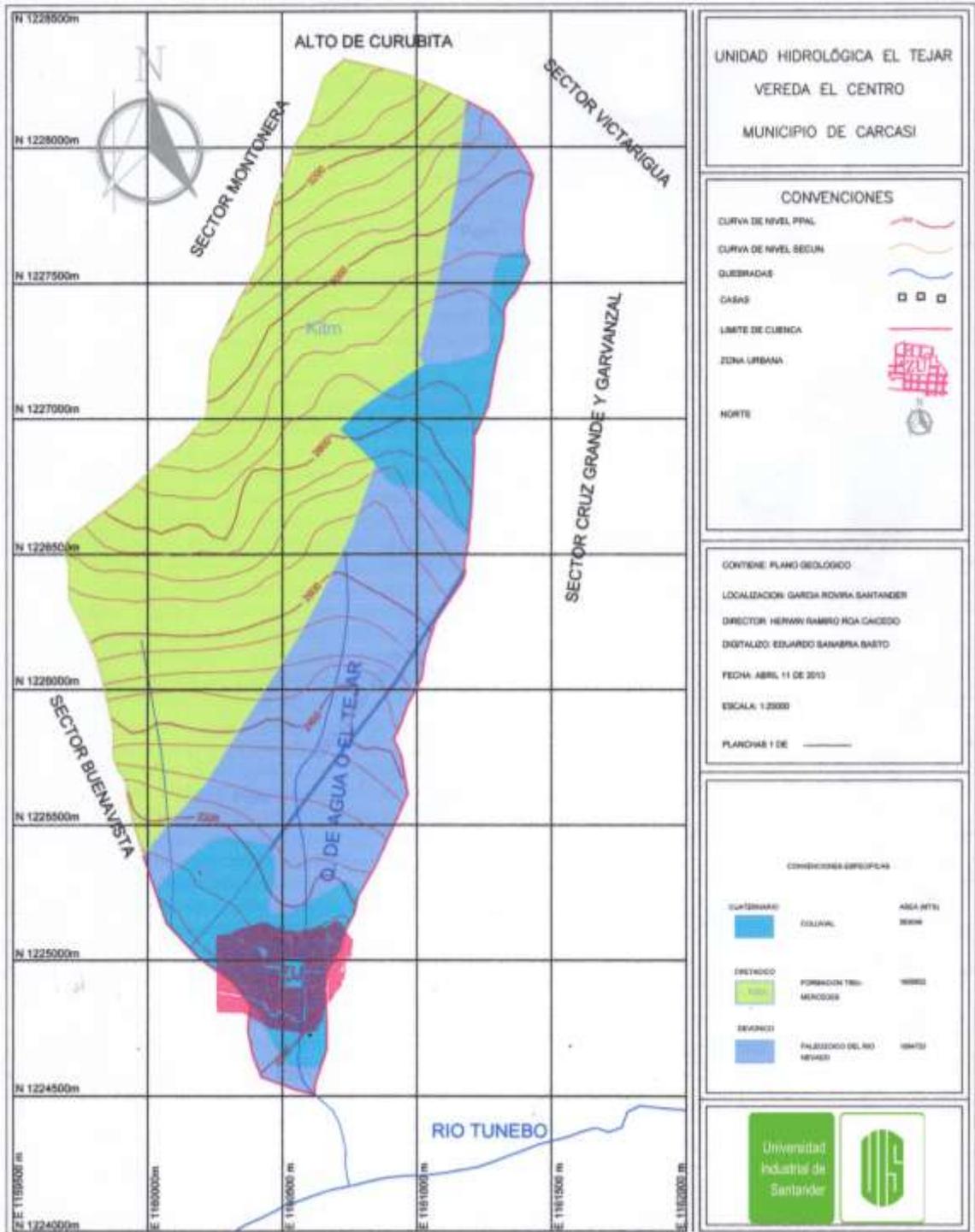
* **Cuaternario.** A este período pertenecen los depósitos de edad reciente, que abarca los últimos uno o dos millones de años y aparición de por lo menos 4 períodos fríos o glaciaciones, que provocan un notable cambio en la climatología del planeta y en consecuencia en las características de los procesos de erosión y acumulación de sedimentos.

A continuación se describen los tipos de depósitos cuaternarios presentes en el área objeto de estudio.

- **Depósitos de derrubio (Qc):** Son depósitos acumulados, por lo general, en terrenos con una topografía empinada, y provienen del desprendimiento de materiales de laderas adyacentes, por la acción de la fuerza de gravedad.

Son de común ocurrencia en escarpes de roca muy fracturada y en zonas de topografía montañosa de pendiente alta. Su extensión es de 56.30 hectáreas.

Figura 45. Mapa geológico



- **Rocas sedimentarias de edad cretácica y terciaria:** en el área de influencia las unidades de rocas Cretácicas y Terciarias presentan un marcado control estructural debido a la influencia ejercida principalmente por los sistemas de fallas regionales de Bucaramanga, Chicamocha y Servita; También se presentan estructuras en forma de Anticlinales y sinclinales; con un relieve característico de escarpes, montañas, laderas y colinas.

Esta unidad de rocas sedimentarias y terciarias presenta evidencias claras y muy marcadas de erosión laminar, formación de terracetas, deslizamientos locales y desprendimiento de la cobertura vegetal, debido a la influencia antrópica presente en la zona que generan inestabilidad en el terreno en sectores con una topografía de pendiente fuerte (25-50-75%).

La nomenclatura utilizada para describir y ordenar cronológicamente las unidades de rocas del Cretácico y Terciario pertenece a la cuenca de Maracaibo influencia de la cuenca del Catatumbo.

- **Formación Tibú – Mercedes (Kitm):** estas unidades por separado fueron descritas en el área de la Concesión Barco como miembro inferior y medio del Grupo Uribante (NOTESTEIN, F.B. et al., 1944), que posteriormente fueron elevados al rango de formaciones Tibú y Mercedes. En este informe por razones de sus contactos confusos, se consideran como una sola unidad, denominada Formación Tibú-Mercedes, que aflora al Oriente de Santander.

Está constituida por una alternancia de calizas biomicríticas, grises oscuros, localmente arenosos y arcillosos, lodolitas y areniscas gris oscuras, fosilíferas, micáceas. Hacia la parte inferior se encuentran areniscas de grano medio a conglomeráticas, levemente calcáreas, micáceas e interpuestas por capas de lodolitas grises con nódulos ferruginosos. Estos sedimentos se depositaron en un ambiente marino de aguas tranquilas o con corrientes ligeramente reductoras.

Los contactos de la Formación Tibú-Mercedes en Santander son concordantes con la infra yacente Formación Río-Negro y con la supra yacente Formación Aguardiente. Con base en estudios paleontológicos, varios autores coinciden en asignarle edad del Aptiano superior a Albiano inferior. Es correlacionable con las formaciones Rosablanca y Paja del Valle Medio del Magdalena. Su extensión es de 185.96 hectáreas.

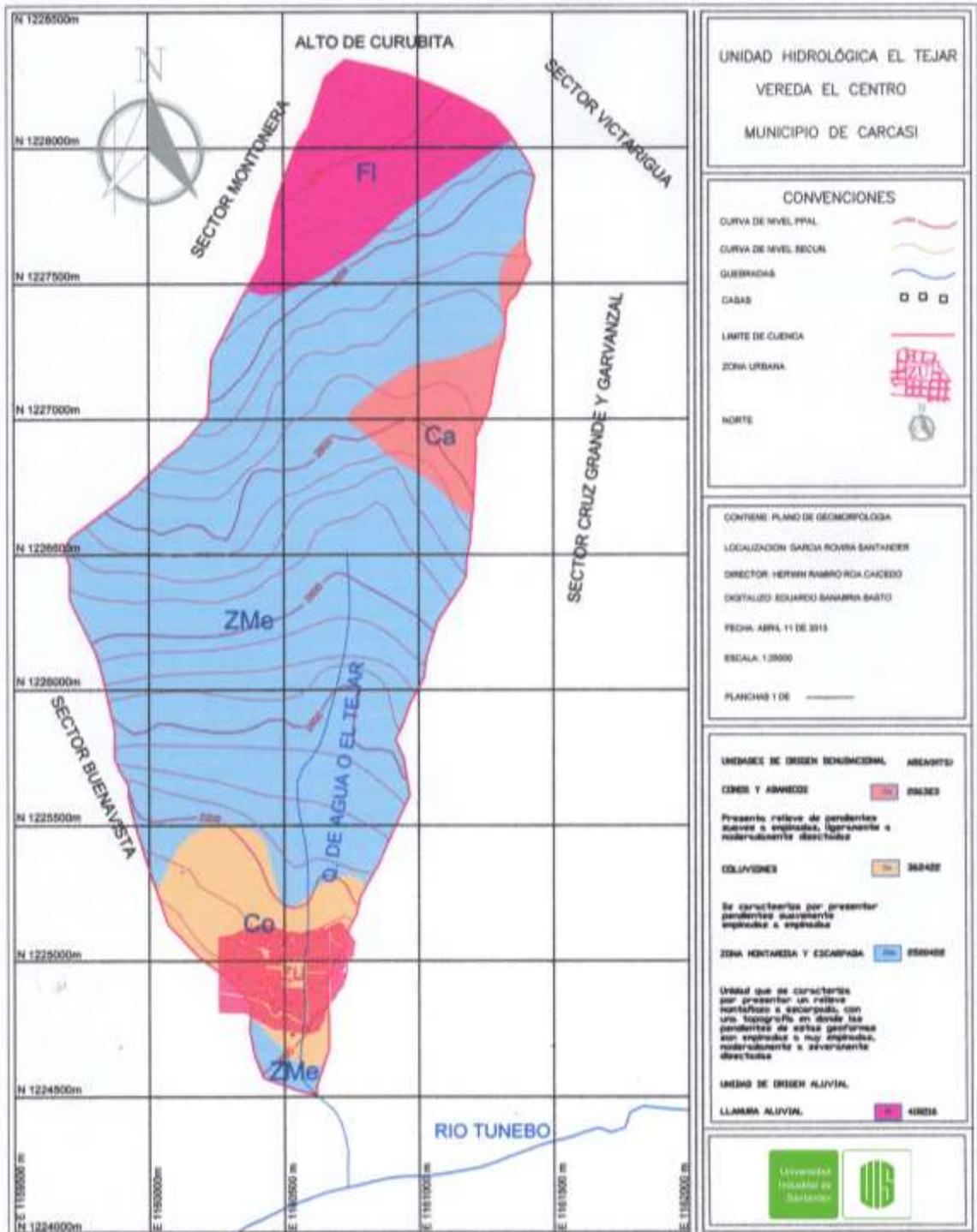
- **Paleozoico del Río Nevado (Pcrn)**: esta unidad fue estudiada por primera vez por Stibane y Forero (1969) en el puente Totumo sobre el Río Nevado, que sirve de límite entre Boyacá y Santander.

En general la unidad está compuesta por limolitas gris verdosas y rojizas, lodolitas rojo grisáceas, con nódulos calcáreos, lutitas gris amarillentas, alternancia de calizas y niveles delgados de conglomerados con fragmentos de caliza y areniscas; estos sedimentos corresponden a un ambiente de plataforma marina o un dominio de zonas de aguas poco profundas. Ocupa una extensión de 108. 47 hectáreas.

El Paleozoico del Río Nevado en Santander se presenta en contacto discordante y fallado con unidades del Cretácico inferior (Tibú – Mercedes y Capacho). Con base en fauna y flora presentes en la unidad se le ha asignado una edad Carbonífero inferior a Pérmico (STIBANE y FORERO, 1969).

6.2.1.5 Geomorfología. La unidad hidrológica quebrada El Tejar se desarrolla sobre la unidad geomorfológica de laderas intermedia, la cual presenta una topografía suave con pendientes ligeramente empinadas (figura 46).

Figura 46. Mapa geomorfológico



El modelamiento de las actuales geoformas obedece a la acción continuada de los procesos de denudación de la corteza terrestre, entre ellos la erosión y fenómenos de remoción en masa, los cuales en muchos de los casos son acelerados por la interacción de diferentes factores de tipo litológico, estructural, hidrometeorológico etc. y actividades antrópicas inadecuadas.

La identificación y clasificación de las geoformas en la unidad hidrológica se hace teniendo en cuenta la forma del relieve y su génesis, ya que cada unidad representa zonas homogéneas cuyo comportamiento mecánico es diferente, respecto a los agentes degradacionales que modelan y modifican el paisaje.

- **Conos y Abanicos (CA):** se caracteriza por presentar un relieve de pendientes suaves a empinadas, ligeramente a moderadamente disectadas. Unidad originada por la influencia combinada de los fenómenos aluviales y coluviales, caracterizado por capas alternas formadas por una mezcla heterogénea de materiales (arenas, limos, fragmentos de rocas). Unidad geomorfológica característica de la zona. Ocupa una extensión de 20.63 hectáreas.

- **Coluviones (Co):** Proceso de depositación o acumulación de materiales heterogéneos de varios tamaños (partículas, fragmentos de roca) sobre la base de laderas de montañas, colinas y escarpes, estos materiales proceden de fenómenos de remoción en masa en los cuales hay transportación de detritos por acción gravitacional e hidro gravitacional, tales como: Flujos terrosos, deslizamientos, derrumbes, desplomes, etc. Igualmente comprende las acumulaciones más finas homogéneas procedentes de la suma de los fenómenos de erosión laminar o inter-fluvial, erosión pluvial y reptación de suelos¹⁵.

¹⁵VILLOTA, H. (1991). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Bogotá: IGAC. 1991. En: ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL CARCASÍ. Esquema de ordenamiento territorial. Carcasí: Administración municipal y oficina de planeación municipal, 2003.

Sobre esta unidad geomorfológica está asentado el casco urbano del municipio de Carcasí; se caracteriza por presentar pendientes suavemente empinadas a empinadas; ocupa una extensión de 36.24 hectáreas.

- **Zona montañosa y escarpada (ZMe):** esta unidad se caracteriza por presentar un relieve montañoso a escarpado, con una topografía en donde las pendientes de estas geoformas son empinadas a muy empinadas, moderadamente a severamente disectada. Característico de la mayor parte de la micro cuenca.

Por tener una topografía característica de pendientes que varían entre 25-50-75%, la morfodinámica predominante en la unidad está definida por la formación de terracetas y generación de procesos erosivos acelerados debido a la influencia antrópica, en sectores dedicados al sobrepastoreo, mal uso del suelo y pérdida de la cobertura vegetal la cual aumenta la escorrentía en períodos de alta precipitación; También se presentan algunos fenómenos remoción en masa de reptación, caídas de rocas, deslizamientos locales y torrencialidad de algunas quebradas, por la tala indiscriminada y no-conservación del perímetro ambiental que causa procesos erosivos laterales y socavamiento de los ríos y quebradas de la zona.

Esta unidad geomorfológica presenta un relieve característico de origen glacial; en general son morrenas depositadas en las ultimas glaciaciones y están constituidas por grandes bloques dentro de una matriz limo arenosa de tonos amarillentos, localizados en entre las cotas 3200 y 4000msnm característicos de la parte alta. Ocupa una extensión de 352.04 hectáreas.

- **Unidad de origen aluvial FI:** comprende aquellas geoformas del terreno originadas durante la evolución de corrientes de agua que arrastran sedimentos y partículas en suspensión, localmente corresponde a planicies de inundación, depósitos de barras y terrazas de poca extensión.

Se caracteriza por presentar topografía con pendientes aproximadamente planas a suavemente empinadas; ligeramente a moderadamente disectadas. La unidad geomorfológica de tipo aluvial **(FI)**. Su extensión es de 41.82 hectáreas

6.2.2 Componente biológico

6.2.2.1 Suelos. Los mayores problemas que afronta la unidad hidrológica quebrada El Tejar son originados por el mal uso de los suelos, dejándolos desprotegidos, se detecta que empieza a presentar algunos problemas erosivos, empobrecimiento de la tierra laborable; el recurso suelo juega un papel importante dentro de la unidad hidrológica ya que de él depende la producción agrícola y pecuaria como la capa vegetal.

*** Perfil del suelo de la unidad hidrológica**

Perfil No 1

Lugar: finca El Borrachero

Vereda: centro

Altitud: 3.000msnm

Unidad: suelos de montaña en clima muy frío húmedo

Uso actual del suelo: ganadería

Grado de pendiente: topografía fuertemente quebrada - o moderadamente escarpada del 25 al 50%.

Zona de vida: Bh – MB bosque húmedo montano bajo.

Vegetación actual: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Soruro (*Eugenia sp*), Loqueto (*Escallonia pendula*), Cordoncillo (*Piper sp*), Aliso (*Alnus acuminata*), Jobo (*Spondians mombin*), Garrocho (*Viburnun tinoides*), Urapan (*Fraxinus chinensis*), Encenillo (*Weinmania sp*). Camadero (*Brugmasia sanguínea*).

Figura 47. Perfil del suelo No. 1



Horizonte A: textura franco, presenta materia orgánica, estructura en bloques, presenta color negro, mancha los dedos con tonalidades oscuras, con una profundidad de 0-35cm, presencia de raíces finas.

Horizonte B: hay presencia de roca, presento una tonalidad marrón con una profundidad > de 35cm.

Perfil No 2

Lugar: finca Ovejera parte baja

Vereda: centro

Altitud: 2200msnm

Unidad: suelos de montaña en clima frío húmedo

Uso actual del suelo: agricultura- pastos -ganadería

Grado de pendiente: topografía fuertemente quebrada - o moderadamente escarpada del 25 al 50%.

Zona de vida: Bh – MB bosque húmedo montano bajo.

Vegetación actual: Eucalipto (*Eucaliptus globulus*), Soruro (*Eugenia sp*), Loqueto (*Escallonia pendula*), Cordoncillo (*Piper sp*), Aliso (*Alnus acuminata*), Hubo (*Spondians mombin*), Garrocho (*Viburnun tinoides*), Urapan (*Fraxinus chinensis*), Ciprés (*Cupressus lusitánica*).

Figura 48. Perfil del suelo No. 2



Horizonte A: presenta color pardo con una profundidad de 25cm textura gruesa, estructura en bloques, ausencia de raíces no mancha los dedos, agregados duros.

Horizonte B: hay presencia de roca, color amarillo claro, ausencia de raíces, carece de humus, estructura en bloque con textura gruesa.

Perfil No 3

Lugar: finca Carrizal

Vereda: centro

Altitud: 1.750msnm

Unidad: suelos de montaña en clima medio húmedo

Uso actual del suelo: rastrojos

Grado de pendiente: topografía fuertemente quebrada o moderadamente escarpada del 25 al 50%.

Zona de vida: Bh – MB bosque húmedo montano bajo.

Vegetación actual: Eucalipto (*Eucaliptus globulus*), Soruro (*Eugenia sp*), Loqueto (*Escallonia pendula*), Cordoncillo (*Piper sp*), Aliso (*Alnus acuminata*), Hubo (*Spondians mombin*), Garrocho (*Viburnun tinoides*), Urapan (*Fraxinus chinensis*), Ciprés (*Cupressus lusitánica*), chachafruto (*Eritrina edulis*), Guayabo (*Psidium guajaba*).

Figura 49. Perfil del suelo No. 3



Horizonte A: presenta color amarillento, capa de materia orgánica inferior a 10cm usencia de raíces textura arcillosa, estructura en bloque, se deja moldear, profundidad de 20cm.

Horizonte B: hay presencia de roca, color pardo, carencia de raíces

* **Estructura del suelo.** Las partículas del suelo no se encuentran aisladas, forman unos agregados estructurales, estos están formados por partículas

individuales (minerales, materia orgánica y huecos) y le confieren al suelo dos tipos de estructura (figura 50):

Figura 50. Estructura del suelo quebrada El Tejar



Estructura granular y migajosa: son partículas individuales de arena, limo y arcilla agrupadas en granos pequeños casi esféricos. El agua circula muy fácilmente, se encuentran en el horizonte A del perfil del suelo.

Estructura en bloque o bloque subangular: partículas de suelo que se agrupan en bloques casi cuadrados o angulares con los bordes más o menos pronunciados; los bloques relativamente grandes indican que el suelo resiste la penetración y el movimiento del agua; se encuentran en el horizonte B con acumulación de arcilla.

* **Determinación profundidad efectiva.** La unidad hidrológica El Tejar presenta una profundidad efectiva superficial del 0.50cms, se califica como suelo moderadamente profundo.

* **Determinación de la textura de la unidad hidrológica.** La parte alta de la unidad hidrológica presenta textura franco arenosa (75% arena, 5% de arcilla y

20% de limo), lo cual les permite una gran aireación, y si bien absorben bien el agua, no tienen capacidad para retenerla, por tanto tampoco conservan los nutrientes, los cuales por lixiviación son arrastrados hacia el subsuelo; en la parte baja se califica textura franca (45% arena, 40% limo y 15% arcilla).

* **Análisis físico químico del suelo de la unidad hidrológica quebrada El Tejar.** De acuerdo al análisis realizado por el laboratorio químico de suelos de la universidad industrial de Santander (anexo E), el análisis físico químico del suelo se puede especificar de la siguiente manera:

PH 5,4 se clasifica como MEDIANAMENTE ACIDO, según Scheffer y Schanschschabel, citados por Fassbender (1982). Es esencial para el crecimiento de las plantas, no puede ser sustituido por ningún otro nutriente. La planta debe tener P para cumplir su ciclo normal de producción; en el pH del suelo tienen influencia varios factores, entre los que se incluyen: material de origen y profundidad del suelo, precipitación, inundación, vegetación natural, cultivos sembrados y fertilización nitrogenada; es necesario aplicar cal para la mayoría de los cultivos.

P = 136 BUENO, desempeña un papel importante en las transformaciones de energía y participa en el metabolismo de la grasa y la proteína, estimula el desarrollo de las raíces y por consiguiente en el crecimiento general de la planta.

Ca = 6,83 ALTO, importante ya que aumenta el vigor general de las plantas y el endurecimiento de los tallos.

Mg = 2,62 MEDIO, constituye la molécula de la clorofila por lo tanto está involucrado activamente en la fotosíntesis, las deficiencias de Mg ocurren con más frecuencia en suelos ácidos sujetos a alta precipitación y en suelos arenosos.

Na = 0.42 BAJO, el sodio es móvil dentro de la planta y comparado con otros nutrientes como el potasio y el magnesio tiene un significado secundario dentro de la nutrición de la planta. Regula la presión osmótica a nivel celular el cual conduce a un eficiente uso del agua. La deficiencia de sodio causa clorosis y necrosis, e inclusive puede impedir la formación de flores.

K = 0.37 BAJO, es un nutriente esencial de la planta. Una función importante del K en el crecimiento de las plantas es la influencia de este nutriente en el uso eficiente del agua; el proceso de apertura y cerrado de los poros de las hojas (denominados estomas) es regulado por la concentración de K en las células que rodean estos poros; la escasez de K no permite que los estomas se abran totalmente y que sean rápidos al cerrarse; esta condición hace que el estrés que sufre la planta por falta de agua sea mayor.

B = 0.42 BAJO, el B es esencial para la germinación de los granos de polen, el crecimiento del tubo polínico y para la formación de semillas y paredes celulares. Forma también complejos borato-azúcar que están asociados con la translocación de azúcares y es importante en la formación de proteínas.

La deficiencia de B generalmente detiene el crecimiento de la planta, primero dejan de crecer los tejidos apicales y las hojas más jóvenes; esto indica que el B no se tras loca fácilmente en la planta.

Fe = 121 ALTO, el Fe es un metal que cataliza la formación de la clorofila y actúa como un transportador del oxígeno; también ayuda a formar ciertos sistemas enzimáticos que actúan en los procesos de respiración; la deficiencia de Fe aparece en las hojas como un color verde pálido (clorosis), mientras que las venas permanecen verdes, desarrollando un agudo contraste.

Debido a que el Fe no se transloca dentro de la planta, los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas jóvenes en la parte superior de la planta; una deficiencia severa puede dar a toda la planta un color amarillento a blanquecino.

Mn = 12.8 MEDIO. El Mn funciona principalmente como parte de los sistemas enzimáticos de las plantas. Activa varias reacciones metabólicas importantes y juega un papel directo en la fotosíntesis al ayudar a la planta a sintetizar clorofila. El Mn acelera la germinación y la maduración de las plantas e incrementa la disponibilidad de P y Ca.

Debido a que el Mn no se transloca en la planta, los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas jóvenes, como un amarilla miento entre las venas, en algunas ocasiones aparecen una serie de puntos de color café oscuros; en los cereales de grano pequeño aparecen áreas grises cerca de la base de las hojas jóvenes.

Cu = 1.48 ALTO, es el componente estructural de algunas proteínas, actúa en procesos como la fotosíntesis, respiración, regulación hormonal, es un elemento poco móvil en la planta.

Zn = 18.1 ALTO, el Zn fue uno de los primeros micronutrientes reconocido como esencial para las plantas; además, es el micronutriente que con más frecuencia imita los rendimientos de los cultivos.

El Zn ayuda a la síntesis de sustancias que permiten el crecimiento de la planta y la síntesis de varios sistemas enzimáticos; es esencial para promover ciertas reacciones metabólicas y además es necesario para la producción de clorofila y carbohidratos. El Zn no se transloca dentro de la planta, por lo tanto, los síntomas de deficiencia aparecen primero en la hojas nuevas y otras partes jóvenes de la planta.

La deficiencia de Zn en maíz hace que el ápice se torne de color amarillento claro o blanco en las etapas iniciales del crecimiento de la planta; las hojas desarrollan franjas de color amarillento (clorosis) localizadas a un lado o a ambos lados de la nervadura central; síntomas en otros cultivos incluyen el color bronceado en el arroz, hojas pequeñas en los árboles frutales y severo retraso del crecimiento en maíz y frijol.

Los suelos pueden contener desde pocos hasta cientos de kg de Zn por hectárea; generalmente, los suelos de textura fina contienen más Zn que los suelos arenosos, sin embargo, el contenido total de Zn en el suelo no indica cuanto de este nutriente está disponible para el cultivo.

N = 30.51 BUENO, es esencial para el crecimiento de la planta, forma parte de cada célula viviente; las plantas requieren de grandes cantidades de N para crecer normalmente, el N es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de la clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. La carencia de N y en consecuencia la carencia de clorofila no permite que la planta utilice la luz solar como fuente de energía en el proceso de la fotosíntesis y la planta pierde la habilidad de ejecutar funciones esenciales como la absorción de nutrientes.

El N es un componente de las vitaminas y los sistemas de energía en la planta; es también un componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman proteínas, por lo tanto, el N es directamente responsable del incremento del contenido de proteínas.

Cantidades adecuadas de N producen hojas de color verde oscuro, debido a que éstas tienen una alta concentración de clorofila; la deficiencia de N resulta en clorosis (amarillamiento) de las hojas debido a presencia de cantidades reducidas de clorofila; este amarillamiento se inicia en las hojas más viejas y luego se traslada a las hojas más jóvenes, a medida que la deficiencia se torna más severa.

M.O 14.44 % ALTA, proviene de los restos de plantas y animales, representa una etapa una etapa determinada de un movimiento interminable de los elementos carbono, hidrogeno, fosforo y azufre entre los organismos vivos y el reino mineral. La materia orgánica influye en el color, formación de agregados, la plasticidad, la capacidad de retención del agua, capacidad de intercambio cationico, regulación del pH.

Conductividad.147.7 ALTO muy fuertemente salino, afectan el crecimiento de las plantas directamente al aumentar la presión osmótica de la solución del suelo, por acumulación de ciertos iones en concentraciones toxicas en el tejido vegetal y alterando la nutrición mineral de las plantas.

- **Descripción de los suelos:** la unidad de paisaje se define como una porción de la superficie de terreno que tiene morfología homogénea como resultado de la actividad de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre. Esta unidad es la base fundamental para el análisis territorial que permite identificar los parámetros que afectan el uso de la tierra; el paisaje se comporta como una entidad espacial y temporal integrada; el estudio de los paisajes realiza un enfoque interdisciplinario que permite un real entendimiento del suelo y la formulación del plan de manejo para la unidad hidrológica.

Generalidades: El punto de partida para el análisis del paisaje es la descripción de las formas del terreno o análisis geomorfológico mediante la interpretación de fotografías aéreas; el análisis integrado de la geomorfología, el material litológico superficial, la vegetación natural, las redes de drenaje, etc, se enmarcan dentro de condiciones climáticas definidas que finalmente se consignan en un mapa de unidades de paisaje que muestra las diferencias espaciales en una extensión de la superficie terrestre y representa las propiedades de cada unidad. La utilidad del mapa uso de suelos (figura 51) en el proceso de ordenamiento territorial para la

caracterización, análisis y espacialización de los sistemas de producción; además, la leyenda de mapa de unidades de paisaje refleja la dinámica de los procesos pedológicos.

El símbolo que identifica cada delineación en el mapa de suelos está compuesto por tres letras mayúsculas, una o más minúsculas y un número arábigo. La primera letra mayúscula representa el paisaje, la segunda el clima ambiental y la tercera la unidad cartográfica y el contenido pedológico. Las letras minúsculas indican la pendiente y el número arábigo el grado de erosión.

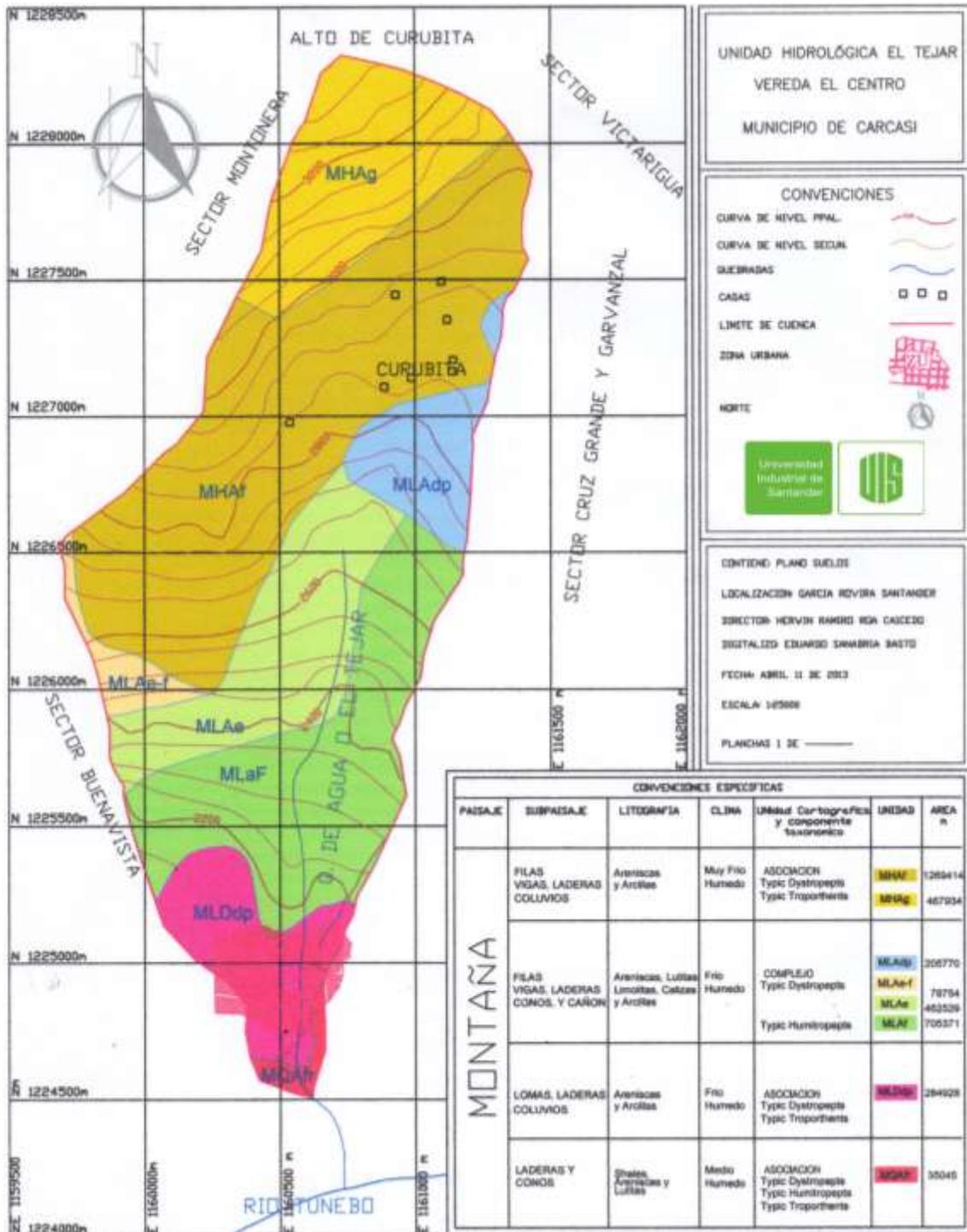
* **Unidades de suelos**¹⁶: de acuerdo a la cartografía existentes en el municipio y al mapa de suelos (figura 51), la quebrada El Tejar, presenta las siguientes unidades:

- **Suelos de montaña en clima muy frío húmedo.** Corresponde al área localizada entre los 3.000 y 3.800m.s.n.m., el relieve es ligeramente inclinado hasta escarpado, con pendientes de 12% en las áreas más planas hasta mayor de 75% en los terrenos escarpados. Los suelos se han desarrollado sobre materiales del cretácico, terciario y cuaternario, encontrando las siguientes unidades cartográficas:

Suelos Lithic Troorthents (MHAf). Este conjunto de suelos se encuentran en las partes altas del paisaje de filas – vigas de origen fluvio – glacial, son bien drenadas y muy superficiales, limitados por la presencia de la roca (areniscas). Ocupan una extensión de 1269414m² 126 Ha

¹⁶Administración Municipal Carcasí. Op. Cit.

Figura 51. Mapa suelos



El perfil es de tipo A / AB; el horizonte A es delgado de color negro, textura franco arenosa con gravilla; sigue un AB mezclado con fragmentos de diferente tamaño de color pardo grisáceo, textura franca con gravilla.

La materia orgánica es alta en el primer horizonte; la reacción es fuertemente ácida; la fertilidad natural es muy baja.

Suelos Typic Dystropepts (MHAg). Se localizan en las partes plano - cóncavas del subpaisaje de filas – vigas. Son moderadamente profundos, limitados por las rocas de formación (areniscas), son moderadamente bien drenados. Ocupan una extensión de 467934m² 46 Ha.

El perfil es moderadamente evolucionado, de tipo A / B. El horizonte A es de 20cm color negro, textura franca, estructura en bloques subangulares medios; el B es de 30cm, color pardo con fragmento de roca, textura franco arenosa gravillosa, estructura incipiente.

La materia orgánica es alta en el primer horizonte y bajo en los subsiguientes; la reacción es fuerte ácida; la fertilidad natural es baja. El otro componente de la unidad está conformado por afloramiento de las rocas de formación en topografía fuertemente quebrada.

- **Suelos de montaña en clima frío húmedo:** el paisaje de montaña en este clima, está compuesto por una serie de superficies formadas por coluvios asociados a las geoformas anteriores o sea formados por acción glaciofluvial, formando conos, lomas y laderas; en cuya morfología se encuentran rocas subangulares y redondeadas de composición heterogénea.

Esta unidad se extiende en la parte central de la unidad hidrológica entre 2.000 y 3.000m.s.n.m. El relieve que se presenta está compuesto por fases inclinadas hasta quebrada y escarpada con pendientes desde 12 hasta mayores de 75%

según la fase. A esta unidad climática pertenecen las siguientes unidades cartográficas:

ASOCIACION TYPIC DYSTROPEPTS – TYPIC TROPORTHENTS – TYPIC HUMITROPEPTS. SIMBOLO EN EL MAPA MLAc, MLAdp – MLAef – MLAe, MLAf: esta asociación se ubica en los subpaisajes de filas – vigas, laderas, conos y cañón localizadas hacia el centro de la micro cuenca.

Ocupa una extensión de:

MLAdp = 205770 m² 20.5 Ha

MLAef = 78754 m² 7.8 Ha

MLAc = 462529 m² 46.25 Ha

MLAf = 705371 m² 70.53 Ha

Presenta relieve desde fuertemente inclinado en los conos hasta escarpado en laderas y cañones, con pendientes desde 12% hasta 75%; se presenta fenómenos de erosión laminar, ligera y remoción en masa tipo pata de vaca.

El material parental está constituido por areniscas, lutitas, limolitas, calizas fosilíferas y arcillas, los cuales han originado suelos bien drenados, moderadamente profundos y superficiales; la mayor parte de la unidad se encuentra en ganadería en pasto Kikuyo y Poas y pequeñas áreas de cultivos de maíz, frijol, etc.

Suelos Typic Dystropepts. Los suelos se ubican en la parte media de la unidad (lomas); son profundos, bien drenados; se han formado a partir de calizas y lutitas estratificadas. El horizonte A es de 20cm color gris muy oscuro, textura franca gravillosa, estructura en bloques subangulares moderados de consistencia friable; el horizonte B es grueso de 90 cm, color pardo amarillento, textura franco arcillosa con piedra, estructura en bloques subangulares moderados; a los 130 cm se encuentra un R conformado por lutita. La reacción del suelo es de ligeramente

ácida a neutro; el contenido de materia orgánica es medio; la fertilidad natural es media.

Suelos Typic Troorthents. Estos suelos se ubican en las partes convexas y laderas de la unidad; son bien drenados, moderadamente profundos. Se han originado sobre lutitas y areniscas.

El perfil tiene una morfología de tipo A / C; el horizonte A es de 30 cm, tiene color pardo oscuro, textura franco arcillo gravilosa, estructura en bloques subangulares, medios y finos; descansa sobre un C de color pardo grisáceo, textura arcillo gravilosa, estructura en bloques subangulares. La reacción del suelo es ligeramente ácido; el contenido de materia orgánica es bajo; la fertilidad natural media.

Suelos Typic Humitropepts. Estos suelos se ubican en las partes bajas y plano cóncavas de la unidad, son profundos, bien drenados; el perfil se ha desarrollado sobre lutitas y calizas interstratificadas.

La secuencia de horizontes es de tipo A / B; el horizonte A es de 40 cm, de color negro, textura franco arcillo; estructura en bloques subangulares medios, moderadamente desarrollados; el horizonte B se profundiza hasta 120 cm, el color es pardo grisáceo, textura franco arcillo gravilosa, estructura en bloques subangulares, moderados y finos; la reacción es moderada a ligeramente ácido; el contenido de materia orgánica es medio; la fertilidad natural es de media a alta.

- **Suelos de montaña en clima medio húmedo:** este paisaje se encuentra al suroccidente de la unidad hidrológica, hacia el río Tunebo, tiene relieve quebrado, el cual está afectado por erosión laminar, en surcos y pata de vaca en grado ligero hasta moderado; el material geológico está compuesto por rocas del paleozoico y del cretácico. Se delimita la siguiente unidad cartográfica:

ASOCIACION TYPIC TROPORHENTS – TYPIC DYSTROPEPTS – SÍMBOLO EN EL MAPA MQAfr: esta unidad aparece en los subpaisajes de laderas y conos;

en las laderas son quebradas y escarpadas con pendientes entre 25 – 50 y 75%; la parte más plana la pendiente está entre 7 y 12%. Están afectadas por erosión laminar y pata de vaca en sectores, en grados ligero a moderado. La unidad se localiza en la parte baja de la unidad hidrológica. Ocupa una extensión de MQAfr 35045m² 3.50Ha.

El material parental está constituido por Shales, lutitas y areniscas; los suelos son superficiales a moderadamente profundos y bien drenados. El uso es más ganadero que agrícola, hay algunos cultivos de tabaco, frijol y maíz; los limitantes para el uso de los suelos son escasa profundidad radicular, pendientes y erosión.

Suelos Typic Troporthents: estos suelos se localizan en las partes altas y medias de las laderas, son moderadamente profundos a superficiales, con texturas medias y finas con gravilla; se han desarrollado a partir de areniscas.

El horizonte AB es de 50cm, color pardo gris muy oscuro, textura franco arcillosa con gravilla, estructura en bloques subangulares medios y finos; sigue un horizonte BC de color pardo oscuro, textura franco arcillosa con abundante gravilla y piedra, estructura en bloques subangulares; a los 130 aparece un R o roca de formación (arenisca), todo el perfil presenta abundante cascajo fino y fragmentos rocosos. La reacción es fuertemente ácida; el contenido de materia orgánica es bajo; la fertilidad natural es de media a baja.

Suelos Typic Dystropepts: esta unidad se localiza en las partes medias y bajas de la unidad, presenta texturas medias sobre finas; son bien drenados y se han desarrollado a partir de lutitas.

La morfología del perfil muestra un suelo medianamente evolucionado de tipo A / B; el horizonte A es de 20cm, color gris oscuro, textura franco arcillosa con

gravilla, estructura en bloques subangulares medios; sigue un B de color pardo grisáceo, textura franco arcillosa gravilosa, estructura en bloques subangulares, plásticos y pegajosos. La reacción es fuertemente ácido; el contenido de materia orgánica es bajo; la fertilidad natural es baja a media.

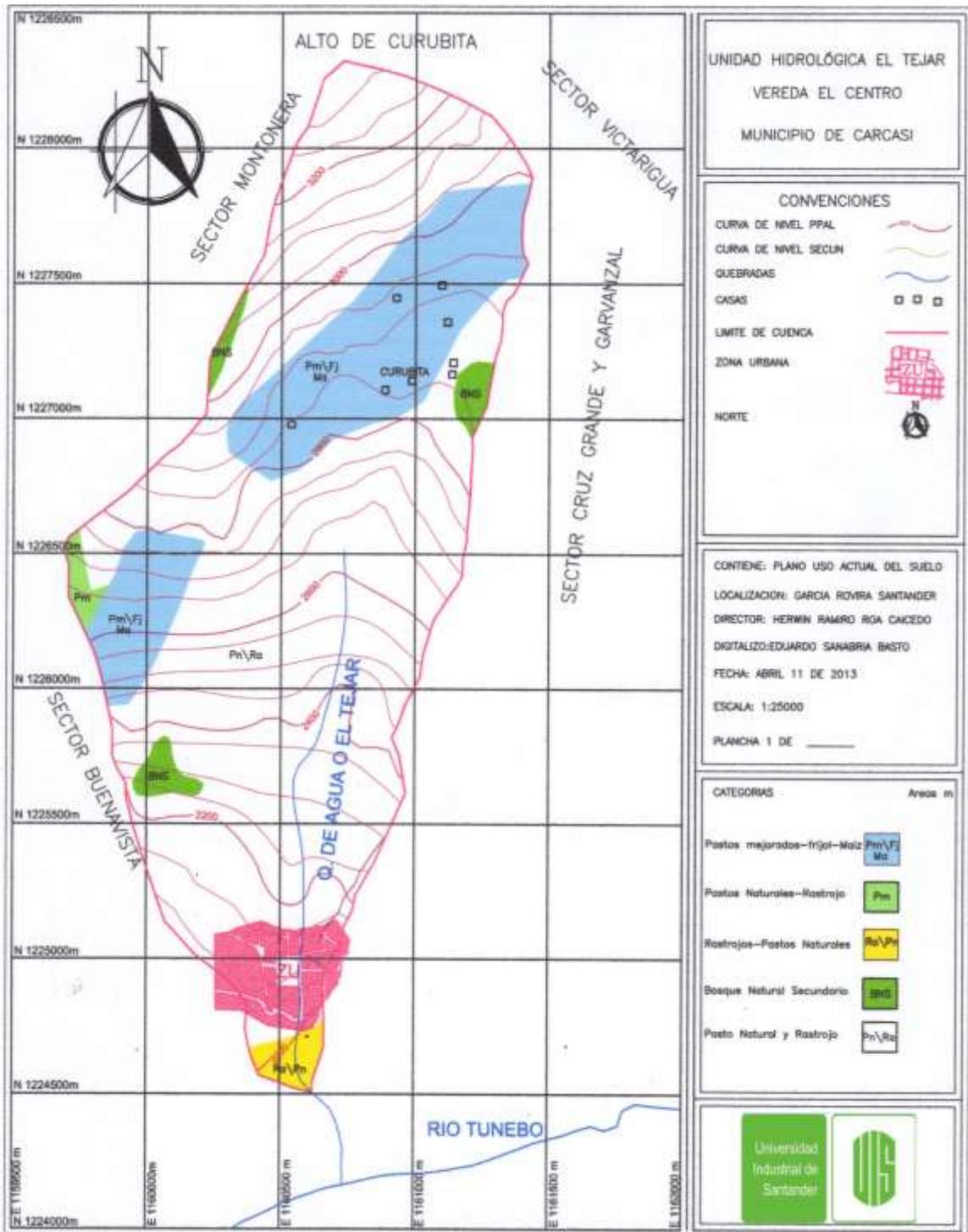
* **Uso actual del suelo.** El uso actual de la unidad hidrológica corresponden todos elementos que se encuentran dentro de ella ya sean naturales o creados por el hombre como el establecimiento de cultivos como medio de subsistencia para la comunidad (figura 52).

Figura 52. Uso actual del suelo



Dentro de la unidad hidrológica se encuentran los siguientes usos de suelo (figura 53):

Figura 53. Mapa uso actual del suelo



- **Asociación pastos naturales - rastrojos 75.51% (Pn\Ra):** Los pastizales presentan formaciones herbáceas asociadas, donde dominan las gramas naturales y en menor proporción Kikuyo y tréboles; ocupa una extensión de 264has, tienen un uso pecuario extensivo y presentan en algunos sectores pastos poco densos, favoreciendo los procesos erosivos. Los rastrojos poseen baja biodiversidad en general, pero existen otros con algún grado de complejidad biótica.

- **Asociación pastos mejorados - frijol – maíz 19.2% (Pm\FjMa):** Esta unidad está compuesta por pasto Kikuyo principalmente, para ganaderías semi intensivas, ocupa una extensión de 67.2has. Como prácticas de manejo se hace control de malezas con machete y la rotación de potreros. Son frecuentes también las gramas nativas; los otros componentes de la unidad son los cultivos de frijol y maíz que tienen un ciclo vegetativo de 5 a 6 meses.

En el primer semestre es más común el cultivo de frijol y maíz; en el segundo semestre es frecuente dejar los barbechos en rastrojos o socas para luego utilizarlos nuevamente en cultivos. Este sistema se desarrolla en la mayor parte de la unidad hidrológica en áreas relativamente pequeñas. El 40% de las cosechas de maíz y frijol se consume por las familias campesinas y el 30% restante se comercializa.

- **Bosque natural secundario 2.21% (BNS):** el bosque secundario dentro de la unidad hidrológica presenta un área muy mínima principalmente por factores ambientales y la intervención antropica afectando el proceso regeneración natural. Presenta un bosque homogéneo, poseen varios estratos conformados por especies de diferente porte y variedad de lianas, helechos, palmas, etc., ocupa una extensión de 7.73has.

- **Asociación rastrojos - pastos naturales 1.24% (Ra\Pn):** Los rastrojos son áreas de potreros abandonados que se encuentran en un proceso natural de revegetalización o zonas escarpadas con rocas afloran tés donde se desarrollan pajonales y vegetación achaparrada, en la parte baja de la unidad hidrológica hay pastizales de formaciones vegetales abrasivas y herbáceas asociadas de gramíneas nativas. Ocupa una extensión de 4.34has., tienen un uso pecuario muy extensivo y presentan en algunos sectores pastos poco densos, favoreciendo los procesos erosivos.

- **Pastos mejorados 0.76% (Pm):** Esta unidad está destinada al pastoreo de vacunos y/o equinos, con utilización de pasto Kikuyo principalmente, ocupa una extensión de 2.66has.; la ampliación de la frontera pecuaria con utilización de pastos mejorados está desplazando la vegetación nativa de bosques en la unidad hidrológica afectando de manera considerable su capacidad productora y reguladora del recurso hídrico. Por ello los potreros no representan –salvo los de topografía plana o ondulada- suficiente protección para el recurso suelo y en ningún caso para el recurso agua. Tampoco constituyen un hábitat apropiado para la fauna nativa.

* **Uso potencial:** el uso potencial del suelo se ilustra en las figuras 55 y 56

Cultivos semi limpios (CS) 13.47%: son los que permiten la siembra, labranza, recolección y pastoreo por largos períodos vegetativos, no exigen la remoción frecuente y continua del suelo, ni lo dejan desprovisto de una cobertura vegetal permanente, excepto entre plantas (CDMB, 1985); en la unidad hidrológica ocupa una extensión de 47.14has.

Son propios cultivos como, pastos, mora, tomate de árbol, y algunos sistemas de cultivos agro pastoriles como fique con pastos, frutales con pastos.

Figura 54. Uso potencial del suelo



- **Uso potencial agroforestal.** Es un uso ambientalmente sostenible que se convierte en una alternativa para la base de la economía de los habitantes de la unidad hidrológica El Tejar para lograr la reconversión de usos agrícolas y ganaderos que presentan restricciones para uso permanente.

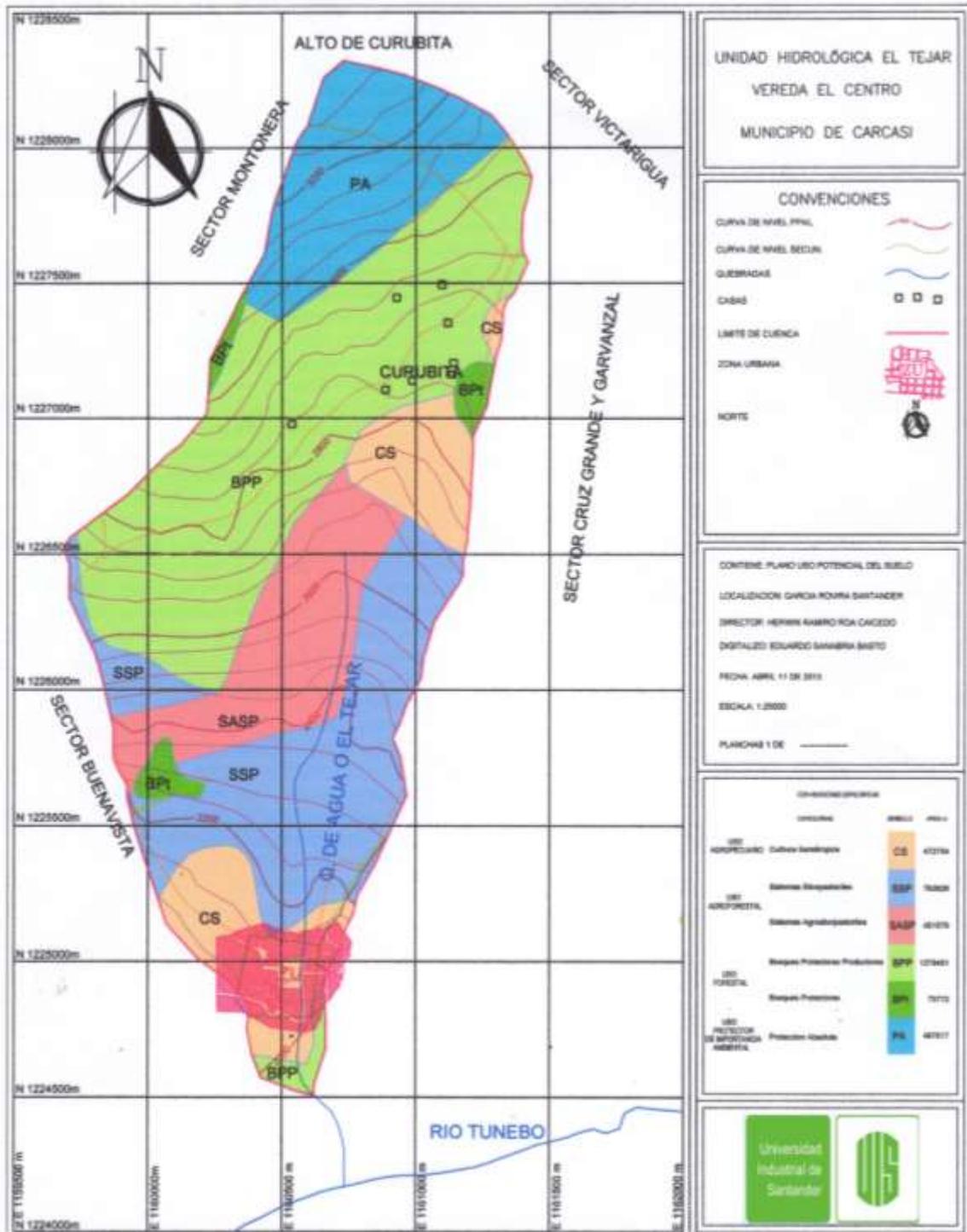
En este uso los árboles crecen en asociación con cultivos agrícolas de los cuales se derivan productos y servicios, entre los cuales están:

Productos forestales: Madera, leña, postes, etc.

Forraje: Corte, ramoneo.

Alimentos: Frutales, granos, etc.

Figura 55. Mapa uso potencial del suelo



Servicios ambientales: sombrero, conservación de suelos, conservación de humedad, ecosistemas faunísticos, mejoramiento del paisaje, etc.

En este uso se incluye los sistemas agrosilvopastoriles (SASP) y silvopastoriles (SSP).

a. Sistemas silvopastoriles (SSP) 21.77%: son los que combinan el pastoreo y el bosque, no requieren la remoción continua y frecuente del suelo, ni dejan desprovisto de una cobertura vegetal protectora, permitiendo el pastoreo permanente del ganado dentro del bosque; tales como pasto con árboles de leguminosas y arbustos (ACDI – CDMB, 1985).

En la unidad hidrológica quebrada El Tejar este sistema ocupa 76.19has, incluye:
Manejo de Praderas.

Potreros arbolados con especies de leguminosas y arbustos.

Establecimiento de cercas vivas con árboles y arbustos.

Establecimiento de bancos de leguminosas.

Este sistema incluye interacciones ecológicas, cuando los efectos como sombra de los árboles, reciclaje de nutrientes y de materia orgánica influye en la fertilidad y conservación del recurso suelo y la sostenibilidad de la avifauna.

Se presenta interacción económica cuando reciben beneficios directos para la subsistencia tales como: Alimentos, forraje para el ganado, leña y flujo de caja.

b. Sistemas agrosilvopastoriles (SASP) 12.87%: son los que combinan la agricultura, los bosques y el pastoreo, permitiendo la siembra, la labranza y la recolección de la cosecha y el pastoreo dentro de los cultivos y el bosque sin dejar desprovistas de vegetación al suelo; tales como por ejemplo, tomate de árbol con pastos y eucalipto, etc.

Este sistema dentro de la unidad hidrológica ocupa 45.04has, incluye:

Barbechos mejorados.

Cultivos en franjas.

Arboles en linderos.

Huertos familiares.

Arboles en cultivos

Para desarrollar este sistema se propone como cultivos transitorios maíz, frijol, alverja entre los más importantes; como cultivo permanentes durazno, pera, breva, curuba, etc., y como cultivos semipermanentes mora, tomate de árbol, etc. Las especies de forrajes con Kikuyo, raygrass y tréboles y como especies arbóreas acacia, aliso y urapan.

- **Uso potencial forestal:** son áreas en las cuales los suelos presentan limitaciones para el uso agrícola y pecuario así sea parcialmente.

Bosques protectores productores (BPP) 3.64%: son áreas de aptitud forestal productora con restricciones de uso que no requieren la remoción continua y frecuente del suelo, aunque lo dejan desprovisto de árboles en zonas pequeñas y por períodos relativamente breves, ya que la tala es selectiva o por sectores, creando una protección permanente del suelo por la vegetación remanente, tales como: plantaciones heterogéneas de árboles nativos o introducidos con diferentes tasas de crecimiento, demanda y valor comercial. Ocupa 12.74has, los bosques protectores representan un área muy pequeña dentro de la unidad hidrológica al no presentarse interés de la comunidad por establecer plantaciones.

Bosques protectores (BPt) 2.10%: en estas áreas de aptitud forestal se debe mantener la cobertura de bosques naturales o plantados y de la vegetación natural arbustiva en formación de bosques de protección. Son los que no requieren la remoción del suelo, ni de la cobertura vegetal por ser bosques nativos; dentro de

la unidad hidrológica tiene una extensión de 7.35has, se presentan manchas muy pequeñas y se declaran como zonas de reserva forestal protectora.

* **Áreas de protección y de importancia ambiental:** Esta categoría pretende regular la conservación y manejo de los recursos renovables (agua, suelo, flora y fauna). Son tierras que presentan una alta fragilidad ecológica.

- **Protección absoluta (PA) 13.31%:** Son las tierras que no permiten ningún tipo de intervención y por lo tanto deben conservarse tales como están, permitiendo su recuperación espontánea o su desgaste natural (CDMB, 1985), ocupa una extensión de 46.58has.

Las tierras presentan limitaciones por las condiciones físicas imperantes de clima y suelo que sólo ofrecen una cobertura natural de pajonales y herbáceas con alta capacidad de retención de agua, lo cual indica que deben ser prioritariamente conservadas. Se presenta principalmente en la parte alta de la unidad hidrológica donde la intervención antropica ha sido menor.

* **Conflicto de uso de las tierras.** Cuando existe discrepancia entre los usos y potencial o se presenta desequilibrio, debido a que el uso actual no es el más adecuado, causando erosión y degradación de las tierras, se evidencian los conflictos de uso (figura 56).

Los diferentes tipos de utilización del suelo confrontados con las cualidades de la tierra y los recursos bióticos básicos permiten generar un mapa de conflictos (figura 57).

Figura 56. Conflicto de uso de las tierras



Los parámetros y nomenclatura para determinar las diferentes unidades que especifican los conflictos de uso del suelo son tomados de la metodología de la CAS; teniendo en cuenta la tendencia, distribución y especialización de las áreas; y realizando el análisis correspondiente.

Para lo cual se tienen en cuenta las siguientes categorías:

Tierras en uso adecuado

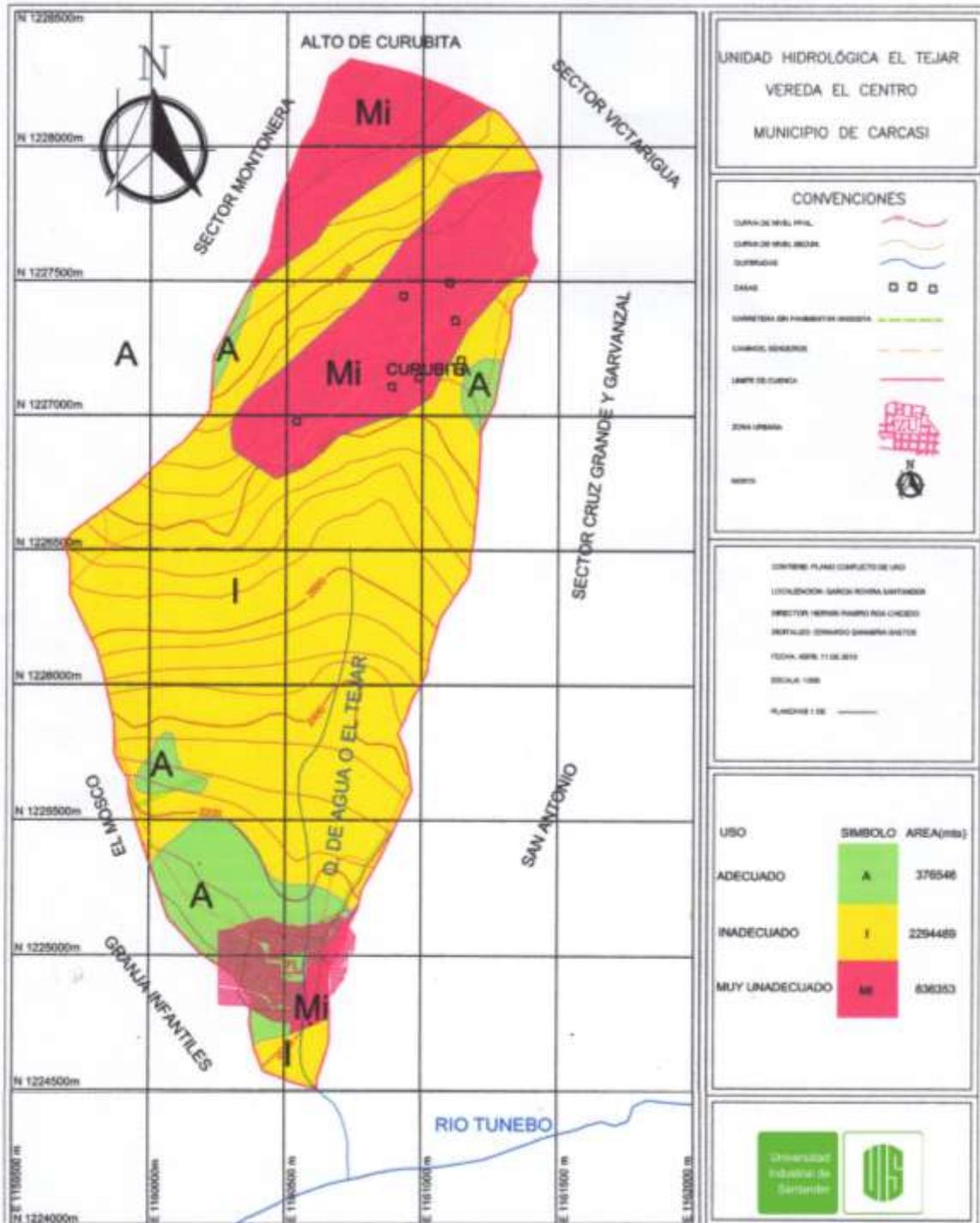
Tierras en uso inadecuado

Tierras en uso muy inadecuado

Tierras Subutilizadas

- **Tierras en uso adecuado (10.73%):** Son áreas donde el uso actual corresponde al uso potencial de las tierras; o su utilización está protegiendo los acuíferos, cabeceras de cuencas hidrográficas.

Figura 57. Mapa de conflictos



- **Tierras en uso inadecuado (65.41%)**: Corresponden a áreas en las cuales el uso actual es mayor que el uso potencial que puede soportar; es decir, están sometidas a actividades intensivas las cuales exceden su capacidad de uso, ocasionando deterioro en los terrenos, debido a cultivos semestrales y pastos en pendientes inclinadas y erosionadas, cuya vocación es primordialmente agroforestal. Se presenta uso inadecuado en las ganaderías establecidas en tierras con vocación para sistemas agrosilvopastoriles.

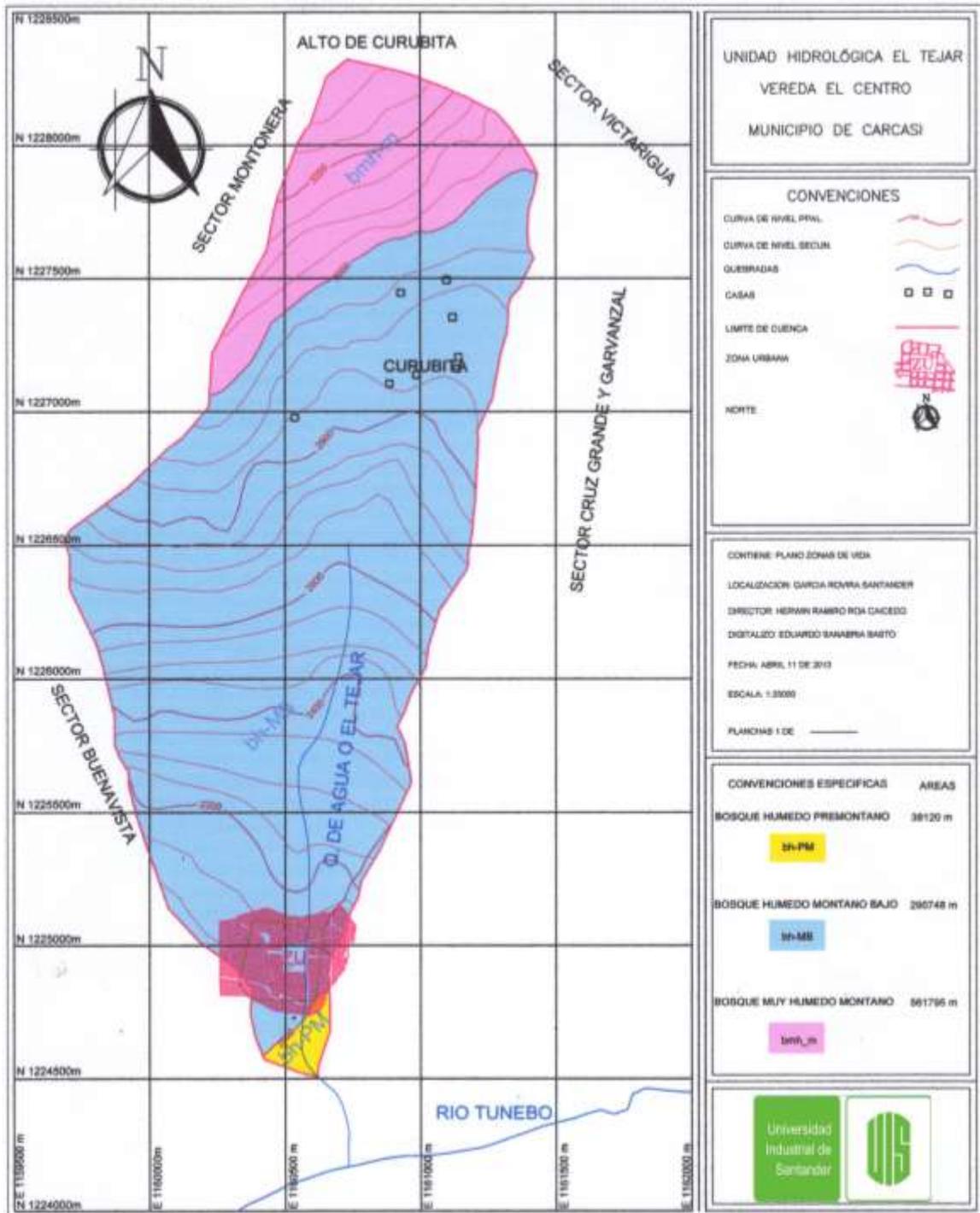
- **Tierras en uso muy inadecuado (23.84%)**: Son áreas en las cuales el uso está muy por encima del uso potencial que puede soportar. Eje: zonas de recarga o nacimientos de cuencas hidrográficas con usos intensivos, ocasionando deterioros importantes en los ecosistemas; ocurre cuando el uso actual presenta excesiva actividad respecto al uso que se le puede dar, por la presencia de pastos en zonas de ladera, áreas erosionadas y cuya vocación es agroforestal o zonas de protección con algún tipo de actividad

6.2.2.2 Ecología

* **Zonas de vida**: se delimitaron las zonas de vida o formaciones vegetales presentes en el área de estudio según L. A Holdridge (1977) IGAC, y la información incluida en la figura 58.

- **Bosque húmedo pre montano (bh – PM)**: Los límites climáticos de esta formación son: biotemperatura media entre 18 y 24⁰C, promedio anual de lluvias de 1.000 a 2.000m.m., existe entre 900 y 2.000m.s.n.m.; esta zona de vida se encuentra en la parte baja cercana al río Tunebo. El área es de 3.81 Has.

Figura 58. Mapa zonas de vida



- **Bosque húmedo montano bajo (bh – MB):** Esta zona de vida se caracteriza por encontrarse en áreas con biotemperaturas medias entre 12 y 18⁰C, un promedio anual de lluvias de 1.000 a 2.000m.m, ocupa una faja altimétrica alrededor de 2.000 y 3.000m.s.n.m.

La unidad hidrológica presenta condiciones climáticas para ubicar un área en esta zona, esas condiciones son: Temperaturas medias anuales entre 11.5 y 18.5⁰C, precipitación entre 1.200 y 1.500m.m, altura sobre el nivel del mar de 2.000 a 3.000m. Ocupa la región central del territorio municipal; el área ocupada es de 290.74Has.

- **Bosque muy húmedo montano (bmh – m):** Los límites climáticos del bosque muy húmedo montano son: bio temperatura media aproximada entre 6 y 12⁰C, promedio anual de lluvias de 1.000 a 2.000m.m., altitud alrededor de 2.900 a 3.800m.s.n.m. Esta zona se considera como subpáramo.

Para la unidad hidrológica se presentan las siguientes características:

Temperatura media aproximadamente entre 11⁰ y 6⁰C

Promedio anual de precipitación 1.000mm/año

Altitud 3.000m.s.n.m. a 3.800m.s.n.m.

Se localiza en la parte alta de la unidad hidrológica y ocupa un área de 56.17Has.

6.2.2.3 Vegetación. En las visitas de campo se pudo identificar la composición florística existente en la zona de estudio (cuadro 24).

Cuadro 24. Composición florística

No	Nombre vulgar	Nombre Científico	Familia
1	Acacia	<i>Acacia melanoxylum</i>	MIMOSACEAE
2	Aguacate	<i>P.americana</i>	LAURACEAE
3	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	BETULACEAE
4	Borrachero	<i>Datura sp</i>	SOLANACEAE
5	Camadero	<i>Brugmasia sanguinea.</i>	SOLANACEAE
6	Casuarina	<i>Sp</i>	CASUARINACEAE
7	Chachafruto	<i>Eritrina edulis</i>	PAPILONACEAE
8	Chilco	<i>Bacharis floribunda</i>	COMPOSITACEAE
9	Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>	PIPERACEAE
10	Cucharo	<i>Rapanea guianensis</i>	MYRSINACEAE
11	Durazno	<i>Persica vulgaris</i>	ROSACEAE
12	Encenillo	<i>Weinmania sp.</i>	CUNONIACEAE
13	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp</i>	MYRTACEAE
14	Gaque	<i>Clusia sp.</i>	CLUSIACEAE
15	Garrocho	<i>Viburnum sp</i>	CAPRIFOLIACEAE
16	Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	MYRTACEAE
17	Helecho	<i>Trichipteris frigida</i>	HIPOLEPIDACEAE
18	Higuerillo	<i>Ricinus communis</i>	EUPHORBIACEAE
19	Uvo	<i>Ficus sp</i>	MORACEAE
20	Loqueto	<i>Escallonia pendula</i>	ESCALLONIACEAE
21	Mortiño	<i>Hesperomeles sp</i>	ROSACEAE
22	Tobo	<i>Escallonia paniculata</i>	ESCALLONIACEAE
23	P Cipres	<i>Cupressus lusitanica</i>	CUPRESSACEAE
24	P patula	<i>Pinus pátula</i>	PINACEAE
25	Roble	<i>Quercus humboldtii.</i>	FAGACEAE
26	Sarno	<i>Bocconia sp</i>	PAPAVERACEAE
27	Sururo	<i>Eugenia sp.</i>	MYRTACEAE
28	Sauce	<i>Salis sp</i>	SALIICACEAE
29	Tobo	<i>sp</i>	
30	Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i>	OLEACEAE

* **Análisis de la estructura horizontal:** la organización del trabajo de campo permitió la recolección de la información, y el registro de cada una de las variables obtenidas para su posterior procesamiento y análisis (figura 59).

Figura 59. Recolección y registro información análisis estructura horizontal



A partir del análisis de los datos se obtuvieron parámetros ecológicos de frecuencia, densidad y dominancia de las diversas especies, para posteriormente obtener el índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para cada una de las especies; así mismo se determinó el Cociente de mezcla para el bosque objeto de estudio.

* **Composición florística:** se encontraron un total de cinco especies forestales (figura 60) dentro del área inventariada de la unidad hidrológica, como se relacionan en el cuadro 25.

Figura 60. Composición florística de la zona



Cuadro 25. Especies encontradas en la zona

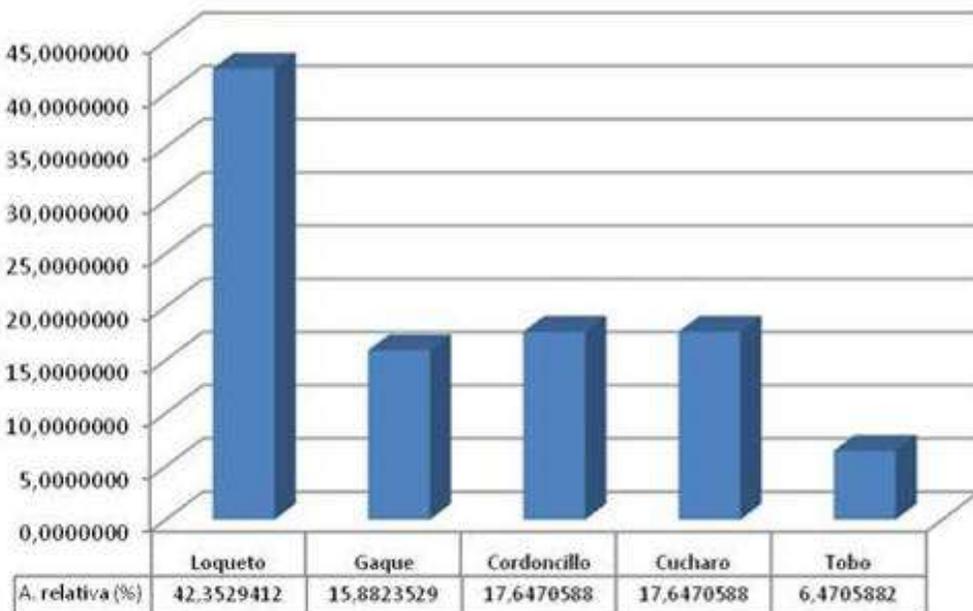
No	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Loqueto	<i>Escallonia pendula</i>	ESCALLONIACEAE
2	Gaque	<i>Clusia sp.</i>	CLUSIACEAE
3	Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>	PIPERACEAE
4	Cucharo	<i>Rapanea guianensis</i>	MYRSINACEAE
5	Tobo	<i>Escallonia paniculata</i>	ESCALLONIACEAE

Cuadro 26. Análisis de la estructura del estrato fustal para el bosque

No	Especie	Nombre científico	Área basal	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		I.V.I
				A. absoluta	A. relativa (%)	F. absoluta	F. relativa (%)	D. absoluta	D. relativa (%)	
10	Loqueto	<i>Escallonia pendula</i>	16.9607885	72	42.3529412	100	23.255814	0.65489737	65.4897371	131.0984922
10	Gaque	<i>Clusia sp.</i>	3.2814	27	15.8823529	100	23.255814	0.12670285	12.6702849	51.80845184
10	Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>	0.061708	30	17.6470588	100	23.255814	0.0023827	0.23826962	41.1411424
10	Cucharó	<i>Rapanea guianensis</i>	2.425136	30	17.6470588	100	23.255814	0.09364041	9.36404101	50.26691378
3	Tobo	<i>Escallonia paniculata</i>	3.169359	11	6.47058824	30	6.97674419	0.12237667	12.2376673	25.68499977
Totales			25.8983915	170	100	430	100.00	1	100.00	300.0000

De acuerdo con la información obtenida en el inventario, se encontró que la especie más abundante *Escallonia pendula* con un 42,35%, seguida *Piper sp* 17,64 %, *Rapanea guianensis* 17,64, *Clusia sp* 15,88%, mientras que la especie menos abundantes fue *Escallonia paniculata* 6,47 %, (cuadro 26, figura 61).

Figura 61. Abundancia relativa

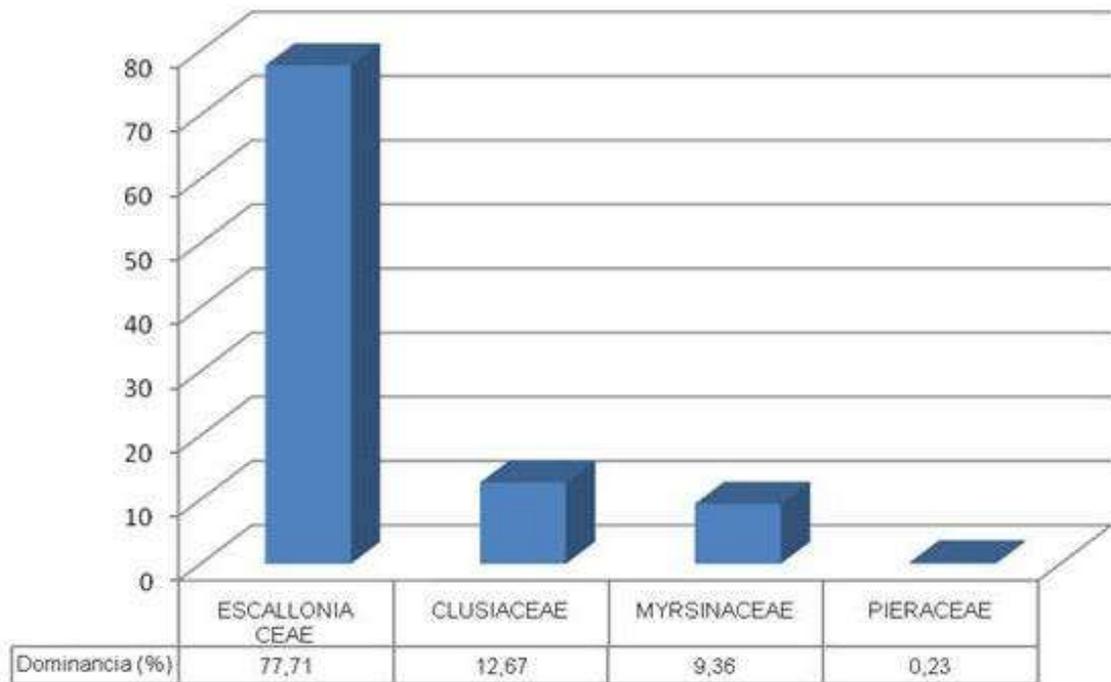


Se encontró gran cantidad de individuos en las clases diamétricas intermedias, indicando un bosque tendiente a la homogeneidad, el cual se encuentra en un estado avanzado de sucesión.

Relacionando la densidad y la frecuencia de las especies se observó que estas no se presentan bien distribuidas en el área inventariada, sino que se agrupan en manchas o conglomerados, frecuentes en la naturaleza debido a variaciones ambientales relativamente pequeñas pero importantes para los individuos que integran la población.

Para el estudio realizado la familia más dominante fue la ESCALLONIACEAE con el 77,71%, seguida de la familia CLUSIACEAE con el 12,67%, familia MYRSINACEAE con el 9,36% y por último la familia PIPERACEAE con el 0,23% (cuadro 26 figura 62)

Figura 62. Familias más dominantes



Las especies más frecuentes en el estudio efectuado en la unidad hidrológica quebrada el Tejar son *Escallonia pendula* seguida *Piper sp*, *Rapanea guianensis*, *Clusia sp*, mientras que la especie menos frecuente es *Escallonia paniculata*

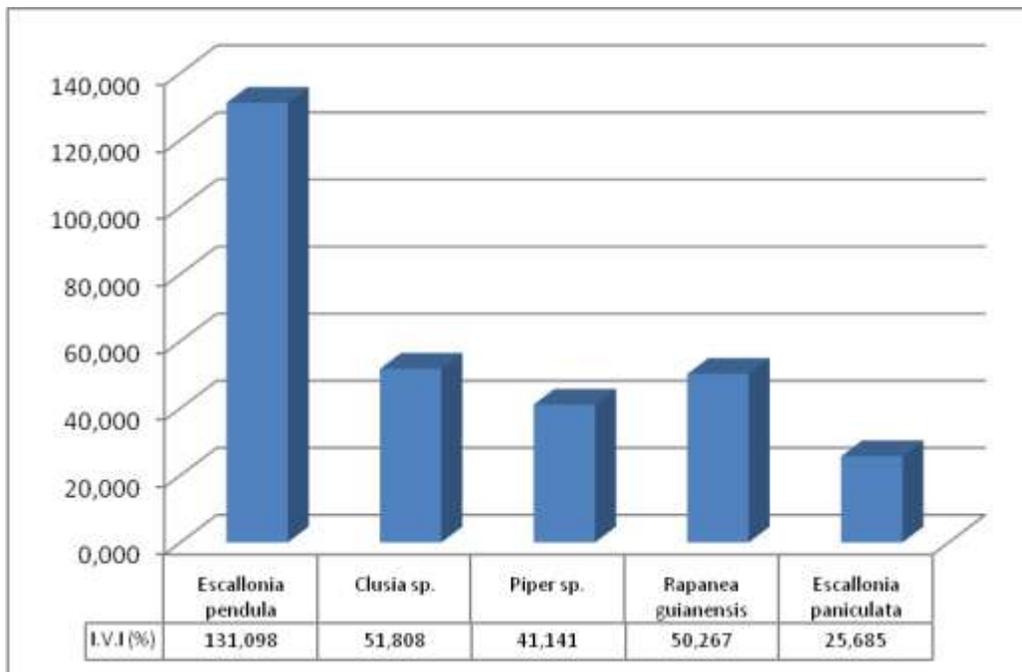
El histograma de frecuencia, permite la evaluación de la estructura horizontal en el ecosistema boscoso, la cual se generan a partir de la agrupación de las especies en categorías o clases de frecuencia absoluta. Para el estudio se pueden agrupar en 2 clases de frecuencia siendo el de mayor porcentaje de frecuencia la clase II

con 4 especies calificada como ocasional con un 97% y el menor de la clase I calificada rara con 9,97%

De acuerdo con los resultados obtenidos de frecuencia se encuentra que el bosque tiende a ser homogéneo. El coeficiente de mezcla da un valor de 1:34 indicando que por cada especie encontrada se presentan 34 individuos en el bosque objeto de estudio, se observa un bosque con cierta proporción de mezcla.

El índice de importancia (IVI) permitió comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal, las especies con mayor peso ecológico fueron *Escallonia pendula* con 131.09%; seguida por *Clusia sp.* con 51.80%, prosigue *Rapanea guianensis* con 50.26%, luego *Piper sp.*, con 41.14% y la especie de menor importancia ecológica fue *Escallonia paniculata*, con 25.68% (cuadro 26, figura 63).

Figura 63. Especies con mayor peso ecológico



Cuadro 27. Análisis estructural del estrato latizal para el bosque

No	Especie	Nombre científico	Área basal	A. absoluta	A. relativa (%)	F. absoluta	F. relativa (%)
10	Loqueto	<i>Escallonia pendula</i>	7,48039	41	41,41	100	34,4827586
7	Gaque	<i>Clusia sp.</i>	2,4015	25	25,25	70	24,137931
5	Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>	0,030854	15	15,15	50	17,2413793
4	Cucharo	<i>Rapanea guianensis</i>	1,263536	10	10,10	40	13,7931034
3	Tobo	<i>Escallonia paniculata</i>	1,169359	8	8,08	30	10,3448276
			12,345639	99	100	290	100,00

El análisis muestra una presencia diversa de especies que hacen que el estrato latizal del bosque de la unidad hidrológica sea homogéneo; la especie más abundante es *Escallonia pendula* con 41,41%, seguida *Clusia sp* 25,25%, *Piper sp* 15,15%, *Rapanea guianensis* 10,10% mientras que la especie menos abundantes fue *Escallonia paniculata* 8,8%, (cuadro 27).

Cuadro 28. Análisis estructural brinzal para el bosque

No. parcela	Especie	Nombre científico	A. absoluta	A. relativa (%)
9	Loqueto	<i>Escallonia pendula</i>	28	35,4
7	Gaque	<i>Clusia sp.</i>	22	27,8
5	Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>	17	21,5
4	Cucharo	<i>Rapanea guianensis</i>	12	15,2
			79	100,00

Cuadro 29. Cociente de mezcla

Cociente de Mezcla	Estrato del bosque		
	Fustal	Latizal	Brinzal
	0.029	0.050	0.050
Grado	Tendiente a la homogeneidad	Tendiente a la homogeneidad	Tendiente a la homogeneidad

* **Regeneración del bosque.** Un componente principal para garantizar la permanencia de los bosques naturales es la regeneración natural apoyado de la reforestación, para el análisis de la estructural del brinzal del bosque de la unidad hidrológica quebrada El Tejar se tuvo en cuenta un perímetro de dos por dos metros para analizar y evaluar el comportamiento de las especies.

La regeneración natural de las especies vegetales se obstaculiza principalmente por las actividades humanas, tales como pastoreo, sobre explotación (especialmente para obtener madera y leña) e incendios; éste recurso se ve afectado por la destrucción y disminución de la cobertura vegetal como causa principal del desequilibrio de la unidad hidrológica impidiendo el desarrollo de las semillas obtenidas de los árboles maduros (figura 64).

Figura 64. Regeneración natural de especies vegetales



Dentro del área inventariada para el análisis del brinzal el *Escallonia pendula*, presenta un alto grado regeneración con el 35,4% siendo la especie más abundante, lo cual garantiza la permanencia de la especie dentro del bosque, (figura 65), seguido del *Clusia sp* con el 27,8%, *Piper sp* con el 21,5% mientras que la menos abundante fue el *Rapanea guianensis* con el 15, 2%.

El análisis de la composición del bosque empieza con el establecimiento de especies pioneras que aportan materia orgánica al suelo la cual va modificando el biotopo y favorece la presencia de las especies vegetales presentes. El bosque presenta una abundancia marcada de la especie arbórea de *Escallonia pendula*, convirtiéndose en la más importante para la protección y conservación de la oferta del recurso hídrico de la unidad hidrológica quebrada el Tejar.

Estado sucesional del bosque. La sucesión del bosque ha sido objeto de la regeneración natural, la cual se evidencia el desarrollo de las semillas que salen de los remanentes de la vegetación nativa y diversos factores como el suelo, el agua, la temperatura y la luz hace que el establecimiento de nuevas generaciones se haga posible, dentro del análisis del estrato brinzal es notorio la presencia de competencias de especies rastreras heliófilas la cual hacen que la regeneración de las especies *Escallonia pendula*, *Clusia sp*, *Piper sp*, *Rapanea guianensis*, garanticen la permanencia del bosque.

Figura 65. Estado sucesional del bosque



El bosque resalta el establecimiento y permanencia marcada de la especie arbórea *Escallonia pendula*, convirtiéndose en la especie más importante, con una presencia absoluta en los tres estratos, fustal 72 individuos, latizal 41 y brinzal 28 individuos garantizando la regeneración y permanencia del bosque, en orden de importancia las especies forestales de la sucesión secundaria desempeñan un papel importante dentro del establecimiento del bosque la cual se encuentran *Clusia sp*, *Piper sp*, *Rapanea guianensis*, que indican una repoblación futura y caracterizan las diferentes fases vegetativas dentro de la dinámica sucesional del bosque.

La restauración del bosque *Escallonia péndula* ha sido objeto de regeneración natural, la cual se evidencia el desarrollo de las semillas que salen de los remanentes de la vegetación nativa, ayudados por programas de reforestación donde se ha protegido conservando esta especie la cual se adaptó a las condiciones climáticas y de suelos de la unidad hidrológica.

*** Establecimiento de la Cerca Viva de *Escallonia pendula* y Manejo Silvicultural**

Una alternativa viable que permite mejorar la calidad de los suelos es la implementación de sistemas silvopastoriles, los cuales se basan en asociaciones de pastos, arbustos y árboles que contribuyen a la recuperación de las características químicas, físicas y biológicas de los suelos.

Los sistemas silvopastoriles ofrecen servicios ambientales como la recuperación y mejoramiento de suelos, los ciclos locales de agua y nutrientes donde se destacan la fijación del nitrógeno, la movilización del fósforo, el mantenimiento, conservación, recuperación de la diversidad biológica y captura de CO₂, que se considera una contribución a fenómenos globales de interés internacional. Además de los beneficios ambientales, favorecen la economía y generan

oportunidades para mejorar las relaciones sociales de producción y de desarrollo rural.

El plan para la plantación y su cuidadoso seguimiento en lo concerniente al establecimiento y manejo en todas las etapas de la misma, es crucial para su buen desarrollo; un descuido en la fertilización o la falta de podas –la principal actividad para generar madera de calidad –, redundan negativamente en el desarrollo de los árboles de la cerca.

Para el caso en mención, el manejo silvicultural es mucho más sencillo que el adelantado en una plantación densa pues no hay aclareos (eliminación de árboles de la plantación), por eso, no hay razón para no adelantar un manejo apropiado de la cerca y más teniendo en cuenta que se incurre en un esfuerzo e inversión que puede llegar a ser muy productiva, aun descontando los beneficios propios de la cerca.

En este sentido, el material utilizado para la plantación debe tener un manejo preliminar en vivero que garantice condiciones favorables para adaptarse a las características del lugar de establecimiento. La selección del material es un proceso que se inicia en el vivero y termina en la plantación. Las plantas deben tener un tamaño adecuado, sin defectos, micorrizas y sin problemas de plagas o enfermedades, con buen sistema radicular. No se recomienda material bifurcado, muy delgado, dañado, torcido, enfermo o muy pequeño.

Objetivos principales

- Delimitar los predios de propiedad del municipio y particulares
- Impedir el paso de animales a la fuente hídrica.

Objetivos secundarios

- Fuente de leña
- Producción de forraje
- Fertilización de suelos
- Producción de varas, postes y horcones

Diseño

- En el borde de los predios y potreros
- En el borde de las vías y de los senderos
- Dos surcos de ancho
- Árbol cada 2.25 x 2.25m a una profundidad de 30 a 40cm.

Observaciones

- Establecimiento de la cerca viva con *Escallonia pendula* debido a su adaptabilidad climática y rápido crecimiento.
- Plantar 15 – 30cm de los alambres ya existentes, evitando tener plántulas que crezcan directamente bajo la cerca.
- Eliminar los brotes laterales evitando así deformaciones del tronco.

*** Establecimiento de sistemas silvopastoriles – SSP de mediana intensidad mediante regeneración natural *Wenmania sp, Clusia sp. Rapanea guianensis***

Es la estrategia más barata y fácil para introducir árboles en las fincas. Para el establecimiento de este sistema de árboles dispersos en potrero, se permite el desarrollo controlado de diferentes especies arbóreas o arbustivas que aparecen

en los potreros sin que hayan sido sembradas por el hombre, donde las semillas han sido transportadas por animales, el agua o el viento.

Se seleccionan los árboles o arbustos valiosos de acuerdo con su uso: madera, leña, frutos para alimentación humana y/o animal, forrajeros, leguminosos o que dan sombra. También para la protección de fuentes de agua y zonas frágiles. Se pueden tener hasta 200 árboles/ha.

Manejo

- Selección de los árboles y arbustos: Seleccione los ejemplares que considere valiosos según su utilidad y que tengan una distribución espacial apropiada.
- Elimine individuos no deseados: Realice control manual con machete o sierra. Controle las cepas que quedan de árboles pequeños o arbustos grandes.
- Proteja los árboles jóvenes: Encierre con cerca eléctrica o de púa los rodales de árboles jóvenes, o separe mediante cercos los arbolitos valiosos que estén en desarrollo
- Control de arvenses: Aplique en forma dirigida, con pantalla, un herbicida selectivo para malezas de hoja ancha. Cuide de no aplicarlo sobre árboles o arbustos en desarrollo que considere valiosos. En potreros ya establecidos realice control manual de arvenses. Podas de formación: Haga podas de formación a los árboles durante su desarrollo para estimular su crecimiento vertical y permitir la entrada de luz del sol para los pastos.
- Realice podas a los árboles maduros para un manejo adecuado de la luz solar. Corte las ramas a ras del tronco con sierra, aplique cicatrizante para evitar infecciones y lesiones por hongos.

- Control del sobrepastoreo: No permita el sobrepastoreo en potreros que se establecen por regeneración natural, pues el ganado se vería forzado a consumir los pequeños arbolitos que allí se desarrollan.

* **Clasificación del bosque.** De acuerdo a la información recolectada en el inventario y las salidas de campo encontramos un bosque homogéneo ya que la diversidad de especies es muy baja, y se encuentra un área que no supera el 1% en plantaciones dentro de la unidad hidrológica.

- **Plantaciones:** en la unidad hidrológica quebrada El Tejar se encuentra una plantación de la especie *P. patula* y *Eucalyptus globulus* (figura 66) de una hectárea que en relación al bosque natural y el área de la unidad es muy baja.

- **Bosques:** dentro de la unidad hidrológica se encuentran manchas boscosas compuestas por árboles autóctonos, no plantados por el hombre, en gran parte producidas por regeneración, presentando poca diversidad de especies, predominando en su mayoría la especie *Escallonia pendula* en un 100% (figura 67).

Figura 66. Plantaciones de *P. patula* y *Eucalyptus globulus*

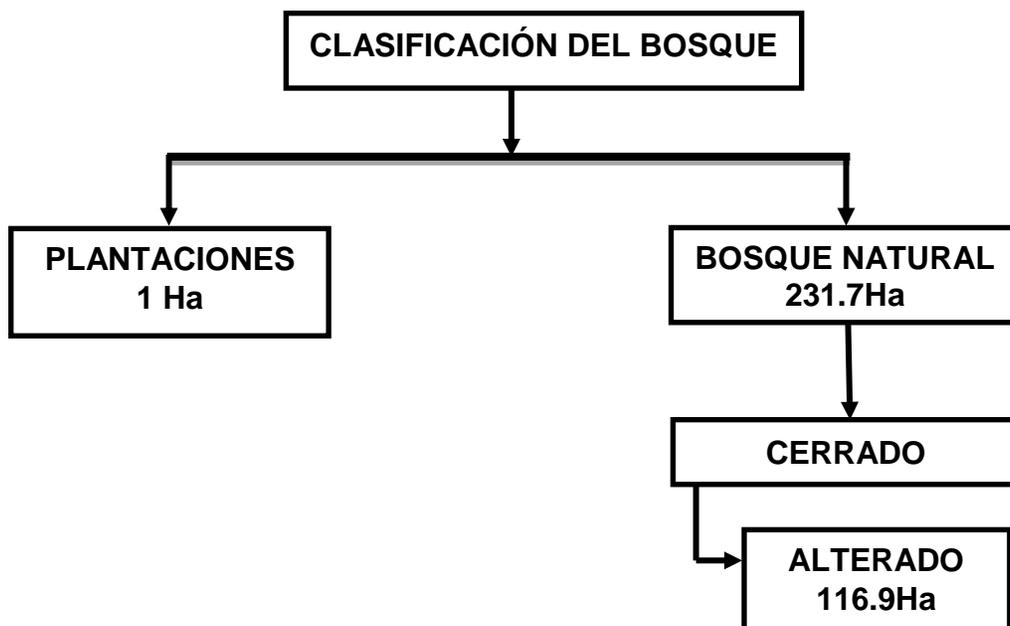


Figura 67. Representación de bosques



Subdivisión del bosque. El bosque de la unidad hidrológica según los parámetros establecidos por la FAO, se subdivide como cerrado alterado, se divisan árboles de distintas alturas abarcan gran parte del terreno (más del 40%) en pequeñas manchas con estado avanzado de reconstitución conservando sus características de rodales forestales, (figura 68).

Figura 68. Clasificación del bosque



* **Grado de intervención humana.** El bosque se ve afectado por cambios ambientales y una intervención alterada antropica siendo amenazado por el afán de expandir las fronteras agrícolas y pecuarias para suplir necesidades económicas y medio de supervivencia de la comunidad, acabando no solo con las especies vegetales sino con población faunística (figura 69).

Figura 69. Grado de intervención humana



* **Otras tierras boscosas presentes en la unidad hidrológica**

- **Sistema de barbecho forestal:** dentro del área objeto de estudio este sistema de barbecho forestal corresponde a una clase intermedia entre usos forestales y no forestales de la tierra, la cual se refiere a todos los complejos de vegetación boscosa derivados de la tala del bosque natural para la agricultura migratoria cultivos de maíz, frijol; este sistema es alterado principalmente por la intervención humana (figura 70).

Figura 70. Sistema de barbecho



Períodos de barbecho: LANLY 1985 hace una clasificación de acuerdo a la duración de los periodos de cultivo y de barbecho.

La agricultura de rozas y quemas, con largos períodos de barbecho R menor 30.

Agricultura permanente, sin verdaderos períodos de barbecho R mayor 66.

Agricultura semipermanente, con periodos cortos de barbecho R entre 33 y 66.

El factor R es calculado a partir de la fórmula.

$$R = C \times 100 / C + B$$

Donde

C = duración y utilización agrícola en años

B = duración del barbecho en años

En la unidad hidrológica quebrada el Tejar es evidente la agricultura como fuente de sustento para las familias, los cultivos predominantes son el frijol y el maíz, la cual producen 4 cosechas de frijol en un periodo de dos años, y una cosecha de maíz por año, aplicando el factor R para obtener el periodo de barbecho obtenemos.

$$R = C \times 100 / C + B$$

Donde

$$C = 3 \text{ años}$$

$$B = 4 \text{ años}$$

Aplicando la fórmula

$$R = 3 \times 100 / 3 + 4$$

$$R = 42.9$$

Se obtiene un periodo de barbecho con factor $R = 42.9$, la cual presenta Agricultura semipermanente, con periodos cortos de barbecho R entre 33 y 66.

Después de cierto tiempo los suelos dejan de producir y el campesino se ve en necesidad de seguir talando para nuevos sembradíos, los barbechos se transforman en potreros y presencia de especies forestales objeto regeneración natural.

Dentro del sistema del uso tradicional de la tierra, el bosque juega un papel esencial como reserva de recursos y fuente de su regeneración. Solo en los casos en que estas funciones del bosque pueden ser desempeñadas, hay posibilidad de asegurar el funcionamiento permanente del sistema; éste es denominado como agricultura de rozas y quemas.

Se puede distinguir entre la agricultura migratoria y la agricultura rotatoria. En este sistema de agricultura los campesinos utilizan básicamente los suelos del bosque virgen con el fin de obtener mejores cosechas, el sistema de la agricultura rotatoria está limitado a una superficie determinada, que el campesino posee o arrenda. La reducción de las superficies de cultivo disponibles para el sistema agrícola tiene como consecuencia la disminución de los periodos de barbecho o la ampliación de los cultivos. Ambos fenómenos conducen a la inevitable reducción

de las cosechas, en los suelos sin regeneración suficiente o sobreexplotados. La agricultura semipermanente deja de ser un sistema de producción con funcionamiento sostenido.

Se deben ofrecer a los campesinos alternativas para la subsistencia, las cuales no los obliguen a la constante y progresiva destrucción del bosque, los sistemas agroforestales son en cierto grado una forma de mitigar los daños al recurso bosque.

- **Incendios forestales:** se presentan frecuentemente por influencia humana con el fin de obtener más área para expansión agrícola dentro de la unidad hidrológica (figura 71).

Figura 71. Presencia y efectos de incendios forestales



6.2.2.4 Fauna. La fauna en la región se encuentra amenazada por la cacería y la alta fragmentación de las coberturas boscosas y la poca conexión que existe entre ellas, aunada a una tendencia marcada a reducir las áreas en bosques, con procesos de expansión agrícola y humana, aspectos que afectan necesariamente las condiciones ecosistémicas, poniendo en peligro la supervivencia de la poca fauna que aún se encuentra en el área de estudio. Se realizó reconocimiento de la fauna presente en la zona, se registra un total de 14 especies de mamíferos, 23 especies de aves y 6 de réptiles; con los nombres comunes o vulgares, se recurre a bibliografía para establecer la clasificación científica como se presenta en las siguientes fichas técnicas.

* **Clase aves**

 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Passeriformes</p> <p>Familia: CARDINALIDAE</p> <p>Género: Passerina</p> <p>Nombre científica: <i>P. cyanea</i></p> <p>Nombre común: Azulejo.</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Dominio: Eukaryota</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Subfilo: Vertebrata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Piciformes</p> <p>Familia: PICIDAE</p> <p>Nombre científico: <i>Picoides sp</i></p> <p>Nombre común: carpintero</p>

 <p>Extinto EX EW</p> <p>Amenazado CR EN VU</p> <p>Preocupación mejor NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Subfilo: Vertebrata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Subclase: Passerae</p> <p>Orden: Falconiformes</p> <p>Suborden: Falconi</p> <p>Familia: FALCONIDAE</p> <p>Género: Falco</p> <p>Nombre científico: <i>F. tinnunculus</i></p> <p>Nombre común: Cernícalo común</p>
 <p>Extinto EX EW</p> <p>Amenazado CR EN VU</p> <p>Preocupación mejor NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Accipitriformes</p> <p>Familia: CATHARTIDAE</p> <p>Género: <i>Coragyps</i></p> <p>Nombre científico: <i>C. atratus</i></p> <p>Nombre común: Buitre, chulo</p>
 <p>Extinto EX EW</p> <p>Amenazado CR EN VU</p> <p>Preocupación mejor NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Apodiformes</p> <p>Familia: TROCHILIDAE</p> <p>Género: Colibri</p> <p>Nombre científico: <i>Colibri coruscans</i></p> <p>Nombre común: colibrí</p>

 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Passeriformes</p> <p>Familia: EMBERIZIDAE</p> <p>Género: Zonotrichia</p> <p>Nombre científico: <i>Z. capensis</i></p> <p>Nombre común: copetón</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Passeriformes</p> <p>Familia: TROGLODYTIDAE</p> <p>Género: Campylorhynchus</p> <p>Nombre científico: <i>C. griseus</i></p> <p>Nombre común: Cucarachero</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Accipitriformes</p> <p>Familia: Accipitridae</p> <p>Género: <i>Buteo</i></p> <p>Nombre común: Gavilan</p>

 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: passeriformes</p> <p>Familia: TURDIDAE</p> <p>Género:</p> <p>Nombre científico: <i>Turdus sp</i></p> <p>Nombre común: mirla común</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Columbiformes</p> <p>Familia: COLUMBIDAE</p> <p>Género: <i>Columba</i></p> <p>Nombre científico:</p> <p>Nombre común: paloma</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Galliformes</p> <p>Familia: PHASIANIDAE</p> <p>Género: Gallus</p> <p>Nombre científico: <i>G. gallus</i></p> <p>Nombre común: gallina</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Anseriformes</p> <p>Familia: ANATIDAE</p> <p>Género: Anas</p> <p>Nombre científico: <i>A. flavirostris</i></p> <p>Nombre común: pato</p>

 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: galliformes</p> <p>Familia: CRACIDAE</p> <p>Género:</p> <p>Nombre científico: <i>Penélope sp</i></p> <p>Nombre común: pava</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: galliformes</p> <p>Familia: CRACIDAE</p> <p>Género:</p> <p>Nombre científico: <i>Colinas sp</i></p> <p>Nombre común: perdiz</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Psittaciformes</p> <p>Familia: PSITTACIDAE</p> <p>Género: <i>Melopsittacus</i></p> <p>Nombre científico: <i>Brotogeris sp</i></p> <p>Nombre común: perico común</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Passeriformes</p> <p>Familia: TURDIDAE</p> <p>Género: <i>Turdus</i></p> <p>Nombre científico: <i>T. fuscater</i></p> <p>Nombre común: siote</p>



Clasificación científica
Reino: Animalia
Filo: Chordata
Clase: Aves
Orden: Psittaciformes
Familia: ICTERIDAE
Género: Chrysomus
Nombre científico: *C. icterocephalus*
Nombre común: toche, turpial



Clasificación científica
Reino: Animalia
Filo: Chordata
Clase: Aves
Orden: Strigiformes
Familia: STRIGIDAE
Género: Megascops
Nombre científico: *M. choliba*
Nombre común: sarrucu



Clasificación científica
Reino: Animalia
Filo: Chordata
Clase: Aves
Orden: Columbiformes
Familia: COLUMBIDAE
Género: Columbina
Nombre científico: *C. talcopati*
Nombre común: tórtola común

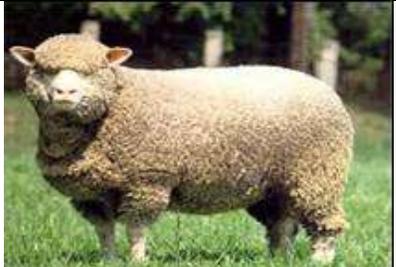
	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Aves</p> <p>Orden: Psittaciformes</p> <p>Familia: PSITTACIDAE</p> <p>Género:</p> <p>Nombre científico: <i>Amazona finschi</i></p> <p>Nombre común: loro</p>
<p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	

* Clase mamíferos

	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Rodentia</p> <p>Familia: SCIURIDAE</p> <p>Género: Sciurus</p> <p>Nombre científico: <i>S. granatensis</i></p> <p>Nombre común: ardilla</p>
<p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	
	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Cingulata</p> <p>Familia: DASYPOLIDAE</p> <p>Género:</p> <p>Nombre científico: <i>Dasypus sp</i></p> <p>Nombre común: armadillo</p>
<p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	

 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p> <p>Casi amenazado</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Lagomorpha</p> <p>Familia: LEPORIDAE</p> <p>Género: <i>Oryctolagus</i></p> <p>Nombre científico: <i>O. cuniculus</i></p> <p>Nombre común: conejo</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Carnivora</p> <p>Familia: MUSTELIDAE</p> <p>Género: <i>Mustela</i></p> <p>Nombre científico: <i>M. nivalis</i></p> <p>Nombre común: comadreja</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Didelphimorphia</p> <p>Familia: DIDELPHIDAE</p> <p>Género: <i>Didelphis</i></p> <p>Nombre científico: <i>Didelphys marsupiales</i></p> <p>Nombre común: fara</p>

 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: rodentia</p> <p>Familia: AGOUTIDADE</p> <p>Género:</p> <p>Nombre científico: <i>Agouti sp</i></p> <p>Nombre común: guartinajo</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Rodentia</p> <p>Familia: ECHIMYIDAE</p> <p>Género: Proechimys</p> <p>Nombre científico: <i>Throdontomys sp</i></p> <p>Nombre común: ratón de monte</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Carnívora</p> <p>Familia: FELIDAE</p> <p>Género: <i>Felis</i></p> <p>Nombre científico: <i>F. silvestris</i></p> <p>Nombre común: gato</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Subfilo: Vertebrata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Carnivora</p> <p>Familia: CANIDAE</p> <p>Género: Canis</p> <p>Nombre científico: <i>Canis lupus</i></p> <p>Nombre común: perro</p>

 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Carnivora</p> <p>Familia: CANIDAE</p> <p>Género:</p> <p>Nombre científico: <i>Urocyon sp</i></p> <p>Nombre común: zorro</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Artiodactyla</p> <p>Familia: BOVIDAE</p> <p>Género: Ovis</p> <p>Nombre científico: <i>O. orientalis</i></p> <p>Nombre común: oveja</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Artiodactyla</p> <p>Familia: BOVIDAE</p> <p>Género: Bos</p> <p>Nombre científico: <i>B. primigenius</i></p> <p>Nombre común: vaca</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: Artiodactyla</p> <p>Familia: BOVIDAE</p> <p>Género: <i>Capra</i></p> <p>Nombre científico: <i>Capra hircus</i></p> <p>Nombre común: cabra</p>

	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Mammalia</p> <p>Orden: perisseodactyla</p> <p>Familia: EQUIDAE</p> <p>Género: Equus</p> <p>Nombre científico: <i>E. caballus</i></p> <p>Nombre común: caballo</p>
<p>Extinto</p> <p>Amenazado</p> <p>Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	

* Clase reptiles

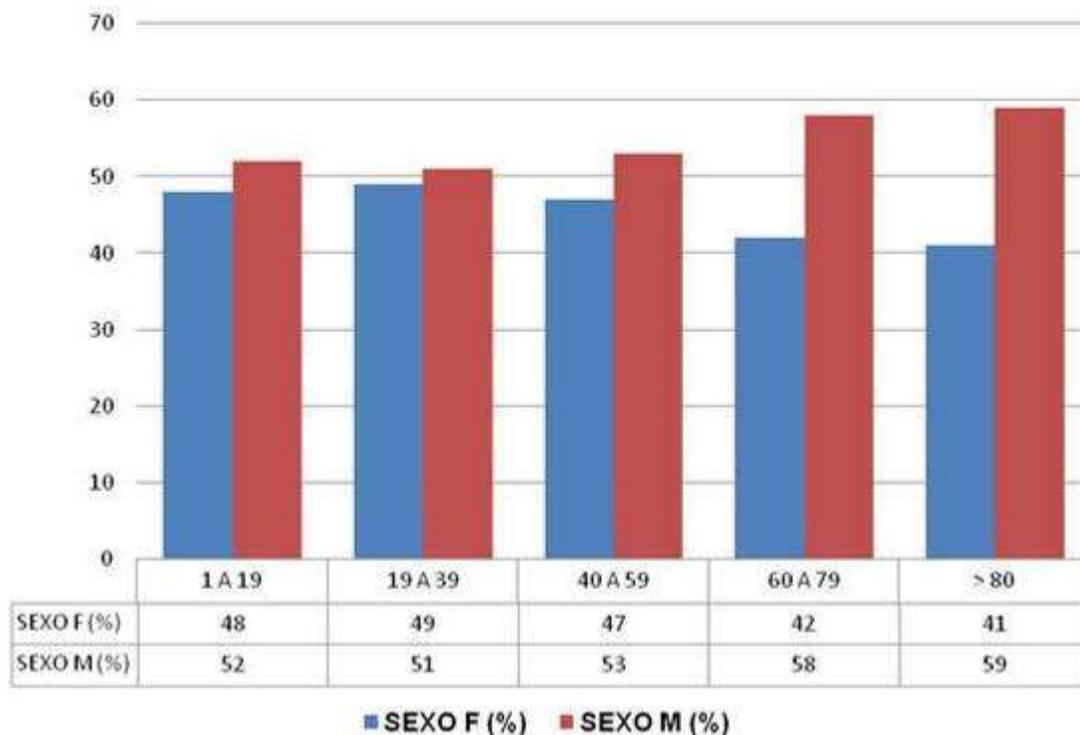
	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Reptilia</p> <p>Orden:</p> <p>Familia: GEKKONIDAE</p> <p>Género: Tarentola</p> <p>Nombre científico: <i>Tarentola mauritanica</i></p> <p>Nombre común: lagartija común</p>
<p>Extinto</p> <p>Amenazado</p> <p>Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	
	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Reptilia</p> <p>Orden: Squamata</p> <p>Familia: COLUBRIDAE</p> <p>Género: Lampropeltis</p> <p>Nombre científico: <i>L. triangulum</i></p> <p>Nombre común: coral ratonera</p>
<p>Extinto</p> <p>Amenazado</p> <p>Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	

 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Reptilia</p> <p>Orden: Squamata</p> <p>Familia: COLUBRIDAE</p> <p>Género: Atractus</p> <p>Nombre científico: <i>Atractus crassicaudatus</i></p> <p>Nombre común: c. tierrera</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: Reptilia</p> <p>Orden: Squamata</p> <p>Familia: VIEPRIDAE</p> <p>Género: Bothriosis</p> <p>Nombre científico: <i>B. bilineata</i></p> <p>Nombre común: c. verde</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: amphibia</p> <p>Orden: Anura</p> <p>Familia: BUFONIDAE</p> <p>Género: Rhinella</p> <p>Nombre científico: <i>Rana perezii</i></p> <p>Nombre común: Rana</p>
 <p>Extinto Amenazado Preocupación mejor</p> <p>EX EW CR EN VU NT LC</p>	<p>Clasificación científica</p> <p>Reino: Animalia</p> <p>Filo: Chordata</p> <p>Clase: amphibia</p> <p>Orden: Anura</p> <p>Familia: HYLIDAE</p> <p>Género: hyla</p> <p>Nombre científico: <i>Rana perezii Seoane</i></p> <p>Nombre común: Rana verde</p>

6.2.3 Componente socio económico. Teniendo en cuenta que el objetivo fundamental del Plan de Ordenación y Manejo de la unidad hidrológica quebrada El Tejar, es "ordenar y planificar de manera concertada con los actores sociales que tienen competencia e injerencia en el territorio, el uso y manejo sostenible de los recursos naturales de la unidad de tal manera que contribuya con su sostenibilidad ecológica, social y económica", se deduce que a partir de los avances de cumplimiento del plan se irán generando nuevas determinantes ambientales que una vez aprobadas serán requeridas a los municipios para que sean incorporadas a los planes de ordenamiento territorial; las respuestas obtenidas a la encuesta, permiten establecer la siguiente información.

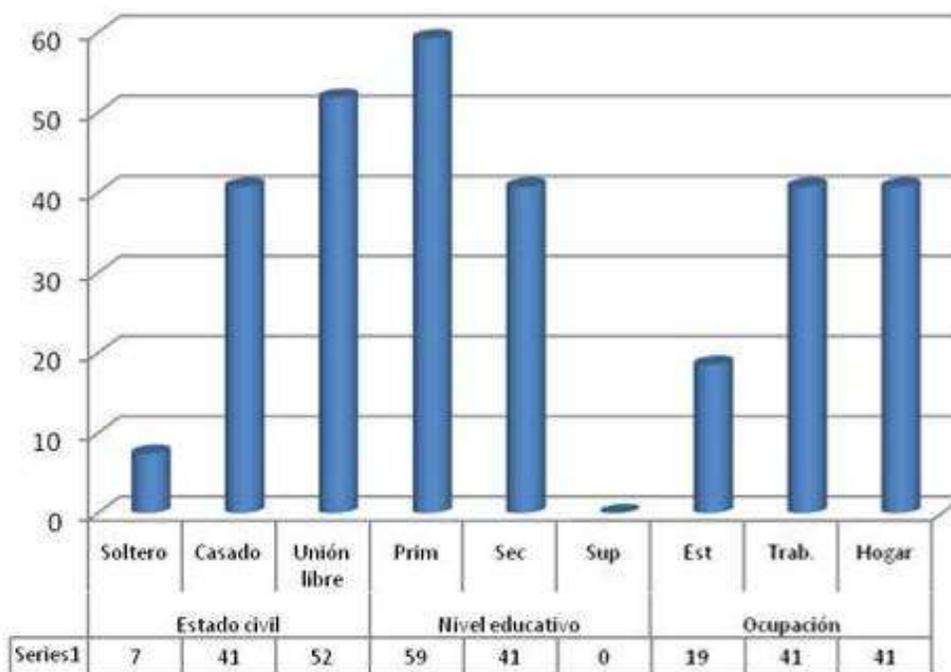
La población localizada en la cuenca, representa el 19% de la población municipal; la estructura y composición de la población corresponde a 45 núcleos familiares con promedio de 4,8 personas por familia; distribuidos por edad y sexo como se observa en la figura 72, se tiene que el 67% refleja población joven con 1 a 39 años, de ellos en mayor porcentaje son del sexo masculino; el 30% se ubica en el grupo de gente adulta con edades que oscilan entre los 40 a 80 años, también representada en mayor porcentaje por los hombre y en mínima proporción se encuentran los adultos mayores con un 3%.

Figura 72. Distribución poblacional por sexo y edad



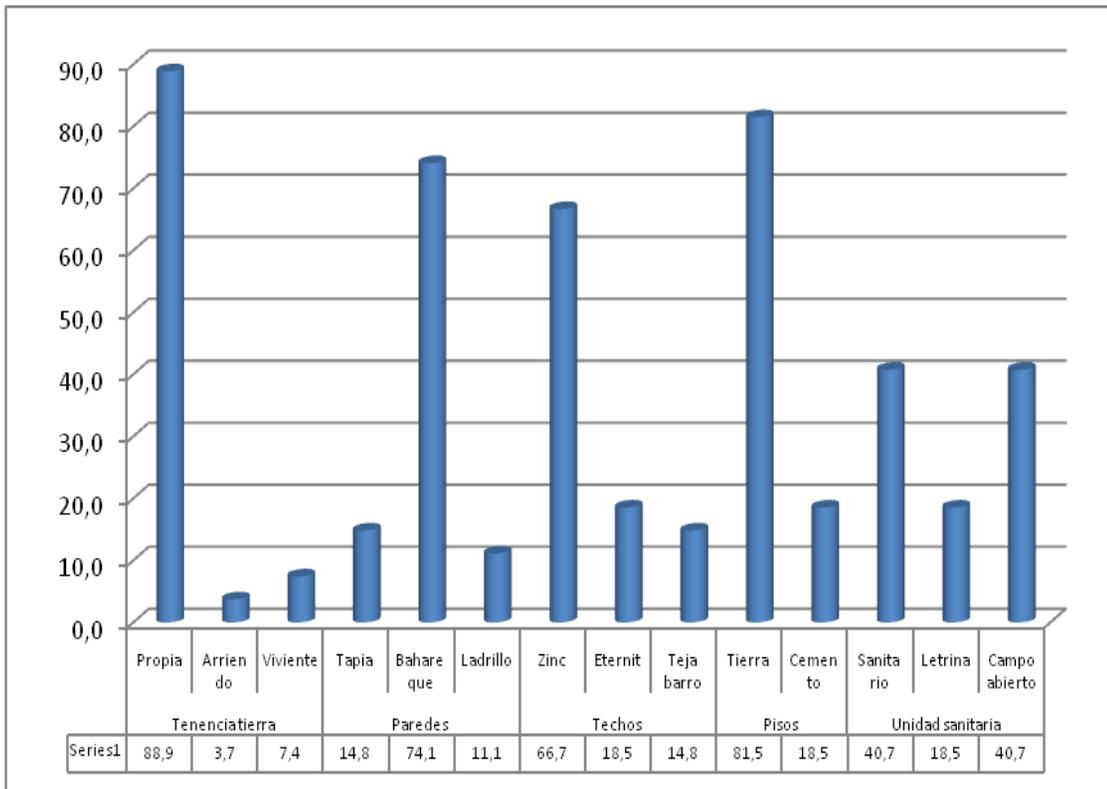
Para el estado civil, la población reporta en mayor porcentaje con el 52% la unión libre, seguido del 41% para casado y en un mínimo porcentaje de 7 soltero; para el nivel educativo se obtiene el 59% para la primaria, el 41% restante para secundaria; al indagar la ocupación se tiene igual proporción con 41% para trabajador y hogar cada uno y el 19% restante para estudiantes (figura 73).

Figura 73. Estado civil, nivel educativo y ocupación de la población



Al sondear la tenencia de la tierra el 88,9% viven en casa propia, en segundo lugar esta con 7,4% para viviente y el 3,7% en arriendo; al evaluar las condiciones de la vivienda, para las paredes el primer puesto con el 74.1% son de bahareque, seguido con el 14,8% para tapia y en último con el 11,1% para el ladrillo; para los techos se obtiene el 66,7% para el zinc, seguido del eternit con 18,5% y finalmente la teja de barro con el 14,8%; para el material de los pisos la mayor representación con 81,5% son de tierra y el 18,5% para el cemento; en lo que respecta a la unidad sanitaria, el 40,7% de las viviendas cuenta con sanitario, el mismo porcentaje para la población que emplea el campo abierto y en mínima cuantía el 18,5% de las viviendas tienen letrina (figura 74).

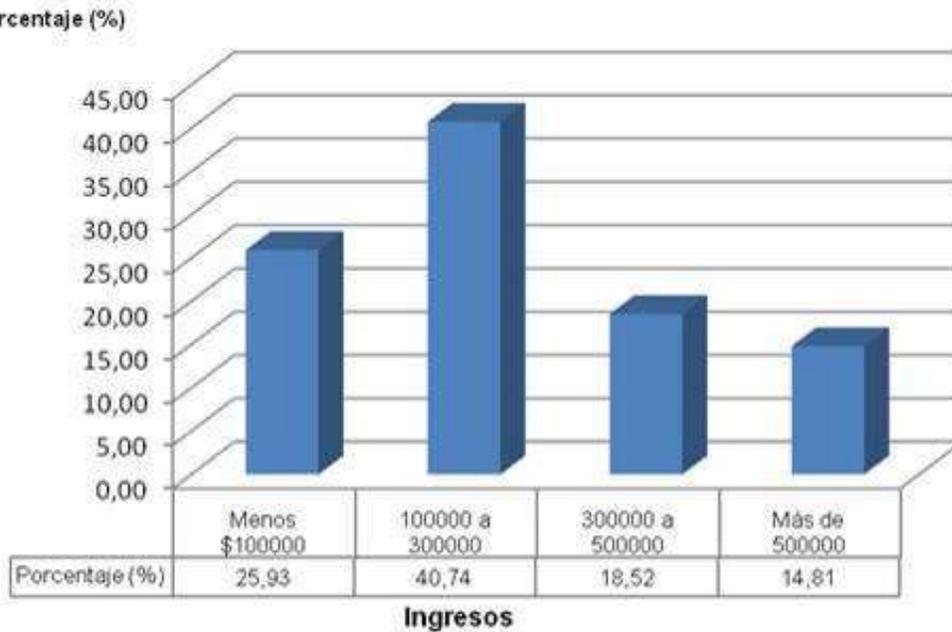
Figura 74. Tenencia de tierra y estado de la vivienda



La población insiste en conservar la infraestructura de vivienda predominante de los años 50, las unidades habitacionales en su mayor proporción presentan paredes de bahareque y tapia con tejas de zinc y piso de tierra; en una mínima proporción las casas que demuestran arquitectura actualizada son construcciones recientes ubicadas en el área urbana.

El siguiente aspecto a evaluar fue el ingreso mensual que la población recibe para la subsistencia; la distribución porcentual obtiene mayor valor con 40,74% entre \$100.000 a \$300.000; le sigue el rango de menos de \$100.000 con un 25,93%; entre \$300.000 a \$500.000 el 18,52% y el menor valor para 4 personas empleadas de la administración municipal con más de \$500.000 representando el 14,81% (figura 75).

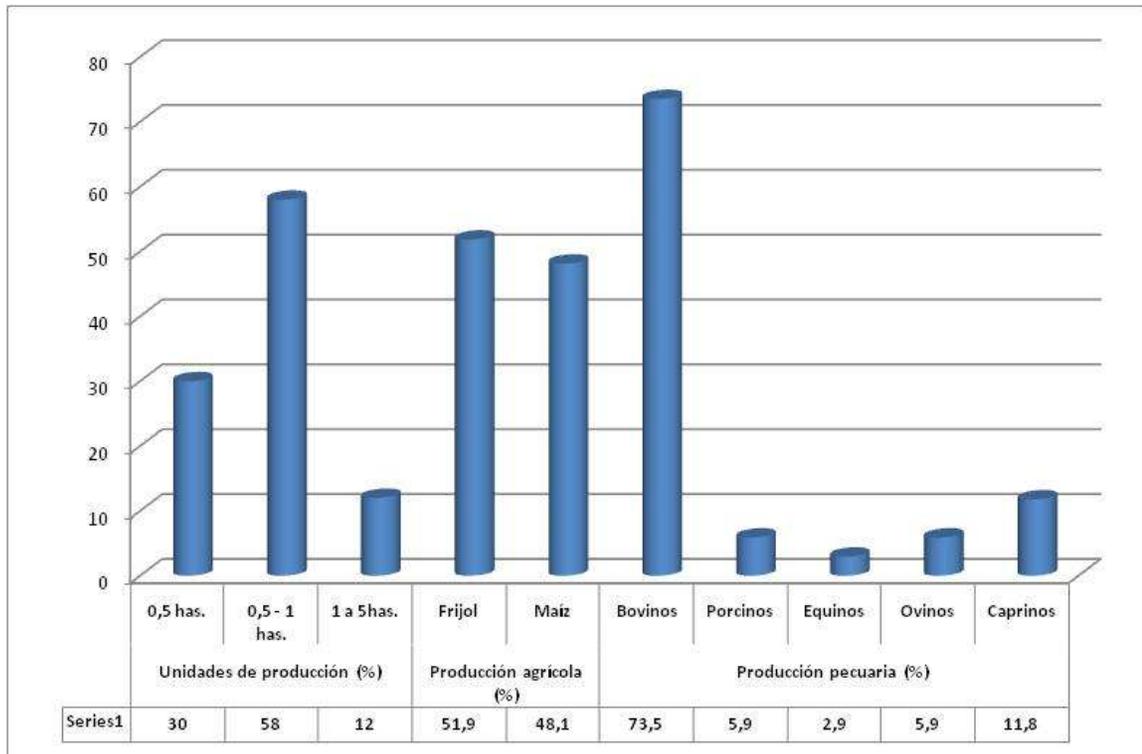
Figura 75. Ingresos mensuales



El último aspecto que se consideró relevante para establecer la caracterización socioeconómica permite establecer que las actividades realizadas dentro de la economía en el área de estudio son predominantemente agropecuarias, utilizando un alto porcentaje de mano de obra familiar, especialmente masculina en labores como arada, rastrillada y control de plagas y enfermedades, empaque y transporte de productos; el número de unidades de producción agropecuaria menores de media hectárea alcanzan un 30% del total; de 0.5 a 1 hectárea el 58% del total, y de 1 a 5 hectáreas el 12%; es decir, el tipo de explotación en su totalidad pertenece al minifundio, de igual manera el 100% de la población se beneficia del recurso hídrico de la unidad hidrológica, la emplean para el consumo humano, para riego y para los animales; no se le practica ningún tipo de tratamiento. Se puede concluir que la población se dedica a la producción agrícola y a la producción pecuaria. El sector agrícola se caracteriza por la producción en similar proporción del frijol y maíz con un 51,9 y 48,1% para cada uno respectivamente. Mientras que el total de la producción pecuaria suma 340 cabezas repartidas entre

bovinos, porcinos, equinos, ovinos y caprinos; los bovinos representan el 73,5% de la producción pecuaria, continúan los caprinos con 11,8%; los porcinos y ovinos obtienen el 5,9% cada uno y por último los equinos con 2,9% (figura 76).

Figura 76. Unidades de producción y actividad agropecuaria

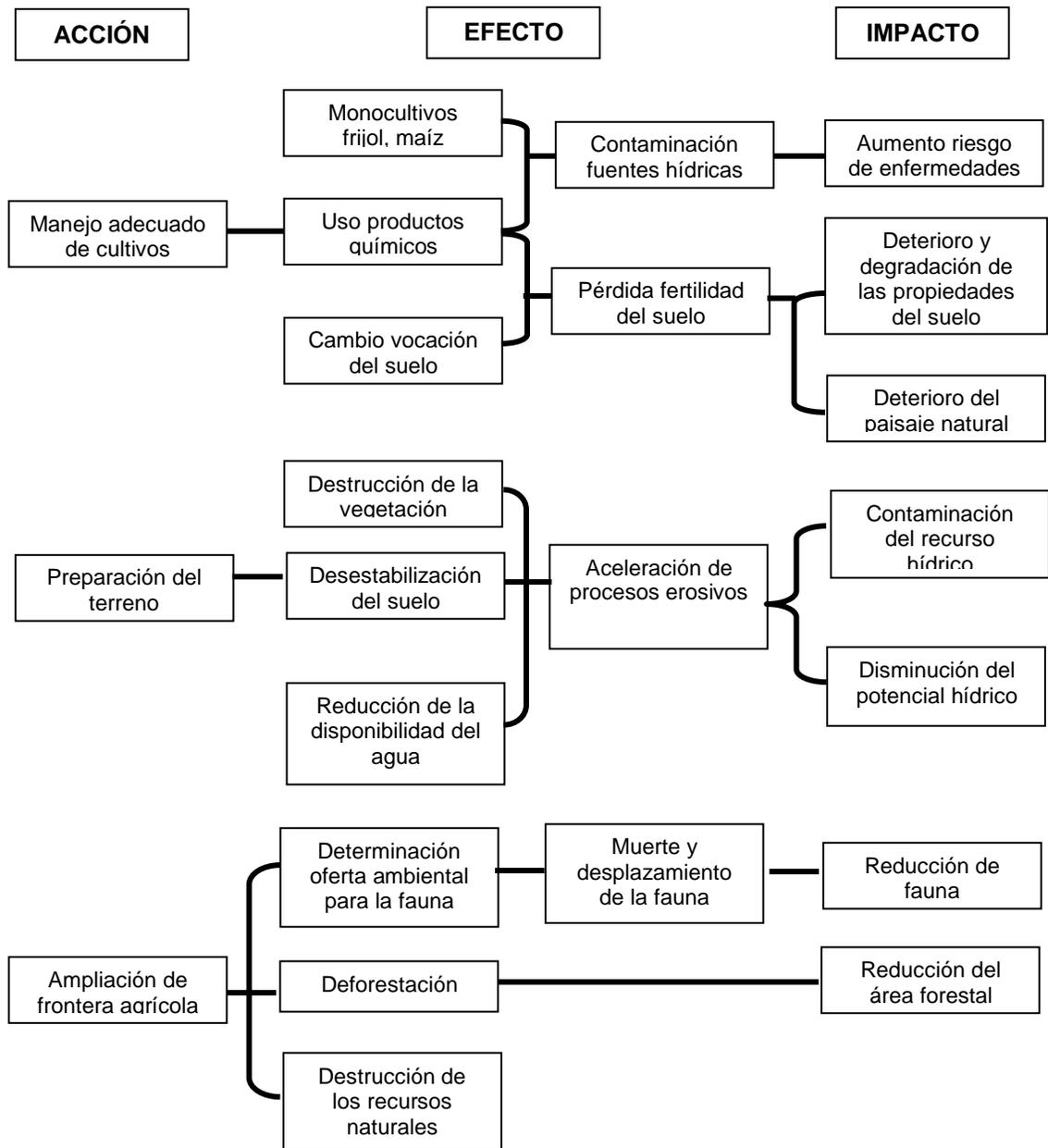


6.2.4 Componente ambiental. La evaluación de los impactos ambientales se realizó mediante la matriz propuesta en la empresa pública de Medellín. (EPM), se analizaron los componentes que generen impactos ambientales dentro de la zona de estudio, como:

- La agricultura,
- Ganadería,
- Extracción de madera leña y
- Vías.

6.2.4.1 Identificación de impactos generados por la agricultura. Los resultados se aprecian en la figura 77.

Figura 77. Identificación de impactos generados por la acción de la agricultura



Calificación de impactos

* Aumento de riesgos de enfermedades

Descripción del impacto: El uso de productos químicos provocan alteraciones a enfermedades, causan daño a los recursos naturales: agua, suelo, flora y fauna.

Clase (N); el uso inadecuado de productos químicos aumenta el riesgo a enfermedades, y aumenta costos en la producción de cultivos.

Presencia (P); la presencia es cierta porque el uso de productos químicos producen enfermedades requieren de un manejo adecuado. = 1,0

Evolución (E); la evolución es lenta ya que los efectos realizados por aplicación de productos químicos puede ser mitigados y prevenidos mediante campañas educativas. = 0,6

Magnitud (M); la magnitud es media por los daños causados al suelo y a la población. = 0,5

Duración (D); es constante ya que para obtener buena producción requiere de aplicación de productos químicos para controlar y prevenir enfermedades. = 0,7

$$Ca = P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = 1,0 (7,0 \times 0,6 \times 0,5 + 3,0 \times 0,7)$$

Calificación ambiental: **Ca = 4,2**

En conclusión el aumento a riesgo de enfermedades por acción de la agricultura es un impacto negativo, con una calificación de 4,2 la cual se considera de impacto ambiental medio.

* Deterioro y degradación del suelo

Descripción del impacto: La degradación del suelo rebaja la capacidad actual y potencial para producir, cuantitativa y cualitativamente, bienes y servicios.

Clase (N); la degradación del suelo se da como resultado de actuaciones directas e indirectas por el hombre.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta ya que al degradarse el suelo pierde su capacidad de producción.

Evolución (E); 0,6 la evolución es rápida porque los impactos generados por la degradación del suelo se va a manifestar a corto plazo.

Magnitud (M); 0,6 la magnitud media del 60% ya que la degradación del suelo afectan los nutrientes mayores y menores que son de vital importancia en el sector agropecuario.

Duración (D); 0,7 la duración es muy corta depende de factores físicos, químicos y biológicos.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,6 \times 0,6 + 3,0 \times 0,7)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 4,62**

En conclusión el deterioro y degradación del suelo por causa del establecimiento de la agricultura es un impacto negativo, con una calificación ambiental de -4,62 la cual se considera de impacto ambiental medio

* **Deterioro del paisaje natural**

Descripción del impacto: el deterioro del paisaje se identifica como un elemento de carácter meramente estético y visual,

Clase (N); la clase de impacto es negativo, el deterioro del paisaje natural sufre una pérdida de calidad del medio en el grado de bienestar humano con relación a su entorno.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta ya que el deterioro del paisaje natural ha sufrido una transformación como consecuencia de los cambios de usos del suelo.

Evolución (E); 0,5 la evolución es rápida porque los impactos generados por deterioro de los paisajes lo han cambiado de acuerdo a las necesidades y la cultura del entorno social.

Magnitud (M); 0,2 la magnitud es baja del 20% ya que el deterioro del paisaje natural se da por la destrucción de ecosistemas terrestres.

Duración (D); 0,8 la duración es muy corta, se puede conseguir a partir de la conservación del paisaje natural.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,5 \times 0,2 + 3,0 \times 0,8)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 3,1**

En conclusión el deterioro del paisaje natural como consecuencia del establecimiento la agricultura es un impacto negativo, con una calificación ambiental de -1,0 la cual se considera un impacto ambiental muy bajo.

* **Contaminación del recurso hídrico**

Descripción del impacto: el uso en exceso de productos químicos y fertilizantes para el aumento de la producción agrícola, puede provocar que el agua del riego o de la lluvia se lleven restos de esas sustancias y puedan contaminar los ríos y quebradas.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, ya que el uso de productos agroquímicos altera la calidad del agua.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta ya que el sustento económico es la agricultura y así mismo aumenta el uso de agroquímicos para obtener buena producción.

Evolución (E); 0,8 la evolución es rápida, ya que en gran parte los agroquímicos utilizados van a terminar afectando el recurso hídrico mediante el proceso de lixiviación

Magnitud (M); 0,8 la magnitud es alta del 80% debido al alto grado de expansión agrícola.

Duración (D); 0,1 la duración es muy corta ya que no hay rotación de cultivos por lo tanto la contaminación del recurso hídrico es contante.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,8 \times 0,8 + 3,0 \times 0,1)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 4,78**

En conclusión la contaminación del recurso hídrico a causa de la acción de la agricultura es negativa, con una calificación ambiental de -4,78 lo cual se considera un impacto ambiental medio.

* **Disminución del potencial hídrico**

Descripción del impacto: la sobre explotación de la frontera agrícola para suplir necesidades y la reducción de la masa forestal afecta la disminución del potencial hídrico lo cual conlleva al racionamiento del agua en el casco urbano.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, ya que al disminuir la masa boscosa no hay suficiente retención de agua en ellos.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, la agricultura es constante en todo el año.

Evolución (E); 0,7 la evolución es rápida ya los ya los cultivos facilitan la infiltración del agua en el suelo.

Magnitud (M); 0,7 la magnitud es media del 70% ya que el área de influencia de la agricultura es cada vez mayor.

Duración (D); 0,8 la duración es muy corta, ya que la reducción de la cobertura vegetal disminuye la fertilidad del suelo y del potencial hídrico.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,5 \times 0,6 + 3,0 \times 0,8)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 5,83**

En conclusión la disminución del potencial hídrico a causa del establecimiento de la agricultura es un impacto negativo, con una calificación de -4,5, la cual se considera un impacto ambiental medio.

* **Reducción de fauna**

Descripción del impacto: la reducción masa boscosa para la agricultura conlleva a la migración de la fauna en busca de otros hábitas

Clase (N); la clase de impacto es negativo, ya que la deforestación daña el hábita de la fauna terrestre.

Presencia (P); 0,7 la presencia es cierta, disminuye alimento para el sustento de la fauna terrestre.

Evolución (E); 0,5 la evolución es rápida, ya que la fauna causa daños en la producción agrícola.

Magnitud (M); 0,6 la magnitud es media del 60% el desplazamiento de la fauna depende de la expansión agrícola.

Duración (D); 0,7 la duración es muy corta, ya que a medida que disminuye la cobertura vegetal ocurre desplazamiento de la fauna a otros hábitas.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -0,7 (7,0 \times 0,5 \times 0,6 + 3,0 \times 0,7)$$

$$\text{Calificación ambiental: } \mathbf{Ca = - 2,94}$$

En conclusión la reducción de la fauna a causa de establecimiento de la agricultura es un impacto negativo, con una calificación de -2,94 la cual se considera un impacto ambiental bajo.

* **Reducción del área forestal**

Descripción del impacto: al implementar la agricultura la alteración de la cobertura vegetal se afectan los recursos naturales.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, la sobre explotación de los suelos pierde la fertilidad y se ve la necesidad de utilizar suelos nuevos.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, se está reduciendo la masa boscosa para implementación de la agricultura.

Evolución (E); 0,7 la evolución es rápida, la obtención de madera para uso agrícola reduce el área forestal.

Magnitud (M); 0,6 la magnitud es media del 60% porque no hay rotación de cultivos

Duración (D); 0,8 la duración es muy corta, ya que a medida que disminuye la cobertura vegetal aumenta la frontera agrícola.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,7 \times 0,6 + 3,0 \times 0,8)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 5,34**

En conclusión la reducción del área forestal a causa del establecimiento de la agricultura es un impacto negativo, con una calificación de -5,94 la cual se considera un impacto ambiental medio.

* **Mejor calidad de vida**

Descripción del impacto: la calidad de vida depende de los beneficios económicos obtenidos por la comercialización de los productos.

Clase (P); la clase de impacto es positivo, porque la base de la economía familiar de la comunidad es la agricultura.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, ya que la agricultura genera una fuente de ingresos para el sostenimiento y calidad de vida.

Evolución (E); 0,7 la evolución es rápida, los ingresos se obtienen de acuerdo a la calidad y producción de los productos.

Magnitud (M); 0,7 la magnitud es media del 70% ya que genera obtención de mano de obra y aumenta la calidad de vida.

Duración (D); 0,8 la duración es muy corta, los ingresos dependen de las cosechas obtenidas en el año.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = 1,0 (7,0 \times 0,7 \times 0,7 + 3,0 \times 0,8)$$

Calificación ambiental: **Ca = 5,83**

En conclusión la mejor calidad de vida a causa del establecimiento de la agricultura es un impacto positivo, con una calificación de 5,83 la cual se considera un impacto ambiental medio.

* **Generación de empleo**

Descripción del impacto: la generación de empleo aumenta con la expansión agrícola.

Clase (P); la clase de impacto es positivo, genera ingresos y mejora la calidad de vida.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, ya que para la adecuación del terreno es necesario utilizar mano de obra.

Evolución (E); 0,5 la evolución es rápida, porque los cultivos son constantes en todo el año.

Magnitud (M); 0,6 la magnitud es media del 60% la implementación de de mano de obra es contante durante todo el año.

Duración (D); 0,5 la duración es muy corta ya que la agricultura en dichos sitios va ser permanente.

$$Ca = P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = 1,0 (7,0 \times 0,5 \times 0,6 + 3,0 \times 0,5)$$

Calificación ambiental: **Ca = 3,6**

En conclusión la generación de empleo a causa del establecimiento de la agricultura es un impacto positivo, con una calificación de 3,6 la cual se considera un impacto ambiental bajo.

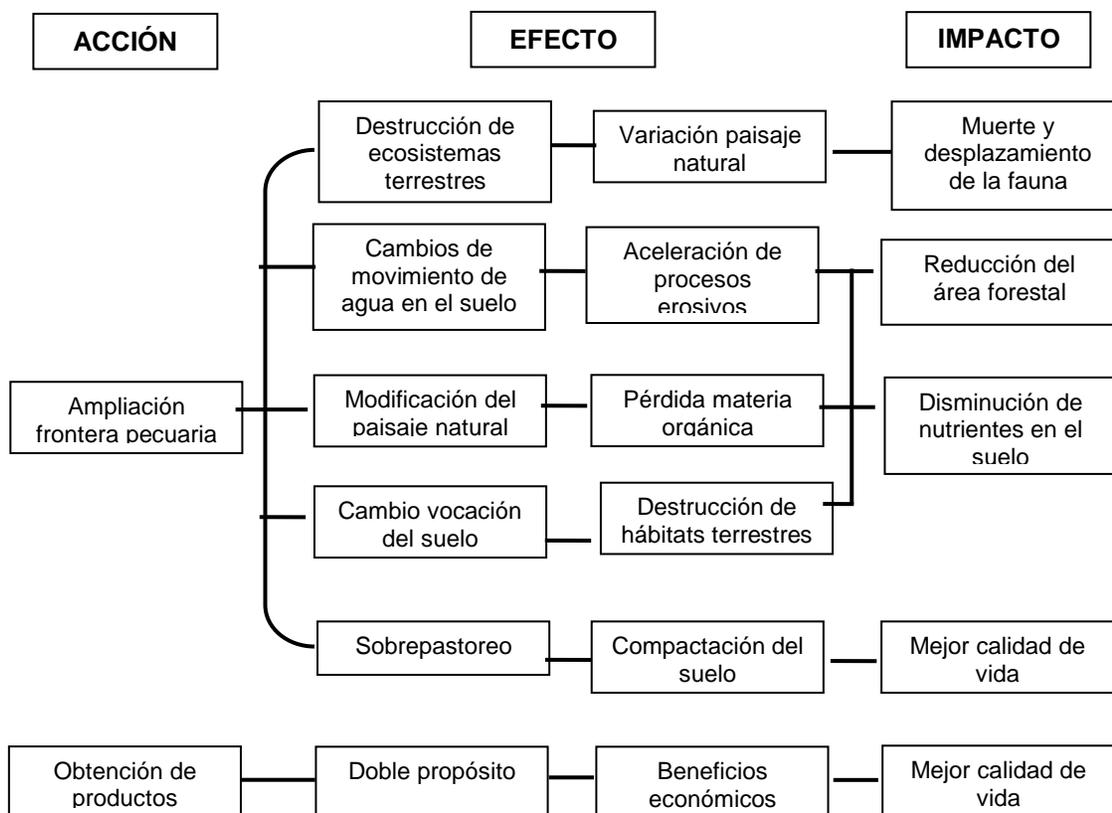
Recapitulando lo descrito anteriormente, el resumen se presenta en el cuadro 30.

Cuadro 30. Impactos generados por la agricultura

Impacto	C	P	E	D	M	Ca	Importancia ambiental
1. Aumento de riesgos de enfermedades	N -	1.0	0.6	0.7	0.5	- 4.2	Media
2. Deterioro y degradación de las propiedades del suelo	N -	1,0	0,6	0,7	0,6	- 4,62	Medio
3.Deterioro del paisaje natural	N -	1,0	0,5	0,8	0,2	- 3,1	Bajo
4.Contaminación del recurso hídrico	N -	1,0	0,8	0,1	0,8	- 4,78	Medio
5.Disminución del potencial hídrico	N -	1,0	0,7	0,8	0,7	- 5,83	Medio
6.Reducción de fauna	N -	0,7	0,5	0,7	0,6	- 2,94	Bajo
7.Reducción del área forestal	N -	1,0	0,7	0,8	0,6	- 5,34	Medio
8.Mejor calidad de vida	P +	1,0	0,7	0,7	0,8	5,83	Medio
9.Generación de empleo	P +	1,0	0,5	0,5	0,6	3,6	Bajo

6.2.5.2 Identificación de impactos generados por la ganadería. Los impactos generados por la ganadería se ilustran en la figura 78.

Figura 78. Identificación de impactos generados por la acción de la ganadería



*** Muerte y desplazamiento de la fauna**

Descripción del impacto: la ampliación de la frontera pecuaria, conlleva a la muerte y desplazamiento de la fauna silvestre.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, la variación del paisaje ocasiona daños en el hábitat de la fauna silvestre.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, se alteran los ecosistemas y por tanto la extinción de la fauna silvestre.

Evolución (E); 0,5 la evolución es rápida, a medida que reduce la masa boscosa aumenta la supervivencia de las especies faunísticas y se produce la emigración en busca de mejor condiciones de vida.

Magnitud (M); 0,4 la magnitud es baja del 40% por la poca diversidad de fauna.

Duración (D); 0,7 la duración es muy corta, la expansión pecuaria es constante generando desplazamiento de la fauna a otros habitats.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,5 \times 0,4 + 3,0 \times 0,7)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 3,5**

En conclusión la muerte y desplazamiento de la fauna a causa de la ganadería es un impacto negativo, con una calificación de 3,5 la cual se considera un impacto ambiental bajo.

* Reducción del área forestal

Descripción del impacto: la reducción del bosque por sobreexplotación de agricultura y ganadería está llevando a la desaparición de grandes áreas forestales.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, la ampliación de la frontera pecuaria ha llevado la reducción de la cobertura vegetal y cambio de la vocación del suelo.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, se presenta un alto comercio de los subproductos obtenidos. (Leche, carne)

Evolución (E); 0,5 la evolución es rápida, hay una gran área influenciada por la ganadería como fuente de sustento.

Magnitud (M); 0,7 la magnitud es media del 70% se presenta reducción de cobertura vegetal para ampliar la frontera agrícola y pecuaria.

Duración (D); 0,7 la duración es muy corta, se ocasiona un desequilibrio del ecosistema.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,5 \times 0,7 + 3,0 \times 0,7)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 4,55**

En conclusión la reducción del área forestal a causa de la ganadería es un impacto negativo, con una calificación de -4,55 la cual se considera un impacto ambiental medio.

* **Disminución de nutrientes en el suelo**

Descripción del impacto: la compactación del suelo acusa del sobre pastoreo conlleva a la pérdida y disminución de nutrientes en el suelo.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, disminuye la fertilidad de los suelos.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, la deficiencia de nutrientes disminuye el desarrollo de las plantas.

Evolución (E); 0,5 la evolución es rápida, hay disminución de la actividad biológica del suelo.

Magnitud (M); 0,4 la magnitud es baja del 40% disminuye la materia orgánica del suelo

Duración (D); 0,6 la duración es muy corta, deben ser balanceados los nutrientes del suelo y la implementación de rotación de cultivos.

$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$

$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,5 \times 0,4 + 3,0 \times 0,6)$

Calificación ambiental: **Ca = - 3,2**

En conclusión la disminución de nutrientes del suelo a causa de la ganadería es un impacto negativo, con una calificación de 3,2 la cual se considera un impacto ambiental bajo.

* **Contaminación de fuentes hídricas**

Descripción del impacto: la desprotección de la fuente hídrica genera contaminación a causa de los excrementos generados por el ganado.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, la pendiente aumenta la contaminación de fuentes hídricas

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, el pisoteo del ganado conlleva aumento de procesos erosivos y contaminación del agua.

Evolución (E); 0,8 la evolución es rápida, ya que la ampliación de la frontera pecuaria aumenta la contaminación del agua.

Magnitud (M); 0,7 la magnitud es alta del 70% debido al alto grado de expansión agrícola.

Duración (D); 0,1 es muy corta, la compactación del suelo por el ganado es constante.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,8 \times 0,7 + 3,0 \times 0,1)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 4,22**

En conclusión la contaminación de fuentes hídricas a causa de la acción de la ganadería es negativa, con una calificación ambiental de -4,22 lo cual se considera un impacto ambiental medio.

* **Mejor calidad de vida**

Descripción del impacto: la ganadera es fuente de ingresos por la comercialización de los productos y subproductos obtenidos.

Clase (P); la clase de impacto es positivo, es una forma de sustento a la base familiar

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, está presente en la mayor área de influencia.

Evolución (E); 0,8 la evolución es rápida, no hay implementación de buenas prácticas pecuarias.

Magnitud (M); 0,7 la magnitud es media del 70% genera mano de obra para toda la base familiar y aumenta la calidad de vida.

Duración (D); 0,5 la duración es muy corta, la explotación pecuaria se presenta durante todo el año.

$$Ca = P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = 1,0 (7,0 \times 0,8 \times 0,7 + 3,0 \times 0,5)$$

Calificación ambiental: **Ca = + 5,42**

En conclusión la mejor calidad de vida a causa de la acción de la ganadería es positiva, con una calificación ambiental de 5,42 lo cual se considera un impacto ambiental medio.

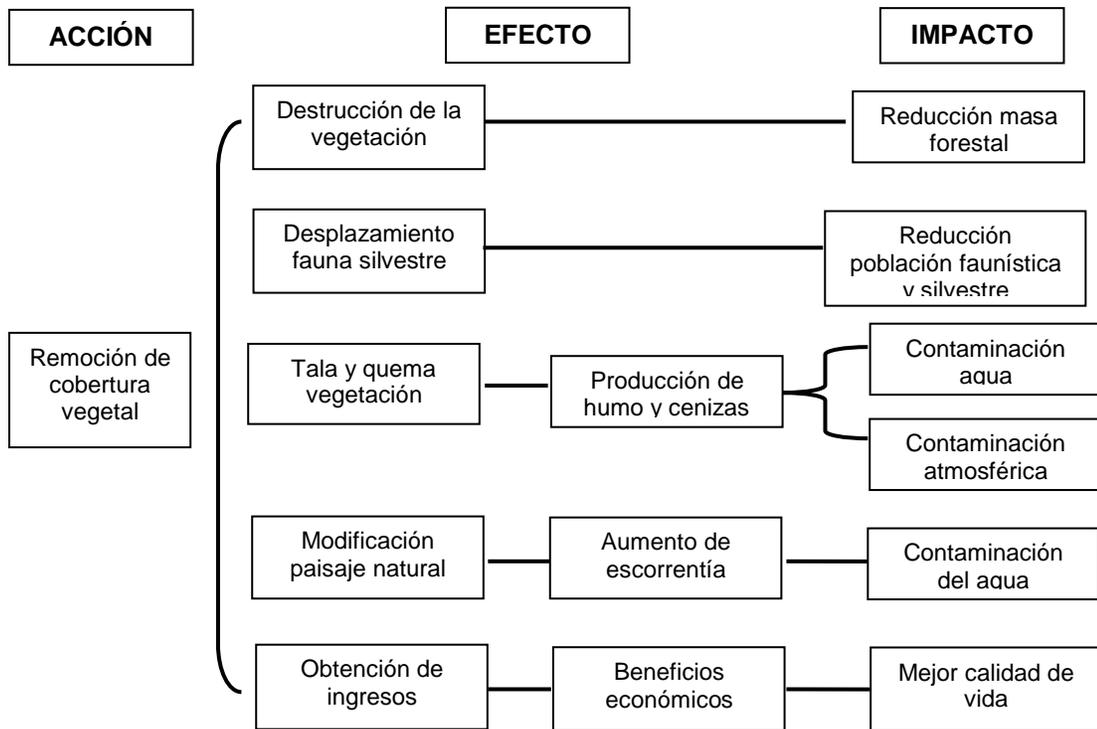
Lo descrito anteriormente se presenta el resumen se presenta en el cuadro 31.

Cuadro 31. Impactos generados por acción de la ganadería

Impacto	C	P	E	D	M	Ca	Importancia ambiental
1.muerte y desplazamiento de la fauna	N -	1,0	0,5	0,7	0,5	- 3,5	Baja
2.reduccion del área forestal	N -	1,0	0,5	0,7	0,7	- 4,55	Media
3.Disminucion de nutrientes en el suelo	N -	1,0	0,5	0,6	0,4	- 3,2	Bajo
4.contaminacion de fuentes hídricas	N -	1,0	0,8	0,1	0,7	- 4,22	Media
5.mejor calidad de vida	P +	1,0	0,8	0,5	0,7	- 5,42	Media

6.2.7.3 Identificación de impactos generados por la acción de la extracción de madera y leña. Los impactos identificados por este ítem se presentan en la figura 79)

Figura 79. Identificación de impactos generados por la extracción de madera y leña



*** Reducción de masa forestal**

Descripción del impacto: la parte rural en su gran mayoría utilizan la leña como combustible para cocinar, sumado a la extracción de madera para el uso de cultivos agrícolas lo cual reduce la cobertura vegetal

Clase (N); la clase de impacto es negativo, la extracción de leña aumenta los daños irrevocables al bosque.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, ya que para la población rural la madera es una fuente de combustible económica para su subsistencia.

Evolución (E); 0,5 la evolución es rápida, debido a que la destrucción de la vegetación es efecto antropico.

Magnitud (M); 0,7 la magnitud es media del 70% la reducción de la masa forestal se da principalmente por la extracción de madera y leña.

Duración (D); 0,9 la duración corta, la tala del bosque se presenta constante para obtención de los subproductos como medio sobre vivencia

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,5 \times 0,7 + 3,0 \times 0,9)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 5,15**

En conclusión la reducción de la masa forestal a causa de la extracción de madera y leña es un impacto negativo, con una calificación = - 5,15 la cual se considera un impacto ambiental medio.

* Reducción de población faunística y terrestre

Descripción del impacto: a causa de la intervención directa del hombre al ecosistema altera las condiciones del hábitat de la fauna y se produce desplazamiento de la misma.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, la deforestación disminuye la población faunística.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, la intervención al bosque es constante como medio de sustento familiar y por tanto la extinción de la fauna silvestre.

Evolución (E); 0,6 la evolución es rápida, hay emigración de la población faunística.

Magnitud (M); 0,4 la magnitud es baja del 40% por la poca diversidad de fauna.

Duración (D); 0,5 la duración es muy corta, la reducción del bosque es constante generando desplazamiento de la fauna a otros hábitats.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,6 \times 0,4 + 3,0 \times 0,5)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 3,18**

En conclusión la reducción de la población faunística y terrestre a causa de la extracción de madera y leña es un impacto negativo, con una calificación de -3,18 la cual se considera un impacto ambiental bajo.

* **Contaminación atmosférica**

Descripción del impacto: la utilización de leña como combustible genera emisión de gases y se produce la contaminación atmosférica.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, la emisión de gases producidos por la combustión produce contaminación del aire y aparición de enfermedades respiratorias.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, la mayoría de la población rural utiliza la leña para la preparación de los alimentos.

Evolución (E); 0,6 la evolución es rápida, debido la alta combustión generada por la quema de madera

Magnitud (M); 0,4 la magnitud es media del 40% en tiempo de invierno disminuye la tala de vegetación y se la necesidad de utilizar otros medios para cocinar sus alimentos.

Duración (D); 0,6 la duración es muy corta, la utilización de gas como combustible reduce la contaminación al aire.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,6 \times 0,4 + 3,0 \times 0,6)$$

$$\text{Calificación ambiental: } \mathbf{Ca = - 3,48}$$

En conclusión la contaminación atmosférica a causa de la extracción de madera y leña es un impacto negativo, con una calificación de -3,48 la cual se considera un impacto ambiental Bajo.

* Contaminación del agua

Descripción del impacto: la deforestación disminuye el agua y su vez se produce alteraciones en la calidad del agua.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, la tala de vegetación aumenta la infiltración y contaminación del agua.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, los movimientos de tierra provocan la contaminación de los ecosistemas acuáticos.

Evolución (E); 0,6 la evolución es rápida, a medida que se talan los bosques se desprotegen los suelos.

Magnitud (M); 0,2 la magnitud es baja del 20% se ve afectada la demanda hídrica.

Duración (D); 0,5 la duración es muy corta, en época de verano es constante la contaminación de fuentes hídricas principalmente por la ganadería.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,6 \times 0,2 + 3,0 \times 0,5)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 2,34**

En conclusión la contaminación del agua a causa de la extracción de madera y leña es un impacto negativo, con una calificación de -2,34 la cual se considera un impacto ambiental Bajo.

* Mejor calidad de vida

Descripción del impacto: la extracción de madera y leña disminuye costos en la comunidad, lo cual aumenta una mejor condición de vida

Clase (P); la clase de impacto es positivo, la extracción de leña es un medio fácil de obtener para la comunidad.

Presencia (P); 0,7 la presencia es cierta, es una forma de reducir costos a la base familiar

Evolución (E); 0,5 la evolución es lenta, se altera el ecosistema y disminuye la fertilidad del suelo.

Magnitud (M); 0,7 la magnitud es media del 70% genera mano de obra para toda la base familiar y aumenta la calidad de vida.

Duración (D); 0,5 la duración es muy corta, es constante la utilización de los subproductos.

$$Ca = P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = 0,7 (7,0 \times 0,5 \times 0,7 + 3,0 \times 0,5)$$

Calificación ambiental: **Ca = + 2,76**

En conclusión la mejor calidad de vida a causa de la acción extracción de madera y leña es positiva, con una calificación ambiental de 2,76 lo cual se considera un impacto ambiental bajo.

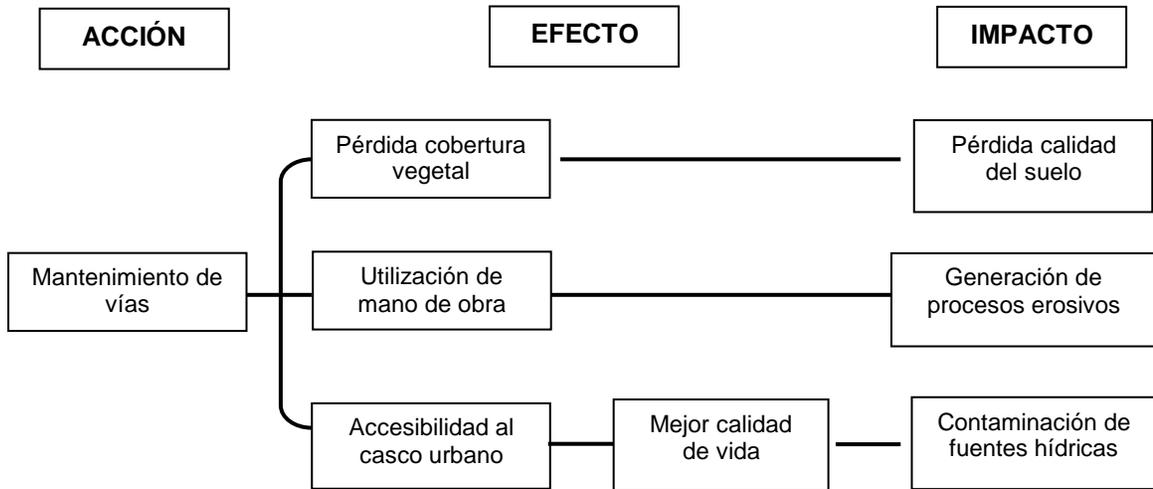
El resumen de la identificación, calificación e interpretación se presenta en el cuadro 32.

Cuadro 32. Calificación de impactos generados por la acción de la extracción de madera y leña

Impacto	C	P	E	D	M	Ca	Importancia ambiental
1.reduccion de masa forestal	N -	1.0	0.5	0.9	0.7	- 5,15	Media
2.reduccion de población faunística y terrestre	N -	1.0	0.6	0.5	0.4	- 3,18	Bajo
3.contaminacion del agua	N -	1.0	0.6	0.5	0.2	- 2,34	Bajo
4.contaminacion atmosférica	N -	1.0	0.6	0.6	0.4	- 3,48	Bajo
5.mejor calidad de vida	P +	0,7	0.5	0.5	0.7	2,76	Bajo

6.2.5.4 Impactos generados por el mantenimiento de vías. La figura 80 ilustra los impactos que causan el mantenimiento de vías.

Figura 80. Identificación de impactos generados por el mantenimiento de vías



*** Pérdida calidad del suelo**

Descripción del impacto: se presenta alteración de los componentes y naturales por el mantenimiento de vías, degradación del suelo.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, la implementación de maquinaria pesada compacta el suelo.

Presencia (P); 0,7 la presencia es cierta hay remoción de suelo y conlleva a fenómenos erosivos.

Evolución (E); 0,6 la evolución es rápida se presentan una vez se hacen los mantenimientos a las vías.

Magnitud (M); 0,5 la magnitud media del 50% ya el mantenimiento de la vía se hace una vez al año.

Duración (D); 0,7 la duración es muy corta depende de los factores ambientales.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -0,7 (7,0 \times 0,6 \times 0,5 + 3,0 \times 0,7)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 2,94**

En conclusión la pérdida de calidad de suelo por causa del mantenimiento de vías es un impacto negativo, con una calificación ambiental de -2,94 la cual se considera de impacto ambiental bajo.

* **Generación de procesos erosivos**

Descripción del impacto: la pendiente es la principal fuente de procesos erosivos en las vías, se presenta pérdida de vegetación natural.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, se presenta inestabilidad de los taludes, se desintegra las propiedades del suelo.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta hay continuos deslizamientos en algunos sitios de la vía. .

Evolución (E); 0,7 la evolución es rápida se presentan procesos erosivos en algunas fincas causando daños a la cobertura vegetal.

Magnitud (M); 0,5 la magnitud media del 50% ya que las condiciones climáticas conllevan a los procesos erosivos.

Duración (D); 0,7 la duración es muy corta se presentan obras de contención y prevención de procesos erosivos.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,7 \times 0,5 + 3,0 \times 0,7)$$

$$\text{Calificación ambiental: } \mathbf{Ca = - 4,55}$$

En conclusión la generación de procesos erosivos por causa del mantenimiento de vías es un impacto negativo, con una calificación ambiental de -4,55 la cual se considera de impacto ambiental medio.

* **Contaminación de fuentes hídricas**

Descripción del impacto: la remoción de suelo conlleva a llegar a las fuentes hídricas lo cual se produce la contaminación y alteración de la calidad del agua.

Clase (N); la clase de impacto es negativo, se presentan alteraciones al ecosistema acuático.

Presencia (P); 1,0 la presencia es cierta, agua producto de escurrimiento de la vía llega directamente a la fuente hídrica.

Evolución (E); 0,7 la evolución es rápida, la desprotección de fuentes hídricas genera mayor velocidad de contaminación del agua.

Magnitud (M); 0,5 la magnitud media del 50% ya la contaminación del agua aumenta con la expansión agrícola y pecuaria.

Duración (D); 0,6 la duración es muy corta la contaminación del agua es constante.

$$Ca = - P (a \times E \times M + b \times D)$$

$$Ca = -1,0 (7,0 \times 0,7 \times 0,5 + 3,0 \times 0,6)$$

Calificación ambiental: **Ca = - 4,25**

En conclusión la contaminación del agua por causa del mantenimiento de vías es un impacto negativo, con una calificación ambiental de -4,25 la cual se considera de impacto ambiental medio.

La identificación, calificación e interpretación se resumen en el cuadro 30.

Cuadro 33. Calificación de impactos generados por el mantenimiento de vías

Impacto	C	P	E	D	M	Ca	Importancia ambiental
1. Pérdida calidad del suelo	N	0,7	0,6	0,7	0,5	-2,94	Bajo
2. Generación de procesos erosivos	N	1,0	0,7	0,7	0,5	-4,55	Medio
3. Contaminación de fuentes hídricas	N	1,0	0,7	0,6	0,5	-4,25	Medio

6.3 FASE PROSPECTIVA

6.3.1 Zonificación ambiental. El modelo de ocupación del territorio de la unidad hidrológica quebrada El Tejar, se organizó en dos categorías, los suelos de protección y de importancia ambiental y los suelos de desarrollo rural. La zonificación se divide en suelos de protección y de importancia ambiental conformados por categorías como: áreas de protección, y áreas para conservación y protección del medio ambiente. Suelos de desarrollo rural integrados por áreas agropecuarias y áreas de uso potencial agroforestal

Permite ordenar el territorio de la unidad hidrológica para planear el uso sostenible de sus recursos, facilitando la restauración, protección y conservación de sus elementos renovables, el aprovechamiento en calidad y cantidad de su oferta ambiental, y la solución justa y responsable de sus problemáticas. La identificación del problema se basa en el razonamiento a cerca de la expansión acelerada de las fronteras agrícolas y reducción de la cobertura vegetal ya que se ve afectado la regulación del ciclo hidrológico.

El área de la unidad hidrológica quebrada El Tejar se encuentra zonas bioclimáticas, bosque húmedo pre montano, bosque húmedo montano bajo y bosque muy húmedo montano; estas zonas poseen un alto valor ecológico y requieren que se mantengan libres de actividades antrópicas y deben ser destinadas para la conservación y protección de los recursos naturales con especial énfasis en el recurso hídrico.

6.3.2 Áreas de importancia eco sistémica

6.3.2.1 Zona de protección hídrica. Son áreas de alta fragilidad ecosistémica con gran importancia, como la de ser recarga hídrica, bosques y vegetación de páramo y refugio de fauna silvestre (figura 81).

Figura 81. Zona de protección hídrica



Uso compatible: Recreación pasiva, uso forestal protector

Uso condicionado: Ecoturismo, captación de agua

Usos prohibidos: Agroforestales, agropecuarios, minería.

Directrices de manejo: Dar consideración prioritaria al uso de incentivos económicos para la recuperación de áreas forestales protectoras, en coordinación con las entidades competentes, administración municipal y corporación capacitación a la población orientadas prioritariamente a la recuperación de ecosistemas boscosos y preservación de la fauna y flora silvestre local.

6.3.2.2 Áreas forestales protectoras. El principal objetivo de estas áreas es la protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre (figura 82).

Figura 82. Áreas forestales protectoras



Uso compatible: Recreación pasiva

Uso condicionado: Ecoturismo, conservación y protección de los recursos naturales.

Usos prohibidos: intervención antrópica y aprovechamiento.

Directrices de manejo: capacitación a la población orientada prioritariamente a la conservación y protección a los recursos naturales.

En la unidad hidrológica quebrada El Tejar se encuentra un área específica de protección y conservación del recurso hídrico de propiedad del municipio.

6.3.2.3 Suelos de desarrollo rural conformados por áreas agropecuarias y áreas de uso potencial agroforestal. En los sistemas de producción predominan actividades agrícolas como el cultivo de frijol, maíz, cebada, trigo, y algunos frutales de climas frío y templado, todos estos producidos en mediana escala, siendo utilizados para su sustento diario y para la comercialización.

La ganadería en la zona es una fuente muy rentable de ingresos ya que tiene doble propósito de comercialización (carne en pie y leche).

Uso compatible: implementación plantaciones forestales con fines de aprovechamiento.

Uso condicionado: implementación de sistemas productivos sostenibles.

Usos prohibidos: expansión agrícola y pecuaria

Directrices de manejo: Desarrollar programas que impidan la extensión de la frontera pecuaria, sacrificando áreas de coberturas naturales y/o boscosas, adopción de instrumentos económicos, legales y administrativos para desestimular usos inadecuados e incentivar usos sostenibles, promover la implantación de esquemas de agroforestería para la producción pecuaria, desestimular el uso de agroquímicos y plaguicidas en las labores tradicionales, promoviendo de manera simultánea programas de agroecología, apoyar grupos sociales o comunidades locales interesadas en la conservación de los recursos naturales no renovables, o en la explotación de productos no maderables de las áreas de relictos boscosos existentes, que requieran asistencia técnica y económica para el desarrollo de sus propósitos, apoyar y fortalecer la agroindustria de carácter cooperativo con el objeto de elevar el nivel de vida de la población y generar empleo de manera directa.

6.4 FORMULACION DEL PLAN DE ORDENACION Y MANEJO DE LA UNIDAD HIDROLÓGICA QUEBRADA EL TEJAR

El plan de manejo se convierte en un instrumento de planificación para el manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales, con el fin de corregir, prevenir y compensar todas las actividades e impactos negativos de la unidad hidrológica quebrada El Tejar. La protección y defensa de los sistemas hidrográficos, bajo la concepción integral del desarrollo sustentable, para propiciar y garantizar el desarrollo de una producción moderna, limpia y abundante, que satisfaga las necesidades de la población reflejada en los procesos de ocupación racional de los bienes y servicios ambientales asociados a los medios materiales de vida de la

población, fundamentalmente en el mejoramiento de la calidad de vida lo cual se requiere formular el plan de ordenamiento en modelos de desarrollo que se adapten a las necesidades de los usuarios de la unidad hidrológica.

6.4.1 Justificación. La unidad hidrológica quebrada El Tejar es prestadora de servicios como: la captación de aguas para la planta de tratamiento de agua potable que abastece el casco urbano del municipio de Carcasi Santander, además es utilizada directamente por los habitantes aledaños a la quebrada como medio de regadío de sus cultivos y para el consumo del ganado.

La formulación del plan de manejo está orientada por tres principios que justifican y permiten orientar y concretar el proceso de planificación y el desarrollo de las acciones a ejecutar en el alcance del bienestar de los recursos naturales y sociales de la unidad hidrológica.

La sostenibilidad ambiental: encaminada al aprovechamiento y mejoramiento de la base natural de recursos sobre la base de la utilización de tecnologías limpias, el manejo de los impactos ocasionados por los proyectos de inversión y en el ordenamiento de la producción, y del consumo de conformidad a la capacidad del entorno ambiental como fuente de recursos, base de soporte y como sumidero de desechos.

El progreso social: determinado por la distribución equitativa del ingreso, el cual le permite al usuario de la unidad hidrológica, satisfacer adecuadamente sus demandas de alimentación, vestido, vivienda, educación, cultura y recreación, así como el ejercicio pleno de sus derechos democráticos en los campos políticos y gremial.

El desarrollo de la economía: implica el desarrollo tecnológico de la actividad agrícola y pecuaria, que conlleva necesariamente, la protección de la producción y

del mercado interno, visualizado sobre la tendencia que hay hacia los productos que permitan despertar el interés por parte de inversionistas, asociaciones que generen a la vez cadenas competitivas y estratégicas para mantener producción constante que equilibre los precios a favor de los agricultores y comerciantes.

Este plan de manejo está basado en programas comprendidos por proyectos a base de actividades dirigidas sobre cada uno de los recursos y manejo de los mismos con el fin último de alcanzar el manejo integrado de los recursos ambientales y sociales; con el ánimo de mejorar la calidad de vida de los usuarios de la unidad hidrológica, los objetivos se desarrollarán en corto y mediano plazo.

6.4.2 Visión del plan de manejo. Trabajar con las comunidades asentadas en la unidad hidrológica quebrada El Tejar en coordinación con la administración municipal para alcanzar el desarrollo sostenible, priorizando la protección y conservación de los recursos naturales, en especial del recurso hídrico como eje articulador, buscando la sostenibilidad de los sistemas productivos con el fin de garantizar el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

6.4.3 Objetivos del plan de manejo

6.4.3.1 General. Identificar, diseñar e instrumentar a nivel técnico de los proyectos que constituyen y dan cuerpo a los programas esenciales que orientan la recuperación, conservación y competitividad de micro cuenca quebrada el tejar, mediante el aprovechamiento integral y racional de los recursos naturales que integran el complejo del sistema de la unidad hidrológica y que garanticen la disponibilidad y permanencia, en calidad y cantidad en el tiempo y el espacio.

6.4.3.2 Específicos

- * Mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de los recursos naturales y la conservación de la base natural y particularmente del recurso hídrico.

- * Trabajar conjuntamente con la Administración Municipal en el fortalecimiento de acciones en forma conjunta con la comunidad rural en general para que colectivamente se realicen acciones tendientes a la recuperación de ecosistemas degradados, conservación de ecosistemas estratégicos, la protección de los recursos naturales renovables y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

- * Impulsar los proyectos de uso sostenible de la biodiversidad a través del establecimiento de plantaciones forestales y sistemas silvo pastoriles.

- * Gestionar recursos para compra de predios para la protección y conservación de de la fuente hídrica

6.4.4 Estrategias del plan de manejo. Las principales estrategias del plan de manejo tienen que ver con:

La Participación de la comunidad: es clave para que los distintos gremios como, agricultores, ganaderos, comerciantes, la junta de acción comunal y educadores relacionados con la dinámica social y local, aporten al modelo de desarrollo los intereses, acciones y cambios que beneficien el plan de ordenamiento y manejo de la unidad hidrológica.

La capacitación y educación ambiental: Es la base de cualquier acción o actividad que se desee implementar en la unidad hidrológica, y debe estar dirigida a los

diferentes niveles de la sociedad sin distinciones de clase social, raza, posición, edad y sexo, referida al adecuado entendimiento de las relaciones hombre – sociedad - medio ambiente, esencialmente los proyectos educativos de capacitación ambiental, orientados a la recuperación y conservación de la unidad hidrológica.

6.4.5 Líneas estratégicas del plan de manejo. Las líneas estratégicas del plan de manejo de la unidad hidrológica quebrada El Tejar se formulan teniendo en cuenta el plan de inversión ambiental aprobado por el consejo municipal para la ejecución de los programas de la administración municipal 2012 - 2015 y revisando la problemática diagnosticada de la unidad hidrológica, siguiendo los programas base del POMC. La formulación del plan de manejo presenta sus acciones operativas en cuatro grandes programas:

1. Conservación y uso sostenible de los suelos y su biodiversidad.
2. Manejo integral del recurso hídrico
3. Calidad de vida
4. Educación ambiental

6.4.6 Programas y proyectos. Teniendo en cuenta las líneas estratégicas determinadas en el plan de ordenamiento y manejo ambiental de la unidad hidrológica quebrada El Tejar se formulan los programas afines con dichas líneas con sus respectivos proyectos y acciones estratégicas a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo.

PROGRAMA 1: CONSERVACION Y USO SOSTENIBLE DE LOS SUELOS Y SU BIODIVERSIDAD

Este programa está orientado hacia la implementación de acciones de conservación y uso sostenible a partir de la identificación de especies promisorias

y los procesos de organización comunitaria para lograr la protección y el manejo de ecosistemas de alta significancia ambiental en la unidad hidrológica.

*** Proyecto 1. Conocimiento, conservación y uso sostenible de la biodiversidad en la parte alta captación del acueducto del casco urbano.**

SITUACION ACTUAL

En la unidad hidrológica el incremento de la deforestación para el avance de la frontera agrícola y pecuaria, la extracción de leña y madera ha ocasionado que en la actualidad queden pocos parches de bosques secundarios o rastrojos altos, los cuales presentan interrupciones entre sí, situación que no articula los corredores biológicos que permitan el tránsito de la fauna asociada.

El recurso bosque es el más afectado generando alta vulnerabilidad y fragilidad al recurso hídrico, por ser área de recarga hídrica.

Dichas áreas deben ser recuperadas, conservadas y protegidas por razones de su diversidad biológica y recursos conexos, que en su conjunto están conformadas por flora, fauna, áreas de drenaje y el entorno paisajístico.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Desarrollar acciones que conlleve a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad del bosque natural caracterizado por su alta vulnerabilidad, fragilidad y gran oferta natural hídrica.

Para lograr dicho objetivo se debe ser concertado entre la comunidad y la administración municipal

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto está orientado a formular acciones que tienen como objeto concertar con la comunidad los posibles proyectos productivos sostenibles derivados del uso de la biodiversidad, que aseguren ingresos, seguridad alimentaria y que a su vez contribuyan a la conservación de la biodiversidad presente en estos ecosistemas.

INDICADORES Y METAS

Indicador	Unidad	Metas			Total
		Corto plazo (2013-2014)	Mediano plazo (2013-2016)	Largo plazo (2017-2019)	
Proyectos formulados para el uso y aprovechamiento sostenible en asocio con la junta de acción comunal de la vereda Centro.	proyecto	27	50	70	147

INVERSION

Actividad	Corto plazo (2013-2014)	Mediano plazo (2013-2016)	Largo plazo (2017-2019)	Valor (miles de pesos)
Formulación de proyectos para uso y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y vinculación de la comunidad de vereda Centro que forma parte de la unidad hidrológica	4.000	6.000	5.000	15.000
TOTALES	4.000	6.000	5.000	15.000

FUENTES DE FINANCIACIÓN: Administración municipal de Carcasí.

PROGRAMA 2. MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO

Este programa está orientado a manejar la oferta del agua de manera sostenible en términos de cantidad, calidad y distribución en el territorio y en el tiempo, estableciendo para ello dos lineamientos básicos:

Recuperación de las condiciones de regulación y de calidad hídricas en zonas consolidadas de alta ocupación y en sistemas socioeconómicos consolidados.

Preservación de la regulación y calidad hídrica en zonas en procesos de ocupación, en las cuales no se ha afectado la regulación hídrica natural.

Proyecto 1. Protección, recuperación, conservación y manejo de la unidad hidrológica que abastece el acueducto del casco urbano del municipio de Carcasí Santander.

SITUACION ACTUAL

La fuente que abastece el acueducto urbano se encuentra muy intervenido por el avance de la frontera agropecuaria y la tala indiscriminada de las coberturas naturales existentes, lo cual han influido de manera significativa en la pérdida de la cantidad y calidad del recurso hídrico.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Garantizar el manejo integral del recurso hídrico, mediante la protección, recuperación de la fuente abastecedora de gran significancia hídrica para el casco urbano.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La recuperación y protección de la unidad hidrológica se realizará a través de la priorización de compra de predios, restauración de aislamientos de márgenes y fuentes hídricas, establecimiento de los sistemas de bosques protectores, sistemas agroforestales, enriquecimiento de los bosques degradados y establecimiento de prácticas agroecológicas con participación directa de la comunidad.

INDICADORES Y METAS

Indicador	Unidad	Metas			Total
		Corto plazo (2013-2014)	Mediano plazo (2015-2016)	Largo plazo (2017-2019)	
Adquisición de predios con fines de protección de la fuente hídrica.	Has.	3	5	8	16
Establecimiento de bosques protectores.	Has.	5	20	34	59
Establecimiento de sistemas productivos sostenibles (agroforestales, sistemas agropecuarios sostenibles)	Has.	5	10	12	27

INVERSION

Actividad	Corto plazo (2013-2014)	Mediano plazo (2015-2016)	Largo plazo (2017-2019)	Valor (miles de pesos)
Compra de predios con fines de protección de la fuente hídrica.	54.000	90.000	144.000	288.000
Establecimiento de bosques protectores.	25.000	100.000	170.000	295.000
Establecimiento de sistemas productivos sostenibles (agroforestales, sistemas agropecuarios sostenibles)	10.000	20.000	24.000	54.000
TOTALES	89.000	210.000	338.000	637.000

FUENTES DE FINANCIACIÓN: Administración municipal de Carcasí.

Proyecto 2. Control de vertimientos y monitoreo de calidad del agua de la unidad hidrológica

SITUACION ACTUAL

La corriente hídrica de la unidad hidrológica está deteriorada desde el punto de vista de calidad, ya que en la parte alta no se encuentra protegido el cauce y permite la entrada de los animales y por lo consiguiente la contaminación por excrementos y material descompuesto que es arrastrado a la vertiente causando la contaminación del recurso, y por otra parte recibe los aportes de vertimientos de aguas residuales de la planta de sacrificio del casco urbano en la parte media de la unidad hidrológica.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Realizar control de vertimientos y monitoreo de la calidad a la corriente principal de la unidad hidrológica quebrada el tejtar con el fin de establecer acciones para mitigar los impactos de la contaminación y propender por la recuperación de esta fuente.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto adelantarán monitoreo de la calidad del agua a la corriente principal dos veces al año.

INDICADORES Y METAS

Indicador	Unidad	Metas			Total
		Corto plazo (2013-2014)	Mediano plazo (2015-2016)	Largo plazo (2017-2019)	
Monitoreo de calidad de agua	Monitoreo	4	4	6	14

INVERSION

Actividad	Corto plazo (2013-2014)	Mediano plazo (2013-2016)	Largo plazo (2017-2019)	Valor (miles de pesos)
Monitoreo de la calidad del agua dos veces al año en las corriente principal.	2.000	2.000	3.000	7.000
TOTALES	2.000	2.000	3.000	7.000

FUENTES DE FINANCIACIÓN: Administración municipal de Carcasí

*** Proyecto 3. Uso eficiente y ahorro del agua**

SITUACION ACTUAL

Actualmente los municipios no están desarrollando el marco normativo de la Ley 373 del 6 de Junio de 1997 “Programa para el uso eficiente y ahorro del agua”, en donde se indica que los municipios o las entidades prestadoras de servicios de acueducto los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico, deben elaborar un diagnóstico que contenga la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y proponer un conjunto de proyectos y acciones como la de permitir valorar las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos entre otros aspectos. Desarrollar las acciones contempladas en esta ley, permitirá a largo plazo una recuperación paulatina del recurso hídrico.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Formular e implementar programas de uso eficiente y ahorro del agua con el fin de valorar las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas entre otros aspectos que indica el marco normativo de referencia.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se incentivará la formulación de programas de uso eficiente y ahorro del agua con los entes respectivos y la implementación de acciones formulados en este programa. La administración municipal de Carcasi hará un seguimiento y evaluación de estos programas para cumplir con los requerimientos estipulados en el marco normativo.

INDICADORES Y METAS

Indicador	Unidad	Metas			Total
		Corto plazo (2013-2014)	Mediano plazo (2013-2016)	Largo plazo (2017-2019)	
Plan del Uso eficiente y ahorro del agua formulado	Plan	1			1
Acciones implementadas	Unidad	5	10	10	25
Número de programas con seguimiento	Plan	1	1	1	3

INVERSION

Actividad	Corto plazo (2013- 2014)	Mediano plazo (2013-2016)	Largo plazo (2017- 2019)	Valor (miles de pesos)
Formulación del Programa de Uso y ahorro eficiente del agua	25.000			25.000
Implementación de acciones formulado en el programa	25.000	50.000	50.000	125.000
Seguimiento y evaluación al programa formulado	2.000	2.000	2.000	6.000
TOTALES	52.000	52.000	52.000	156.000

FUENTES DE FINANCIACIÓN: Administración municipal de Carcasí

PROGRAMA 3. CALIDAD DE VIDA

El programa de calidad de vida, contempla dentro sus objetivos el manejo integral de los residuos sólidos y líquidos, servicios públicos en agua, alcantarillado y aseo como acciones prioritarias a intervenir.

*** Proyecto 1. Gestión y apoyo técnico y económico para el manejo integral de residuos sólidos**

SITUACION ACTUAL

En la unidad hidrológica quebrada El Tejar los residuos sólidos es una problemática que trascendió del área urbana para lo rural; la población no tiene cultura del reciclaje, de clasificación en la fuente; los residuos como el vidrio, latas y otros que no se pueden quemar o agregar al suelo, simplemente se abandonan a campo abierto; esto además de generar un problema estético, constituye un foco de contaminación y proliferación de enfermedades; los recipientes, desechos de los fertilizantes y plaguicidas utilizados en agricultura, así como las baterías usadas y demás desechos peligrosos son arrojados a campo abierto y finalmente terminan en la quebrada contaminando los cuerpos de agua, afectando su calidad y haciéndolas inaccesibles para el consumo humano, y animal.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Brindar apoyo a la implementación de acciones formuladas en el plan de manejo en el casco urbano y sector rural en la unidad hidrológica quebrada El Tejar.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se realiza el proceso pertinente de residuos sólidos en la planta de tratamiento del casco urbano

INDICADORES Y METAS

Indicador	Unidad	Metas			Total
		Corto plazo (2013-2014)	Mediano plazo (2013-2016)	Largo plazo (2017-2019)	
Adecuación y optimización de la planta de residuos sólidos del municipio	Proyecto	1			1
Seguimiento, monitoreo optimización planta	Monitoreo	1	2	3	6

INVERSION

Actividad	Corto plazo (2013-2014)	Mediano plazo (2013-2016)	Largo plazo (2017-2019)	Valor (miles de pesos)
Adecuación y optimización de la planta de residuos sólidos del municipio	250.000			250.000
Seguimiento, monitoreo optimización planta	2.000	4.000	6.000	12.000
TOTALES	252.000	4.000	6.000	262.000

FUENTES DE FINANCIACIÓN. Administración municipal de Carcasí

PROGRAMA 4. EDUCACIÓN AMBIENTAL

*** Proyecto 1. Educación ambiental y participación social para la gestión ambiental**

SITUACION ACTUAL

Desde la perspectiva sociocultural la problemática ambiental se origina por las condiciones en que vive una parte de la población en el sector rural de la micro cuenca, esta se manifiesta en el deterioro de los recursos naturales por su uso intensivo especialmente en el suelo, los bosques y el agua y la práctica de actividades económicas de sobrevivencia, sin considerar la función ambiental que tienen dichos recursos; de la misma manera el deterioro de los recursos naturales se debe a la falta de sensibilidad frente a los problemas ambientales que no permiten acciones preventivas y proactivas, dejando en manos del estado la responsabilidad absoluta del manejo del medio ambiente.

Los espacios de participación en diferentes temas, son importantes para las administraciones municipales líderes ambientales y de la junta de acción comunal.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Generar actitudes, comportamientos y habilidades que le permitan acercar a la comunidad al conocimiento e interacción con el patrimonio natural, a fin de fomentar acciones de protección, recuperación y manejo sostenible de los recursos naturales en la unidad hidrológica.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto apoyará acciones de articulación institucional a nivel de administraciones municipales, instituciones educativas, la autoridad ambiental y la comunidad en general a través de la educación formal y no formal y aquellos que se realicen al interior de los diferentes programas y proyectos en beneficio de la recuperación y protección de los ecosistemas estratégicos y recursos naturales.

Se fomentarán las jornadas de capacitación, sensibilización y socialización de programas institucionales en temas ambientales enfocados hacia las potencialidades del territorio y a dar soluciones a la problemática ambiental actual, dichas campañas serán fortalecidas a través de la publicación de material didáctico e informativo.

INDICADORES Y METAS

Indicador	Unidad	Metas			Total
		Corto plazo (2013-2014)	Mediano plazo (2013-2016)	Largo plazo (2017-2019)	
Implementación de los proyectos educativos para usuarios activos y potenciales en la unidad hidrológica	Proyecto	5	10	10	97

INVERSION

Actividad	Corto plazo (2013-2014)	Mediano plazo (2013-2016)	Largo plazo (2017-2019)	Valor (miles de pesos)
Implementación de los proyectos educativos para usuarios activos y potenciales en la unidad hidrológica	5.000	10.000	10.000	25.000
TOTALES	5.000	10.000	10.000	25.000

FUENTES DE FINANCIACIÓN. Administración municipal de Carcasí

Retomando la información de costos se concluye que el plan de manejo y ordenación de la unidad hidrológica, tiene un costo de MIL CIENTO DOS MILLONES DE PESOS M/CTE. (\$1.102.000), como se especifica a continuación:

PROGRAMA 1: CONSERVACION Y USO SOTENIBLE DE LOS SUELOS Y SU BIODIVERSIDAD

Proyecto 1.	\$ 15.000.000
-------------	---------------

PROGRAMA 2. MANEJO INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO

Proyecto 1.	\$ 637.000.000
-------------	----------------

Proyecto 2.	\$ 7.000.000
-------------	--------------

Proyecto 3.	\$ 156.000.000
-------------	----------------

PROGRAMA 3. CALIDAD DE VIDA

Proyecto 1.	\$ 262.000.000
-------------	----------------

PROGRAMA 4. EDUCACIÓN AMBIENTAL

Proyecto 1.	<u>\$ 25.000.000</u>
-------------	----------------------

TOTAL:	\$1.102.000.000
--------	-----------------

CONCLUSIONES

La formulación del plan de ordenación de la unidad hidrológica quebrada El Tejar, fue base los parámetros establecidos en el POMC a nivel nacional, donde se ejecutaron cuatro fases: la de aprestamiento, el diagnóstico, la prospectiva para finalmente diseñar la formulación.

La unidad hidrológica Quebrada El Tejar es un subsistema pequeño, su área alcanza 3,5Km², con dirección principal en el eje N – S, con un rango altitudinal entre los 1948 y 3350msnm, es alargada y su forma se asemeja a la de un rectángulo, tiene forma oval redonda a oval oblonga, con tendencia a ocurrencia de avenidas; de acuerdo a la densidad de drenaje obtenida y la frecuencia de los Talwegs se deduce que presenta un drenaje regular, dendrítico, ya que indica una condición homogénea del área drenada

Desarrollado el análisis socioeconómico se evidenció la importancia de la unidad hidrológica quebrada el Telar, ya que por la ubicación geográfica beneficia a la población urbana y rural para consumo y el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias que son su principal fuente económica.

La cartografía temática fue base para la delimitación del área objeto de estudio, la cual permitió hacer una representación grafica base, geológica, geomorfológica, hidrológica, zonas de vida, isoyetas, pendientes y suelos de la unidad hidrológica quebrada el Tejar.

Se identificaron los impactos ambientales del área de estudio generados por la acción de la agricultura, de la ganadería, por la extracción de madera y leña y por el mantenimiento de vías; siendo los más afectados el deterioro y degradación de las propiedades del suelo, contaminación del recurso hídrico y reducción de la masa Forestal.

Se notó el desinterés y la poca participación por parte de la población rural y urbana en el proceso de sensibilización del uso racional del recurso hídrico.

Se definió el plan de Ordenación y manejo de la unidad hidrológica Quebrada El Tejar; en base al diagnóstico del componente físico, biológico, socioeconómico y ambiental, se formularon proyectos y acciones estratégicas a desarrollar en corto, mediano y largo plazo.

RECOMENDACIONES

El plan de ordenación y manejo de la unidad hidrológica quebrada el Tejar esta propuesto para un período de cinco años después se debe reevaluar periódicamente las etapas que se formularon en la unidad hidrológica quebrada el Tejar; es importante que a nivel municipal y con el apoyo de la Corporación Autónoma de Santander CAS se gestionen recursos para ejecución del plan de ordenación propuesto para la unidad hidrológica quebrada el Tejar con el fin de conservar y proteger principalmente el recurso hídrico.

Se recomienda especialmente dar continuidad a la capacitación y sensibilización a los 45 núcleos familiares de la unidad hidrológica quebrada el Tejar sobre el uso racional y aprovechamiento legal del recurso hídrico.

Establecer sistemas silvopastoriles con Cercas Vivas de *Escallonia pendula* con Manejo Silvicultural y mediante regeneración natural de mediana intensidad *Wenmania sp*, *Clusia sp*. *Rapanea guianensis* para los 18 núcleos familiares rurales como opción para el manejo sustentable de la ganadería a corto y mediano plazo, y la actividad forestal a largo plazo de la unidad hidrológica quebrada El Tejar; de igual manera implementar cultivos alternativos como frutales con el fin de reducir la intervención del bosque natural.

Restablecer del bosque *Escallonia péndula* en 200has a largo plazo, reforestando 20has por año.

Es necesario reforestar y aislar 50ha del nacimiento de la quebrada y la captación de agua del acueducto municipal conservando la especie *Escallonia péndula* con el fin reducir la contaminación del recurso hídrico; e implementar proyectos de reforestación de 90ha con especies maderables a largo plazo.

Establecer viveros semipermanentes con capacidad de 30.000 plántulas con fines de mejorar el paquete tecnológico y sistema sucesional de la especie *Escallonia péndula*.

BIBLIOGRAFÍA

ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL CARCASÍ. Esquema de ordenamiento territorial, Dimensión espacio funcional. Carcasí: Planeación Municipal, 2003.

BERNAL, G. Y CORONADO, A. Plan preliminar para el estudio de la cuenca alta del río San Jorge. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de los Valles de Sinú y San Jorge, 1977. Pág. 83. En: HENAO S., Jesús Eugenio. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Bogotá: USTA, 1988, pág. 42.

CUERVO CUELLAR, María Patricia et. al. Guía técnico científica para la ordenación de las cuencas hidrográficas en Colombia [online]. Segunda versión. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales "IDEAM", 2008. 92p. [Consultado Abril 15 de 2013]. Disponible en: <http://corponarino.gov.co/expedientes/documentacion/ayudaa/guiadecuenca2008.pdf>

GÁMEZ MORALES, William R. Texto básico de hidrología [online]. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Dirección de investigación extensión y posgrado (DIEP), Mayo 2009. [Consultado Febrero, 2013]. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN10 G192.pdf>

GARCÍA NEIRA, Alexandra et. al. Manual técnico para el manejo integral de cuencas hidrográficas [online]. Bogotá, SENA, 1996. [Consultado Abril 15 de 2013]. Disponible en: <http://www.banrepcultural.org/sites/default/files/lablaa/ciencias/sena/cursos-de-capacitacion/cuencas/capitulo%20I.pdf>

GAVILÁN, Germán Eduardo. Características morfométricas de cuencas. Bucaramanga: UIS, Curso de hidrología Ambiental- Especialización ingeniería Ambiental, s.n.e.

HENAO S., Jesús Eugenio. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Bogotá: Universidad Santo Tomás, 1988. 396p.

LINSLEY, Ray K., et.al. Hidrología para ingenieros [online]. Segunda edición. Bogotá: McGraw-Hill, 1998. 398P. [Consultado febrero, 2013] Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/103814232/Hidrologia-para-Ingenieros-LINSLEY-KOHLER-y-PAULHUS>

PARENT, Guy et al. Guía de planificación de unidades familiares de producción. Bucaramanga: CDMB – ACDI y ROCHE, enero 1990. 99p.

----- . Guía de reforestación. Bucaramanga: CDMB, Diciembre 1997. 213p.

VARGAS MARTÍNEZ, Nelson Omar. Guía técnico científico para la ordenación y manejo de cuencas: Decreto 1729 de 2002 [online]. Bogotá, D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, Enero de 2004, 100p. [Consultado febrero 2013]. Disponible en: http://www.almamater.edu.co/Servicios/Desarrollo_Regional/Ecorregion_Eje_Cafetero/Guia_Cuencas_Hidrograficas.pdf

VILLOTA, Hugo. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Bogotá: IGAC. 1991. En: ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL CARCASÍ. Esquema de ordenamiento territorial. Carcasí: Administración municipal y oficina de planeación municipal, 2003.

Anexo A. Modelo de encuesta

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA UNIDAD HIDROLÓGICA QUEBRADA EL TEJAR

Objetivo: Obtener el diagnóstico socioeconómico y ambiental de las unidades familiares de producción (UFP) en la unidad hidrológica Quebrada el Tejar ubicada en la Vereda Centro Municipio de Carcasí departamento de Santander.

NOMBRE: _____

FECHA: _____ **VEREDA** _____

FINCA _____ **HA** _____

TENENCIA DE LA TIERRA. PROPIEDAD _____ **ARRENDATARIO** _____

INFORMACIÓN GENERAL.

I. COMPOSICIÓN FAMILIAR

Integrantes	Edad	Estado civil			Nivel educativo			Ocupación		
		S	C	U	Prim	Sec	Sup	Est	Trab.	Hogar

II. VIVIENDA.

- Posee vivienda?: Sí _____ No _____
- De que material está construida la vivienda: Tapia pisada _____ Ladrillo _____ otros _____
- En qué estado se encuentra la vivienda. Bueno _____ Regular _____ Malo _____

III. AGUA.

- Existe en la vereda acueducto veredal SI _____ NO _____
- Cuenta la finca con servicio de agua propia SI _____ NO _____
- La finca tiene afloramientos. SI _____ NO _____ cuantos? _____
- De cual quebrada se toma el agua. _____
- Esta quebrada se encuentra bien protegida. SI _____ NO _____
- El agua recibe algún tratamiento. SI _____ NO _____

IV SERVICIO ELÉCTRICO.

- La vivienda cuenta con servicio de luz eléctrica: SI _____ NO _____
- Cómo califica el servicio. Bueno _____ Regular _____ Malo _____

V SALUD.

- En la vereda existe puesto de salud. SI _____ NO _____
 - A dónde acuden cuando se enferman. _____
 - Cuáles son las enfermedades más comunes. _____
-
- Están afiliados a SISBEN, EPS o ARP. SI _____ NO _____Cuál _____

VI EDUCACIÓN.

- Existe establecimiento escolar. SI _____ NO _____ Cual _____
- Se encuentran bien dotados. SI _____ NO _____ Porqué _____
- Cuantos docentes prestan su servicio en la escuela _____

VII VÍAS.

- Que vías de comunicación existen en su vereda: _____
- En qué estado se encuentran. Bueno _____ Regular _____ Malo _____
- Porque. _____
- Hacen mantenimiento a las vías. SI _____ NO _____ Cada cuanto _____

VIII. ACTIVIDAD ECONÓMICA

1. SECTOR AGRICOLA.

- Cuáles productos se siembran en la finca:

Productos	Has.	Comercialización (%)	Consumo (%)

- Tipo de explotación: Minifundio: _____ Latifundio: _____
- Existe algún sitio para guardar los productos. SI _____ NO _____Cuál _____

2. SECTOR GANADERO.

- Que especies de ganado tiene en la finca. _____
- De las anteriores especies cuales comercializa y que subproductos obtiene de ella. _____

IX SANEAMIENTO.

La vivienda cuenta con:

- Cocina: Eléctrica _____ Gas _____ Leña _____
- Servicio sanitario: Letrina _____ Campo abierto _____

- Destino de excretas: Pozo séptico _____ Alcantarillado _____ Quebrada _____
- Destino de basuras: Quebrada _____ Pozo séptico _____ Campo abierto _____
- Ha recibido educación ambiental: Si _____ No _____ Quien la brindo. _____
- Soluciones de saneamiento: _____

X SITIOS DE PELIGRO O AMENAZA.

- Hay sitios que considera peligrosos en la vereda. SI _____ NO _____
- Porqué. _____

XI FAUNA.

- Según sus antecesores, qué especies silvestres existían en el área. _____

- Mencione que animales silvestres observa en su vereda. _____

- Por qué cree que ha desaparecido. _____

XII FLORA.

- Que especies de árboles hay en su finca. _____

Muchas gracias

Anexo B. Acta conformación consejo de la unidad hidrológica

FECHA: Julio 28 de 2012
HORA: 9:00a.m.
LUGAR: Biblioteca municipal Carcasí

ORDEN DEL DÍA

1. Bienvenida y presentación de los asistentes
2. Socialización de los lineamientos del proceso de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas
3. Presentación de la metodología para la elección de los consejeros de cuenca
4. Conformación de grupos de trabajo por actores sociales y postulación de candidatos por cada grupo de trabajo
5. Apertura de la jornada electoral y escrutinio de votos
6. Nombramiento de consejeros
7. Clausura del encuentro

DESARROLLO

1. Bienvenida y presentación de los asistentes: se inicia el encuentro a las 9:00a.m, con la bienvenida y agradecimiento a la comunidad por su asistencia y participación; se hace la respectiva presentación del responsable del proyecto y de los diferentes actores sociales que acudieron al mismo.
2. Socialización de los lineamientos del proceso de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Se continúa con la exposición de ordenación, tales como leyes y decretos que reglamentan, las fases que lo integran, sus conceptos e importancia a nivel ambiental y comunitario, así como también, la clasificación de

los diversos actores sociales y la responsabilidad social de los mismos frente al proceso de ordenación.

3. Presentación de la metodología para la elección de los consejeros de cuenca. Se continuó con la presentación de la metodología para la elección de los representantes al consejo de cuenca, la cual contiene el significado del consejo, las funciones, responsabilidades y principios del mismo, así como las fases de su financiación; de igual manera se socializaron las funciones, calidades, responsabilidades y principios de los consejeros de cuenca, finalizando con la explicación de la postulación y posterior elección de los consejeros de cuenca por grupos de actores sociales.

4. Conformación de grupos de trabajo por actores sociales y postulación de candidatos por cada grupo de trabajo. Se le pidió a la comunidad organizarse por grupos, según el tipo de actor social al que pertenezcan, con el fin de iniciar la postulación de los candidatos al consejo y posterior elección de consejeros.

Una vez conformados los grupos de trabajo por actores sociales, para la postulación de las personas se discutió que como eran pocas personas y se debía elegir tres representantes por grupo como se relaciona a continuación:

Grupo de trabajo de actores sociales tipo I institucionales

Grupo de trabajo de actores sociales tipo II sociedad civil

5. Apertura de la jornada electoral y escrutinio de votos. Para el grupo tipo I institucional los tres representantes de la administración municipal (el alcalde, jefe de planeación y el responsable de la unidad de servicios públicos); para el grupo II sociedad civil, de común acuerdo quedó conformado por el presidente de la junta de acción comunal, un habitante del área urbana y un propietario de terreno en el área rural.

Se hizo la respectiva selección teniendo en cuenta la disponibilidad de tiempo de cada uno de los miembros de los dos grupos de trabajo, siendo seleccionados el responsable de planeación municipal y un estudiante del SAT.

6. Nombramiento de consejeros. Como resultado de la jornada, el consejo quedó conformado por:

El responsable del proyecto señor EDUARDO SANABRIA BASTO identificado con la cédula de ciudadanía número 13.930.807 expedida en Málaga

Por el grupo de actor social institucional el señor WILLIAM MENDEZ identificado con la cédula de ciudadanía número 13.930.478 expedida en Málaga S.

Por el grupo de actor social sociedad civil el señor APOSTOL DUARTE identificado con la cédula de ciudadanía número 5.609.646 expedida en Carcasí

8. Clausura del encuentro. Se da por terminada la jornada en el municipio de Carcasí a las 11:00am, el día 28 de Julio de 2012.

Anexo C. Diario de observaciones pluviométricas y fenómenos atmosféricos

 DIARIO DE OBSERVACIONES PLUVIOMÉTRICAS Y FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS										MES _____													
ESTACIÓN										OBSERVADOR													
<i>PARTE MEDIA MICROCUENCA EL TEJAL</i>																							
REVISOR					REG					TR		CODIGO		TI	ANO	MES							
<i>EDUARDO SANDOVAL BASTO</i>										2													
PRECIPITACION Y FENOMENOS ATMOSFERICOS										PRECIPITACION Y FENOMENOS ATMOSFERICOS													
DIA	HORA	LECTURA	C	PERIODO	LLUVIA	GRANIZO	HELADA	BRUMA	NEBLA	TORRENTA ELECTRICA	VIENTO FUERTE	DIA	HORA	LECTURA	C	PERIODO	LLUVIA	GRANIZO	HELADA	BRUMA	NEBLA	TORRENTA ELECTRICA	VIENTO FUERTE
1	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								17	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
2	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								18	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
3	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								19	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
4	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								20	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
5	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								21	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
6	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								22	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
7	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								23	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
8	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								24	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
9	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								25	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
10	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								26	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
11	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								27	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
12	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								28	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
13	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								29	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
14	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								30	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
15	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								31	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							
16	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07								1	07:00			07 A 13 13 A 19 19 A 07							

Fuente: IDEAM

Anexo D. Análisis de agua



NIT 890.205.049-0
LABORATORIO DE AGUAS

Autorizado mediante Res. N° 004911 de Dic 14 de 2006 del Ministerio de la Protección Social
para realizar el análisis de aguas para el consumo humano según decreto 1575 de 2007 y Res 2115 de 2007

REPORTE DE RESULTADOS

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA		
Solicitante	Alcaldía de Carcasi	Telefono 3202958472
Dirección	Calle 3 N° 3-73	
Ensayos realizados	Fisicoquímico y microbiológico	
Fuente	Microcuenca el Tejar	
Tipo de Agua	Cruda	
Sitio de muestreo	Parte Media de la microcuenca	
Punto de muestreo	Parte Media de la microcuenca	
Municipio	Carcasi	
Tipo de muestreo	Puntual	
Objeto del análisis	Control de calidad	
Fecha de recolección	23 de Diciembre de 2012	
Tomada por	Eduardo	

ANALISIS FISICOQUIMICO					
PARAMETRO	UNIDAD	TECNICA	Res 2115/07	Puntaje de Riesgo	RESULTADO
Color verdadero	UPC	Espectrofotométrica	15	6	1
Olor y sabor	No establecida	No establecida	Aceptable		Aceptable
Turbiedad	NTU	Turbidimétrica	5(Dec 475/98)	15	0,65
Nitritos	mg/LNO ₂	Colorimétrica	0,1	3	0
Cloruros	mg/L NaCl	Volumétrica	250	1	6
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	Volumétrica	300	1	204
Hierro Total	mg/L Fe	Colorimétrica	0,3	1,5	0
Sulfatos	mg/L SO ₄	Espectrofotométrica	250	1	
Cloro residual	mg/L Cloro	Espectrofotométrica	0.3 - 2	15	0
PH	Unidad de pH	Potenciométrica	6.5 - 9.0	1,5	6,81

ANALISIS BACTERIOLOGICO					
PARAMETRO	UNIDAD	TECNICA	Res 2115/07	Puntaje de Riesgo	RESULTADO
Coliformes Totales	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	0	15	100
Coliformes Fecales	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	0	25	100

Observaciones: NIVEL DE RIESGO POR MUESTRA: ALTO IRCA: 65,48%
Concepto: Agua no apta para el consumo humano, es necesario hacer un tratamiento de potabilización.

Lina Marcela Duarte Oviedo

Dirección Técnica del Laboratorio de las ESPM
LINA MARCELA DUARTE OVIEDO
INGENIERA QUÍMICA "UIS"



NIT 890.205.049-0
LABORATORIO DE AGUAS

Autorizado mediante Res. N° 004911 de Dic 14 de 2006 del Ministerio de la Protección Social
para realizar el análisis de aguas para el consumo humano según decreto 1575 de 2007 y Res 2115 de 2007

REPORTE DE RESULTADOS

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA		
Solicitante	Alcaldía de Carcasi	
Dirección	Calle 3 N° 3-73	Telefono 3202958472
Ensayos realizados	Fisicoquímico y microbiológico	
Fuente	Microcuenca el Tejar	
Tipo de Agua	Cruda	
Sitio de muestreo	Parte Alta de la microcuenca	
Punto de muestreo	Parte Alta de la microcuenca	
Municipio	Carcasi	
Tipo de muestreo	Puntual	
Objeto del análisis	Control de calidad	
Fecha de recolección	23 de Diciembre de 2012	
Tomada por	Eduardo	

ANALISIS FISICOQUIMICO					
PARAMETRO	UNIDAD	TECNICA	Res 2115/07	Puntaje de Riesgo	RESULTADO
Color verdadero	UPC	Espectrofotométrica	15	6	0
Olor y sabor	No establecida	No establecida	Aceptable		Aceptable
Turbiedad	NTU	Turbidimétrica	5(Dec 475/96)	15	0,10
Nitritos	mg/LNO ₂	Colorimétrica	0,1	3	0
Cloruros	mg/L NaCl	Volumétrica	250	1	6
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	Volumétrica	300	1	193
Hierro Total	mg/L Fe	Colorimétrica	0,3	1,5	0
Sulfatos	mg/L SO ₄	Espectrofotométrica	250	1	
Cloro residual	mg/L Cloro	Espectrofotométrica	0.3 - 2	15	0
PH	Unidad de pH	Potenciométrica	6.5 - 9.0	1,5	6,84

ANALISIS BACTERIOLOGICO					
PARAMETRO	UNIDAD	TECNICA	Res 2115/07	Puntaje de Riesgo	RESULTADO
Coliformes Totales	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	0	15	100
Coliformes Fecales	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	0	25	4

Observaciones: NIVEL DE RIESGO POR MUESTRA: ALTO IRCA: 65,48%
Concepto: Agua no apta para el consumo humano, es necesario hacer un tratamiento de potabilización.

Lina Marcela Duarte Oviedo

Dirección Técnica del Laboratorio de las ESPM
LINA MARCELA DUARTE OVIEDO
INGENIERA QUÍMICA "UIS"

Anexo E. Análisis químico del suelo



SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL
MEDIO AMBIENTE
NIT. 804.016.152-8



REPORTE DE RESULTADOS

Ciudad y Fecha de emisión: Bucaramanga, 28 de enero de 2013 Solicitante: EDUARDO SANABRIA Dirección: CRA 7 No. 7 80 MÁLAGA SANTANDER Teléfono: 320-2958472 Lugar de muestreo: MUNICIPIO CARCASI SANTANDER Fecha de muestreo: 08 de enero de 2013 Fecha de recepción: 22 de enero de 2013 Fecha de análisis: 22 - 26 de enero de 2013 Análisis solicitado: Físicoquímico Condiciones de la muestra: Adecuada	No. 036717 Tipo de muestra: Suelo Identificación: MICRO CUENCA EL TEJAR Descripción: PARTE BAJA Responsable de muestreo: SOLICITANTE Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE Tamaño de la muestra: 1 Kg Envase o empaque: Plástico Lote: N.A.
--	---

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADOS	Valores de referencia
pH	NTC 5264	5,62 unidades pH	---
NITRÓGENO TOTAL	NTC 5889	22,05 %	---
CONDUCTIVIDAD	NTC 5596	26,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$	---
MATERIA ORGÁNICA	NTC 1886	12,70 %	---
CARBONO ORGÁNICO	NTC 5403	1,39 %	---

OBSERVACIONES: //

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA.



Angélica Xiomara Contreras O.

Elaboró: **ANGÉLICA XIOMARA CONTRERAS O.**
COORDINADOR DE CALIDAD
ING. BIOTECNOLÓGICO. Registro No. 32423

Albio Enrique Espinosa Safar.

Revisó: **ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR.**
QUÍMICO
PQ 0996

Código: **R-051** Versión: **0.1** Fecha: **22/05/09** Página: **1 de 1**

Carrera 24 No. 36 - 11 Tels: (7) 6348000 - (7) 6348800 - 3187070821 Bucaramanga - Colombia
web: www.siamaltda.com - e-mail: info@siamaltda.com



SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL
MEDIO AMBIENTE
NIT. 804.016.152-B



5

REPORTE DE RESULTADOS

Ciudad y Fecha de emisión: Bucaramanga, 28 de enero de 2013 Solicitante: EDUARDO SANABRIA Dirección: CRA 7 No. 7 80 MÁLAGA SANTANDER Teléfono: 320-2958472 Lugar de muestreo: MUNICIPIO CARCASI SANTANDER Fecha de muestreo: 08 de enero de 2013 Fecha de recepción: 22 de enero de 2013 Fecha de análisis: 22 - 26 de enero de 2013 Análisis solicitado: Fisicoquímico Condiciones de la muestra: Adecuada	No. 036716 Tipo de muestra: Suelo Identificación: MICRO CUENCA EL TEJAR Descripción: PARTE ALTA Responsable de muestreo: SOLICITANTE Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE Tamaño de la muestra: 1 Kg Envase o empaque: Plástico Lote: N.A.
--	--

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO

ANÁLISIS	MÉTODO	RESULTADOS	Valores de referencia
pH	NTC 5264	7,99 unidades pH	---
NITRÓGENO TOTAL	NTC 5889	30,51 %	---
CONDUCTIVIDAD	NTC 5596	147,7 µS/cm	---
MATERIA ORGÁNICA	NTC 1886	14,44 %	---
CARBONO ORGÁNICO	NTC 5403	1,74 %	---

OBSERVACIONES: //

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA.



ANGÉLICA

Elaboró: ANGÉLICA XIOMARA CONTRERAS O.
COORDINADOR DE CALIDAD
ING. BIOTECNOLÓGICO, Registro No. 32423

ALBIO

Revisó: ALBIO ENRIQUE ESPINOSA SAFAR.
QUÍMICO
PQ 0996

Código: R - 051 Versión: 0.1 Fecha: 22/05/09 Página: 1 de 1

Carrera 24 No. 36 - 11 Tels: (7) 6348000 - (7) 6348800 - 3187070821 Bucaramanga - Colombia
web: www.siamaltda.com - e-mail: info@siamaltda.com

 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS PROGRAMA DE SUELOS DIRECCIÓN: Carrera 27 Calle 9 Ciudad Universitaria Teléfono: 6344090 Ext. 2499 Bucaramanga - Santander del Sur	CONVENIO GOBERNACIÓN DE SANTANDER - UIS SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL ESCUELA DE QUÍMICA - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Telefax: (7)6324861 - Correo Electrónico: laboratorioquimicodesuelos_uis@yahoo.com						ANÁLISIS DE SUELOS: UN BENEFICIO MAYOR Y PRIORITARIO PARA EL CAMPO															
	CLIENTE: Eduardo Sanabria Basto		MUNICIPIO: Carcasí		VEREDA: Centro		Finca:		DIA: 1		MES: ABRIL		AÑO: 2013									
DIRECCIÓN:		TELÉFONOS: 3202958472		DEPARTAMENTO: Santander		Cultivo:		CARACTERIZACIÓN: x		ELEMENTOS MENORES: x		AZUFRE:		CIC:		CE:						
TOPOGRAFÍA:		EXTENSIÓN: 350 Has		ANÁLISIS SOLICITADOS:		S:		B:		Fe:		Mn:		Cu:		Zn:						
RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS																						
No. Orden	No. Lab.	pH Unidad	% C	P (ppm) Bray II	Ca	Mg	Na	K	Al	% Arena	% Limo	% Arcilla	TEXTURA	CIC meq/100g	CE mmhos/cm	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn	
					meq/100g suelo											(ppm)						
	12920	5.4	5.18	136	6,83	2,62	4,08	0,37	ND	64	26	10	Franco - Arenoso				0,42	121	12,6	1,48	18,1	
PARAMETROS					MÉTODO ANALÍTICO					OBSERVACIONES					VoBo							
pH: Potencial de Hidrógeno C: Carbono P: Fósforo disponible Ca, Mg, Na, K Al: Aluminio intercambiable % Textura B: Boro Fe, Mn, Cu, Zn S: Azufre CIC Capacidad Intercambio Catiónico CE: Conductividad Eléctrica					Electrométrico: Relación 1:1 Agua destilada Colorimétrico: Walkley Black K2Cr2O7-H2SO4 Colorimétrico: Bray II HCl 0,1 N-NH4F 0,03 N Absorción Atómica: Extracción: Acetato de Amonio Valoración: Extracción KCl Bouyoucos: Agua destilada Colorimétrico: Extracción Fosfato Monocálcico Absorción Atómica: Extracción con DTPA Turbidimétrico: Extracción Fosfato Monocálcico Extracción Acetato de Amonio Electrométrico: Agua destilada					N.D.: No detectable a la mínima concentración detectada para el método Información y muestra suministrada por el cliente Nota: Los resultados Almacenados en la base de datos y los enviados por fax ó e-mail se conservarán durante tres meses a partir de la entrega de los mismos Favor comunicar su sugerencia, observación o reclamo al teléfono 6324861 ó al e-mail. MUESTRA 1 PARTE ALTA MICROCUENCA EL TEJAR					ROSA CLAUDIA LÓPEZ QUIROGA Química Mat. Prof. 0591							

 LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS PROGRAMA DE SUELOS DIRECCIÓN: Carrera 27 Calle 9 Ciudad Universitaria Teléfono: 6344030 Ext. 2428 Bucaramanga - Santander del Sur					CONVENIO GOBERNACIÓN DE SANTANDER - UIS SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL ESCUELA DE QUÍMICA - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Telefax: (7)6324861 - Correo Electrónico: laboratorioquimicosuelos_uis@yahoo.com										ANÁLISIS DE SUELOS: UN BENEFICIO MAYOR Y PRIORITARIO PARA EL CAMPO						
										DÍA		MES		AÑO							
										1		ABRIL		2013							
CLIENTE:		Eduardo Sanabria Basto			MUNICIPIO:		Carcasi		VEREDA:		Centro		Finca:								
DIRECCIÓN:					TELÉFONOS:		3202958472		DEPARTAMENTO:		Santander		Cultivo:								
TOPOGRAFÍA:					EXTENSIÓN:		350 Has		ANÁLISIS SOLICITADOS		CARACTERIZACIÓN x		ELEMENTOS MENORES x		AZUFRE		CIC		CE		
RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELOS																					
No. Orden	No. Lab.	pH Unidad	% C	P (ppm) Bray II	Ca	Mg	Na	K	Al	% Arena	% Limo	% Arcilla	TEXTURA	CIC meq/100g	CE mmhos/cm	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn
					meq/100g suelo											(ppm)					
	12921	6,4	1,65	10,0	5,73	1,62	0,04	0,82	—	36	44	20	Franco				0,14	56,0	7,44	1,08	1,52
PARAMETROS					MÉTODO ANALÍTICO					OBSERVACIONES					VoBo  ROSA CLAUDIA LÓPEZ QUIROGA Química Mat. Prof. 0591						
pH: Potencial de Hidrógeno C: Carbono P: Fósforo disponible Ca, Mg, Na, K Al: Aluminio intercambiable % Textura B: Boro Fe, Mn, Cu, Zn S: Azufre CIC Capacidad Intercambio Catiónico CE: Conductividad Eléctrica					Electrométrico: Relación 1:1 Agua destilada Colorimétrico: Walkley Black K2Cr2O7-H2SO4 Colorimétrico: Bray II, HCl 0,1 N-NH4F 0,03 N Absorción Atómica: Extracción: Acetato de Amonio Valoración: Extracción KCl Bouyoucos: Agua destilada Colorimétrico: Extracción Fosfato Monocalcico Absorción Atómica: Extracción con DTPA Turbidimétrico: Extracción Fosfato Monocalcico Extracción Acetato de Amonio Electrométrico: Agua destilada					N.D. : No detectable a la mínima concentración detectada para el método Información y muestra suministrada por el cliente Nota: Los resultados Almacenados en la base de datos y los enviados por fax ó e-mail se conservarán durante tres meses a partir de la entrega de los mismos. Favor comunicar su sugerencia, observación o reclamo al teléfono 6324861 ó al e-mail.											
MUESTRA 2 PARTE BAJA MICROCUENCA EL TEJAR																					