

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA
HIDROGRÁFICA DE LA QUEBRADA BEBERRECIO,
MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA.**



ALFREDO RAMOS MORENO

**MAESTRIA EN ECOLOGIA Y GESTION DE
ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
MAESTRIA EN ECOLOGIA Y GESTION DE ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS
PROGRAMA DE POSTGRADOS
NEIVA – 2011**

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA
HIDROGRÁFICA DE LA QUEBRADA BEBERRECIO,
MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA.**



ALFREDO RAMOS MORENO

**Trabajo de grado como requisito para obtener el título de
Magister en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos**

**DIRECTOR:
Ph.D. ALFREDO OLAYA AMAYA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
MAESTRIA EN ECOLOGIA Y GESTION DE ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS
PROGRAMA DE POSTGRADOS
NEIVA – 2011**

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Nota de aceptación

Armando Torrente Trujillo
Jurado

Jaime Izquierdo Bautista
Jurado

Alfredo Olaya Amaya
Director

Neiva, mayo de 2011

DEDICATORIA

A mi madre Flor María y padre Natalio (q.e.p.d), a mi esposa Mónica, a mi hija Jennifer Alejandra, a mis hermanos Hugo Germán, David y Jhón Pablo y mis sobrinos Luisa Fernanda, Diana Lucía, Mario Alejandro, Natalia, Juan Sebastian, María José, Laura Lorena y Yuri Stephany y a mis mascotas Lenón y Firulais, por acompañarme en el desarrollo del proyecto. Un esfuerzo que será compensado con el éxito, con el reconocimiento de una generación que debe seguir luchando por lo esencial, especialmente por el derecho a una vida digna, a un ambiente sano.

A la Universidad Surcolombiana, Alma mater del Huila.

Al Grupo de Investigaciones ECOSURC de la Universidad Surcolombiana, a cargo del Dr. Alfredo Olaya A.

Al IDEAM – Subdirección de Hidrología, Climatología y Estudios Ambientales, por el apoyo logístico, técnico y profesional en el desarrollo del proyecto.

A la generación presente, para que encuentren el equilibrio ecológico y defiendan los ecosistemas existentes en el departamento del Huila y demás regiones del país.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Alfredo Olaya Amaya, Director del proyecto

Guillermo Olaya, Ingeniero Geógrafo e Hidrólogo de la Subdirección de Hidrología del IDEAM.

Ph.D I.A. Armando Torrente T. y I.A. M.Sc. Jaime Izquierdo Bautista como jurados del proyecto.

La Universidad Surcolombiana USCO, por entender la necesidad de realizar la Maestría de Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos, como polo de desarrollo en la región Surcolombiana.

La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, por su colaboración.

Al Municipio de Teruel, veredas de Beberrecio y Alto Beberrecio, por su apoyo incondicional en especial al ingeniero Leandro Vargas González (ExAlcalde), Yenny Castro funcionaria de la UMATA, Rafael Yucuma y Pedro Emilio Llano.

Ingenieros Guillermo Olaya, Luis Ferney Tovar Pérez y al estudiante de ingeniería agrícola Carlos Eduardo Cáceres González quienes me acompañaron en el desarrollo del proyecto.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

TABLA DE CONTENIDO

| | Página |
|--|--------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 3. OBJETIVOS | 3 |
| 3.1 GENERAL | 3 |
| 3.2 ESPECÍFICOS | 3 |
| 4. MARCO REFERENCIAL | 4 |
| 4.1 MARCO TEORICO | 4 |
| 4.1.1 Cuenca hidrográfica | 4 |
| 4.1.2 Manejo de cuencas hidrográficas | 4 |
| 4.1.3 Ordenación de una cuenca | 5 |
| 4.2 MARCO NORMATIVO | 6 |
| 4.3 ESTADO DEL ARTE | 6 |
| 4.3.1. Estado del Arte a nivel Local y Regional | 6 |
| 4.3.2. Estado del Arte a nivel Nacional | 7 |
| 4.3.3. Estado del Arte a nivel Internacional | 7 |
| 5. METODOLOGIA | 8 |
| 5.1 PROCESO METODOLOGICO | 8 |
| 5.1.1 Aplicación del Decreto No.1729 de 2002 del IDEAM | 8 |
| 5.2 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL DIAGNOSTICO | 10 |
| 5.2.1 Recolección de información y revisión bibliográfica | 10 |
| 5.2.2 Reconocimiento de campo y análisis cartográfico | 11 |
| 5.2.3 Morfometría de la cuenca de la quebrada Beberrecio | 11 |
| 5.2.3.1 Parámetros morfométricos de la cuenca | 11 |
| 5.2.3.1 Morfometría de drenajes | 15 |
| 5.2.4 Análisis hidroclimatológico | 17 |
| 5.2.5 Análisis de zonas de vida | 19 |
| 5.2.6 Hidrología superficial | 23 |
| 5.2.7 Calidad del agua de la quebrada Beberrecio | 24 |
| 5.2.8 Limnología de la quebrada Beberrecio | 26 |
| 5.2.9 Interpretación de la biodegradabilidad | 27 |
| 5.2.10 Evaluación de la geología y geomorfología | 28 |
| 5.2.11 Clasificación de suelos | 28 |
| 5.2.12 Criterios de calificación socioeconómica de la cuenca | 30 |
| 5.2.13 Formulación de Alternativas | 30 |
| 5.2.14 Realización de cuestionarios | 30 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

| | |
|---|-----|
| 6. DIAGNOSTICO AMBIENTAL Y SOCIECONOMICO | 31 |
| 6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO | 31 |
| 6.1.1. Delimitación y localización de la cuenca | 31 |
| 6.1.2 Caracterización del medio físico | 31 |
| 6.1.2.1 Características morfométricas | 32 |
| 6.2 ASPECTOS CLIMATICOS | 39 |
| 6.2.1 Precipitación, temperatura y humedad relativa | 39 |
| 6.2.2 Balance hídrico y régimen de humedad | 41 |
| 6.2.3 Zonificación Climática | 43 |
| 6.3 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO | 45 |
| 6.3.1 Zonas de vida | 45 |
| 6.3.2 Biodiversidad | 50 |
| 6.3.3 Composición faunística y florística | 51 |
| 6.4 ASPECTOS HÍDRICOS | 53 |
| 6.4.1 Sistema hidrográfico | 53 |
| 6.4.2 Hidrología superficial | 53 |
| 6.4.3 Oferta y demanda hídrica | 57 |
| 6.4.4 Calidad del agua (Protocolo IDEAM) | 58 |
| 6.4.5 Clasificación de las corrientes | 60 |
| 6.4.6 Limnología (Sistema lotico) | 61 |
| 6.4.7 Relación DQO/DBO ₅ | 62 |
| 6.5 ASPECTOS GEOLOGICOS | 63 |
| 6.5.1 Geología básica y estructural | 63 |
| 6.5.2 Geología estructural | 66 |
| 6.6 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS | 67 |
| 6.6.1 Relieve | 67 |
| 6.6.2 Geomorfología | 68 |
| 6.7 ASPECTOS DE SUELOS | 72 |
| 6.7.1 Clasificación de suelos | 72 |
| 6.7.2 Clasificación de tierras por capacidad de uso | 74 |
| 6.8 ASPECTOS FISIOGRAFICOS Y PAISAJISTICOS | 77 |
| 6.9 APLICACIÓN METODOLOGIA RAPPAM | 82 |
| 6.9 EVALUACION SOCIECONÓMICA | 95 |
| 6.9.1 Uso Actual de la tierra, área de producción y zonas ambientales | 95 |
| 6.9.2 Uso y degradación de los recursos naturales renovables | 100 |
| 6.9.3 Vías de acceso (comunicación) | 101 |
| 6.9.4 Amenazas naturales | 102 |
| 6.9.4.1 Amenaza geológica | 102 |
| 6.9.4.2 Amenaza geomorfológica | 104 |
| 6.9.4.3 Amenaza hidrometeorológica | 105 |
| 6.9.4.4 Amenaza biológica | 105 |
| 6.9.4.5 amenaza antrópica | 106 |
| 6.9.5 Zonificación social | 107 |
| 6.10 CONFLICTOS DE USO DEL SUELO | 114 |
| 6.10.1 Aptitud y uso de tierras | 114 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

| | |
|--|-----|
| 6.10.2 Areas de conservación | 115 |
| 6.10.3 Zonas de conflictos por uso del suelo | 119 |
| 6.11 PROSPECTIVA | 122 |
| 6.11.1 Escenario tendencial cuenca de la quebrada Beberrecio | 122 |
| 6.11.2 Escenario alternativo o deseado | 123 |
| 6.11.3 Escenario concertado | 125 |
| 6.12 PROSPECTIVA COMUNITARIA | 125 |
| 6.13 PROPUESTA PRELIMINAR DEL PLAN DE ORDENACION Y MANEJO | 128 |
| 6.13.1 Estructura del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca de la quebrada Beberrecio | 128 |
| 6.13.2 Proyectos transversales a la cuenca de la quebrada Beberrecio | 133 |
| | |
| 7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | 134 |
| 7.1 FUNDAMENTOS DEL PLAN AMBIENTAL | 134 |
| 7.2 CRITERIOS ORIENTADORES EN LA FORMULACION DEL PLAN | 135 |
| 7.3 OBJETIVOS DEL PLAN AMBIENTAL | 137 |
| 7.3.1 Objetivo general | 137 |
| 7.3.2 Objetivos específicos | 137 |
| 7.4 AREAS DE ZONIFICACION | 138 |
| 7.5 PROGRAMAS ESTRATEGICOS | 139 |
| 7.6 PROGRAMAS O LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN AMBIENTAL | 146 |
| 7.6.1. PROGRAMA I – Bosques y Áreas de Reserva Natural | 146 |
| | |
| 8. CONCLUSIONES | 154 |
| | |
| 9. RECOMENDACIONES | 156 |
| | |
| 10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 158 |
| | |
| ANEXOS | |
| | |
| Anexo A. Cálculos de áreas de la cuenca Quebrada Beberrecio | 165 |
| Anexo B. Registros de variables climáticas del IDEAM | 166 |
| Anexo C. Resultados laboratorios de muestras de agua | 169 |
| Anexo D. Metodología Índice Calidad del Agua (ICA) - IDEAM | 170 |
| Anexo E. Unidades cartográficas (Contenido pedológico) IGAC- Estudio de suelos departamento del Huila. Zona municipio de Teruel | 176 |
| Anexo F. Modelo de cuestionario RAPPAM | 182 |

LISTADO DE DIAGRAMAS

| | Página |
|--|--------|
| Diagrama 1 Fase de Diagnóstico | 9 |
| Diagrama 2 Fase de Prospectiva | 9 |
| Diagrama 3 Fase de Formulación | 10 |
| Diagrama 4 Nomenclatura de la cuenca hidrográfica | 77 |
| Diagrama 5 Sistema jerárquico de la clasificación fisiográfica de los paisajes | 78 |
| Diagrama 6 Comparación de presiones y amenazas | 85 |
| Diagrama 7 Evaluación de una amenaza | 86 |
| Diagrama 8 Comparación de presiones y amenazas acumuladas del sistema | 86 |
| Diagrama 9 Importancia socio económica de especies de plantas y animales | 86 |
| Diagrama 10 Condiciones favorecedoras de la tala de bosques y caza ilegal | 87 |
| Diagrama 11 Centro Docente Rural Beberrecio - Grado 5° | 110 |

LISTADO DE GRAFICAS

Página

| | |
|---|----|
| Gráfica 1 Curvas hipsométricas características del ciclo de erosión | 14 |
| Gráfica 2 - Posiciones aproximadas de las líneas guías de las regiones latitudinales y las fajas altitudinales (basado en una tasa de cambio de 6°C por cada 1000 msnm) | 21 |
| Gráfica 3 - Diagrama Bioclimático de zonas de vida | 22 |
| Gráfica 4 - Movimiento del agua en asociaciones climáticas | 24 |
| Gráfica 5 - Curva hipsométrica - Perfil de la cuenca de la quebrada Beberrecio | 36 |
| Gráfica 6 Balance hídrico – Régimen Ustico (altitudes 750 a1450 msnm) | 42 |
| Gráfica 7 Balance hídrico – Régimen Udico (altitudes 1450 a1950 msnm) | 43 |

LISTADO DE FIGURAS

Página

| | |
|--|-----|
| Figura 1 Ubicación del Municipio de Teruel – Huila | 31 |
| Figura 2 Red de drenaje de la cuenca de la quebrada Beberrecio | 37 |
| Figura 3 Geología básica de la cuenca de la quebrada Beberrecio | 63 |
| Figura 4 Fotografía aérea de la cuenca de la quebrada Beberrecio | 69 |
| Figura 5 Imagen de satélite de la cuenca de la quebrada Beberrecio | 69 |
| Figura 6 Imagen satelital de la zona de influencia de vulcanismo del Nevado del Huila (INGEOMINAS, 2010) | 103 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

LISTADO DE PLANOS

Página

| | |
|--|-----|
| Plano 1 Morfometría de la cuenca de la quebrada Beberrecio | 33 |
| Plano 2 Biotemperaturas, precipitaciones (isoyetas) - Cuenca Quebrada Beberrecio | 40 |
| Plano 3 Zonas climáticas – Cuenca quebrada Beberrecio | 44 |
| Plano 4 Zonas de vida – Cuenca quebrada Beberrecio | 46 |
| Plano 5 Geomorfología – Cuenca quebrada Beberrecio | 70 |
| Plano 6 Mapa de suelos – Cuenca quebrada Beberrecio | 74 |
| Plano 7 Uso y cobertura del suelo – Cuenca Beberrecio | 97 |
| Plano 8 Areas de producción – Cuenca Beberrecio | 98 |
| Plano 9 Zonificación ambiental – Cuenca Beberrecio | 99 |
| Plano 10 Aptitud y evaluación de tierras – Cuenca Beberrecio | 117 |
| Plano 11 Areas de conservación - Cuenca Beberrecio | 118 |
| Plano 12 Conflictos – Cuenca Beberrecio | 120 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

LISTADO DE TABLAS

| | Página |
|---|--------|
| Tabla 1 - Número máximo de horas del sol (Doorenbos y Pruitt, 1977) | 19 |
| Tabla 2 - Calidad de la fuente (RAS Tabla C.2.1) | 24 |
| Tabla 3 Intervalos de Calidad | 25 |
| Tabla 4 Ponderación para disponibilidad de Seis variables – Red básica de calidad hídrica del IDEAM para datos a partir de 2009 | 25 |
| Tabla 5 Caracterización de los cuerpos de agua lóticos según su caudal | 26 |
| Tabla 6 Criterios de calificación socioeconómica | 30 |
| Tabla 7 Cálculos de morfometría de la cuenca de la quebrada Beberrecio | 32 |
| Tabla No.8 Número de tributarios de acuerdo al orden y su longitud | 38 |
| Tabla 9 Método de Thornthwaite - Balance hídrico - Régimen Ustico (altitudes 750 a 1450 msnm) | 41 |
| Tabla 10 Método de Thornthwaite - Balance hídrico - Régimen Údico (altitudes 1450 a 1950 msnm) | 42 |
| Tabla 11 Zonas de vida – Cuenca Beberrecio | 45 |
| Tabla 12 Valores de ETP, RETP, ETR y E - Cuenca quebrada Beberrecio | 56 |
| Tabla 13 Cálculos de volúmenes y caudales | 57 |
| Tabla 14 Parámetros Físico-Químico-Microbiológico | 58 |
| Tabla 15 Cálculo del Índice de calidad de aguas- Metodología IDEAM | 59 |
| Tabla 16 Resultados finales Índice de calidad de aguas | 60 |
| Tabla 17 Resultados de la relación DQO/DBO ₅ | 62 |
| Tabla 18 Clasificación de suelos de la cuenca de la quebrada Beberrecio | 73 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

| | |
|--|-----|
| Tabla 19 Estado de conservación de paisaje – ecosistema | 81 |
| Tabla 20 Ficha de identificación de la cascada El Toti o El Diomate | 89 |
| Tabla 21 Ficha de identificación de la cascada El Limbo | 91 |
| Tabla 22 Ficha de identificación de La Mesa del Oso | 92 |
| Tabla 23 Unidades de uso y cobertura – Cuenca Beberrecio | 96 |
| Tabla 24 Proyección de la población de Teruel por cabecera y resto | 107 |
| Tabla 25 Calificación de crecimiento poblacional según el DANE a nivel municipal para estudios censales | 107 |
| Tabla 26 Calificación por el Índice de Gini | 108 |
| Tabla 27 Valor Calificación ICV | 108 |
| Tabla 28 Calificación económica | 108 |
| Tabla 29 Indicadores de desarrollo del municipio de Teruel | 109 |
| Tabla 30 Relación de estudiantes a nivel veredal, municipal y departamental Promedio y desviación - Nivel de formación | 110 |
| Tabla 31 Crecimiento poblacional y su proyección rural municipio de Teruel | 113 |
| Tabla 32 Déficit de vivienda rural en el municipio de Teruel | 113 |
| Tabla 33 Aptitud y uso de tierras – Cuenca Beberrecio | 114 |
| Tabla 34 Matriz de conflictos de uso en la cuenca Beberrecio | 121 |
| Tabla 35 Escenario Tendencial – Cuenca Beberrecio | 125 |
| Tabla 36 Escenario Alternativo para la cuenca Beberrecio | 124 |
| Tabla 37 Red terciaria – Cuenca Beberrecio | 132 |
| Tabla 38 Requisitos para toma de muestras de agua para análisis químicos y microbiológicos | 141 |
| Tabla 39 Indicadores de los parámetros obtenidos en las muestras de agua | 142 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

| | |
|--|-----|
| Tabla 40 Plan de Monitoreo de aguas superficiales y sedimentos (Ríos, lagos, lagunas, embalses, aguas costeras) | 142 |
| Tabla 41 Guías para establecer los puntos de muestreo y aforos | 143 |

LISTADO DE FOTOGRAFIAS

Página

| | |
|--|----|
| Fotografía 1 Bosque húmedo tropical – Zona baja de la cuenca Predio Monserrate | 47 |
| Fotografía 2 Bosque húmedo Premontano Tropical Zona media Predios Rancho Alegre y Rancho Grande | 48 |
| Fotografía 3 Bosque húmedo Premontano Tropical Zona media-alta Vereda Beberrecio - Presencia de cultivos de café | 49 |
| Fotografía 4 Bosque muy húmedo Premontano Tropical Zona alta Predios Filo La Mesa del Oso y Santa Barbará | 49 |
| Fotografía 5 Desembocadura de la quebrada Beberrecio al río Pedernal. Períodos seco (bajas precipitaciones - Enero 24 de 2010) | 54 |
| Fotografía 6 Desembocadura de la quebrada Beberrecio al río Pedernal. Períodos lluvias (altas precipitaciones – Noviembre 30 de 2010) | 54 |
| Fotografía 7 Medición de caudales en la quebrada Beberrecio | 55 |
| Fotografías 8 y 9 Afloramiento de cuarzomonzodiorita de Teruel (Ji) ó Batolito de Ibagué. Parte media y baja de la cuenca | 65 |
| Fotografías 10 y 11 Afloramiento de la formación seca (KPgs) Parte media y baja de la cuenca | 66 |
| Fotografía 12 Unidad geomorfológica Dmp. Zona media de la cuenca de la Quebrada Beberrecio | 71 |
| Fotografía 13 Unidad geomorfológica Emp. Zona baja de la cuenca de la Quebrada Beberrecio | 71 |
| Fotografía 14 Unidad geomorfológica Fval. Zona baja de la cuenca de la Quebrada Beberrecio | 72 |
| Fotografía 15 Unidad de suelos LXad1 – Parte baja de la cuenca de la Quebrada Beberrecio | 75 |
| Fotografia 16 Unidad de suelos MRAf2 – Parte media de la cuenca de la Quebrada Beberrecio | 76 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

| | |
|---|-----|
| Fotografía 17 Unidad de suelos MQAg2 – Parte alta de la cuenca de la Quebrada Beberrecio | 76 |
| Fotografía 18 Vegetación característica de la zona de vida bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PMT) | 79 |
| Fotografía 19 Montañas erosionables característica de la zona media de la Cuenca de la quebrada Beberrecio | 80 |
| Fotografías No.20 Parte media de la cuenca y 21 Parte baja de la cuenca Problemas de deforestación, tala de bosques, caminos (erosión) | 87 |
| Fotografías 22 Parte media de la cuenca y 23 Parte baja de la cuenca Problemas de deforestación, tala de bosques, caminos (erosión) en la reducción de caudales aportantes a la quebrada Beberrecio | 88 |
| Fotografía 24 Aguas azufradas tributarias de la quebrada Beberrecio | 88 |
| Fotografía 25 Cascada El Toti o El Diomate tributaria de la quebrada Beberrecio | 89 |
| Fotografía 26 Cascada El Limbo tributaria de la quebrada Beberrecio | 90 |
| Fotografía 27 Meseta La Mesa del Oso – vía vereda Beberrecio paralela a la Quebrada Beberrecio | 91 |
| Fotografías 28 y 29 Parte alta de la cuenca se aprecian áreas deforestadas, cultivos de café y tala de bosques | 92 |
| Fotografía 30 Vías de acceso (Caminos reales) quebrada Beberrecio | 101 |
| Fotografías No. 31 y 32 Servicio de transporte interveredal | 102 |
| Fotografía 33 Deslizamientos en vía destapada Teruel – Vereda Beberrecio | 104 |
| Fotografía 34 Problemas de erosión margen derecha quebrada Beberrecio Meandro en el predio Monserrate - Zona media – baja de la cuenca | 105 |
| Fotografía 35 - Zona de explotación ganadera – Parte baja de la cuenca | 106 |
| Fotografía 36 Institución Educativa Estambul – Cuenca de Beberrecio | 110 |
| Fotografía 37 Anuncios de las fiestas de San Pedro en Teruel 2011 | 112 |
| Fotografía 38 Vivienda típica en la zona de la cuenca de Beberrecio | 113 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

| | |
|--|-----|
| Fotografías 39 y 40 Canales de riego existentes – Cuenca Beberrecio | 127 |
| Fotografía 41 Sistema de transporte por cable (tarabitas) instaladas por FEDERECAFE | 130 |

1. INTRODUCCIÓN

El Diagnóstico y el Plan de Manejo Ambiental de la Cuenca de la quebrada Beberrecio es un proyecto para el municipio de Teruel y está orientado a dar manejo adecuado a la fuente de agua de una de las zonas de vocación agropecuaria y a dar sostenibilidad al desarrollo de una zona de poblamiento tradicional.

De conformidad con los principios y directrices señaladas en el Decreto No. 1729 de agosto 6 de 2002 del MAVDT (Guía Técnico Científica) que regula el Ordenamiento de Cuencas y las Resoluciones No. 104 de 2003 del IDEAM y la No.503 de 2005 de la CAM , donde se adopta la priorización de cuencas hidrográficas ubicadas dentro de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena establecida en el “Estudio de priorización de cuencas hidrográficas de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. CAM”.

El proyecto parte de considerar que el uso adecuado de la región y el mantenimiento y reforzamiento del flujo de bienes y servicios ambientales naturales para el soporte de las actividades humanas es condición necesaria de dicho desarrollo. Del sostenimiento de una oferta natural de agua, suelos, vegetación y otros recursos naturales, así como del clima y la biodiversidad, entre otros bienes provistos por los ecosistemas, depende en gran medida de la sostenibilidad social, económica y política de la región y, en este caso particular, la funcionalidad del embalse y central hidroeléctrica y mejores posibilidades de desarrollo económico y bienestar social de los habitantes.

La formulación del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca de la quebrada Beberrecio, deberá seguir los lineamientos propuestos por IDEAM para este fin (Guía Técnico Científica Para la ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia, Bogotá, enero de 2004). Estos lineamientos, son de carácter general e indican la conveniencia de adelantar las siguientes fases:

- Diagnóstico
- Prospectiva
- Formulación
- Ejecución
- Seguimiento y evaluación

2. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio permite identificar la heterogeneidad de la cuenca de la quebrada Beberrecio, tomando como referencia el estudio realizado por ECOSURC (Olaya, Sánchez, 344. 2005) definen la cuenca del río Yaguará en un nivel tres (3) por uso de agua con fines de riego, consumo humano e hidroeléctrico para el departamento del Huila; la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) mediante Resolución No.503 de 2005, adoptó varios lineamientos metodológicos de ECOSURC y encuentra que la cuenca del río Yaguará (donde la quebrada Beberrecio forma parte de la cuenca del río Pedernal y este de la cuenca del río Yaguará), la cual se realizaron los estudios y evaluaciones definiéndola como una cuenca intermedia.

La Guía Técnico Científica para Cuencas del IDEAM, establece los lineamientos y fases para la ordenación de cuencas hidrográficas y define que el proceso de ordenación de una cuenca tiene por objeto principal el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico – biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos. La ordenación así concebida constituye el marco para planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger y prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica.¹

Estas directrices de planificación, deben ser acogidas y circunscritas dentro de las líneas de acción definidas en los Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR) que deben formular y ejecutar cada nueve años las Autoridades Ambientales Regionales, así como en los Planes de Desarrollo Municipal y Departamental. Esta articulación interinstitucional a nivel de planeación ambiental estratégica se puede concretar mediante la definición de Planes de Ordenamiento Ambiental Territorial (POAT), donde se armonizan y hace concertación de las metas ambientales específicas a corto, mediano y largo plazo de los diferentes planes para la protección y conservación de los ecosistemas que finalmente serán incorporados al Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Teruel.

Dentro de la normatividad relacionada con la protección del recurso hídrico, como son la Ley No.142 de 1994, donde se establece la obligación por parte de los municipios a través de las Empresas de Servicios Públicos en proteger las fuentes de abastecimiento de acueductos, así como el control de sus vertimientos; Ley No.101 de 1993, la cual fija incentivos a la protección de los recursos naturales; la Ley No.160 de 1994 mediante la cual se crean las Zonas de Reserva Campesina; la Ley No.139 de 1994 que creó el Certificado de Incentivo Forestal, entre otras.

¹ Decreto No.1729 de 2002. IDEAM.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Formular el diagnóstico y plan de manejo ambiental de la cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio, municipio de Teruel, departamento del Huila.

3.2 ESPECÍFICOS

- a) Identificar, valorar y describir los ecosistemas, bienes y servicios que ofrece la cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio para las comunidades locales y el municipio de Teruel.
- b) Determinar las características hidrográficas (morfometría) e hidroclimáticas de la quebrada Beberrecio.
- c) Identificar los escenarios ambientales de ordenación de la cuenca hidrográfica con criterios de sostenibilidad, según la Guía Técnico Científica Para la ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia - Decreto No.1729 de 2002.
- d) Proponer estrategias que faciliten la ejecución, el seguimiento y la evaluación del plan de manejo.
- e) Establecer mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación del Plan e indicadores ambientales y de gestión.
- f) Formular directrices fundamentales para fortalecer procesos de concientización y sensibilización a escala regional y local, respecto a la conservación y uso racional de la cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEORICO

4.1.1 Cuenca hidrográfica

Varios autores que definen el significado de cuenca hidrográfica de la siguiente forma:

- a) IDEAM (2002), cuenca u hoyo hidrográfico el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar”.
- b) Dourojeanni (1994), expresa que la “Cuenca es un territorio que es delimitado por la propia naturaleza, esencialmente por los límites de la zona de escurrimiento de las aguas superficiales que convergen hacia un mismo cauce. La cuenca, sus recursos naturales y habitantes poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que les confieren características que son particulares a cada una”.
- c) Jiménez (2007), define la Cuenca como sistema conformado por las interrelaciones dinámicas en el tiempo y en el espacio de los subsistemas social, económico, político, cultural, legal, tecnológico, productivo, físico y biológico. Estos subsistemas y sus interrelaciones constituyen los elementos más importantes en definir a la cuenca como unidad de planificación, manejo y gestión.

4.1.2 Manejo de cuencas hidrográficas

Con relación al concepto de manejo de cuencas hidrográficas, es apropiado citar los siguientes textos de varios autores:

- a) Hewlett y Nutter. School of forest Resources University of Georgia, 1969, dicen que el manejo de una cuenca hidrográfica es una parte del manejo de los recursos naturales, o el desarrollo y administración de los recursos de un país para satisfacer las necesidades actuales y futuras de la población residente.
- b) Dourojeanni A. (1994), en su definición original del manejo de cuencas es la conducción de procesos de manipulación de la superficie de captación de agua de una cuenca a fin de influir sobre la forma de escurrimiento del agua superficial y subterránea en cantidad, calidad, lugar y tiempo de ocurrencia.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

En su forma evolucionada es la conducción de procesos que, en forma paralela a lo anterior, sirvan además para conservar los elementos y recursos naturales de la cuenca, favorezcan el aprovechamiento sostenible de los recursos y en su máxima expresión contribuyan a mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

- c) Blair (Coordinación PRMC – CATIE, Guatemala, 1987), menciona que el manejo de cuencas es la actividad ordenada y planificada que desarrolla el hombre dentro de un área física conocida como hidrográfica, para aprovechar los recursos naturales buscando una producción optima y sostenida que resulte en un incremento del bienestar social y económico del hombre.
- d) Sociedades forestales EE.UU. definen el manejo de una cuenca como la aplicación de métodos y principios técnicos para el manejo de todos recursos naturales, con el objeto de asegurar (López y Hernández, Universidad de los Andes, 1980): El máximo suministro de agua potable, prevención y control de erosiones y reducción de la sedimentación y las inundaciones.
- e) La Universidad Nacional Agraria del Perú. (2002) Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Departamento de manejo cuencas y gestión ambiental, la define como: "El manejo de cuencas se refiere a la gestión que el hombre realiza a nivel de la cuenca para aprovechar, proteger y conservar los recursos naturales que le ofrece, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida para lograr una calidad de vida acorde con sus necesidades".

4.1.3 Ordenación de una cuenca

Respecto a la ordenación de la cuenca, es conveniente considerar las siguientes definiciones, según la legislación colombiana:

- a) La del Decreto No. 2811 de 1974 del INDERENA – Ministerio de Agricultura donde: "Ordenación de una cuenca es la planeación del uso coordinado de sus suelos, aguas, así como de su flora y fauna".
- b) El Decreto sobre cuencas del IDEAM. La define como: "La ordenación de una cuenca tiene por objeto principal el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos. La ordenación así concebida constituye el marco para planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar,

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

preservar, proteger o prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica.”

4.2 MARCO NORMATIVO

Las cuencas hidrográficas adquieren un tratamiento de importancia para el Estado Colombiano, es por eso que se ha establecido una legislación acorde para propender en el uso sostenible de sus recursos naturales que logren mantener los bienes y servicios prestados; dentro de la legislación establecida se pueden citar las siguientes disposiciones legales:

- a) Decreto No.1729 de 2002, IDEAM. Criterios y parámetros para la clasificación y priorización de cuencas hidrográficas.
- b) El Artículo 318 del Decreto No. 2811 de 1974 (Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables), dispone que la administración declaren la ordenación una cuenca cuando existan condiciones ecológicas, económicas y sociales que así lo requieran.
- c) Decreto No.1604 de 2002, IDEAM. Ordenamiento de cuencas hidrográficas.
- d) Resolución No.104 de 2003, IDEAM. Criterios de priorización de cuencas hidrográficas.
- e) Decreto No.1323 de 2007, IDEAM - MAVDT. Sistema de información del Recurso Hídrico.
- f) Decreto No.1480 de 2007, MAVDT. Por el cual se priorizan a nivel nacional el ordenamiento y la intervención de algunas cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones.
- g) Resolución No.503 de 2005, Priorización de cuencas en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, CAM.

4.3 ESTADO DEL ARTE

4.3.1. Estado del arte al nivel local y regional.

En el municipio de Teruel Huila existen escasas investigaciones o publicaciones relacionadas con la cuenca hidrográfica Beberrecio, sin embargo se destaca el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), como un instrumento dinámico de planificación y ejecución que permite articular y orientar el proceso de gestión administrativa del municipio a través del ordenamiento planificado del uso del suelo con el propósito de fortalecer el desarrollo municipal; también como funciona

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

como instrumento o herramienta de consulta y ayuda para resolver problemas relacionados con el desarrollo del municipio en procura de una gestión eficiente.

Al nivel departamental se han realizando investigaciones adelantadas por Universidades, Grupos Investigativos y entidades como la CAM y Alcaldías de otros municipios específicamente en el componente de Plan de Manejo de las cuencas y microcuencas.

Para la realización de este proyecto de grado se basó en los lineamientos conceptuales y metodológicos de la Guía Técnico Científica para cuencas y planes de manejo y ordenamiento de cuencas del IDEAM; adicional a esto desarrolló un proyecto piloto de planificación ambiental y administrativo de los recursos naturales con la comunidad interviniente, un sistema local para la administración del recurso hídrico y un manual de convivencia para la gestión ambiental en la cuenca de la quebrada Majo en el municipio de Gigante.

4.3.2. Estado del arte a nivel nacional

Al nivel Nacional se ha realizado la guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas tales como las realizadas por el IDEAM, como manual complementario del Decreto No.1729 de 2002.

4.3.3. Estado del arte al nivel internacional

Al nivel internacional se encontraron trabajos relacionados con las cuencas hidrográficas y participación comunitaria como son documentos realizados por estudiantes de postgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y documentos de desarrollo participativo con comunidades, los cuales se citan a continuación:

- CERVANTES Z (2008), establece la propuesta de herramientas para el desarrollo de procesos de cogestión de cuencas hidrográficas en América Central.
- GEILFUS, F. (1997) presenta a través del Proyecto de cooperación IICA/GTZ: Agricultura, recursos naturales y desarrollo sostenible realizado en El Salvador algunos lineamientos sobre la práctica de la participación, sus diferentes definiciones, las características generales de los métodos participativos, y las necesidades de cambio en las prácticas de trabajo para permitir un verdadero dialogo con la comunidad.

5. METODOLOGIA

5.1 PROCESO METODOLOGICO

En la realización del diagnóstico y plan de manejo ambiental de la cuenca hidrográfica Beberrecio se tuvieron en cuenta las políticas nacionales como el Decreto No.1729 de 2002 y la Resolución No.104 de 2003 del IDEAM, sobre las fases de la ordenación de cuencas hidrográficas en Colombia; también como complemento y/o a manera de consulta se consideraron las metodologías del Centro Agronómico de Investigación (CATIE) y la Guía de ECOSURC para la formulación del pre-diagnóstico y plan de manejo preliminar de una cuenca hidrográfica, utilizada con fines didácticos en el curso de Ecología y Gestión de Cuencas, en la Maestría de Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos de la Universidad Surcolombiana.

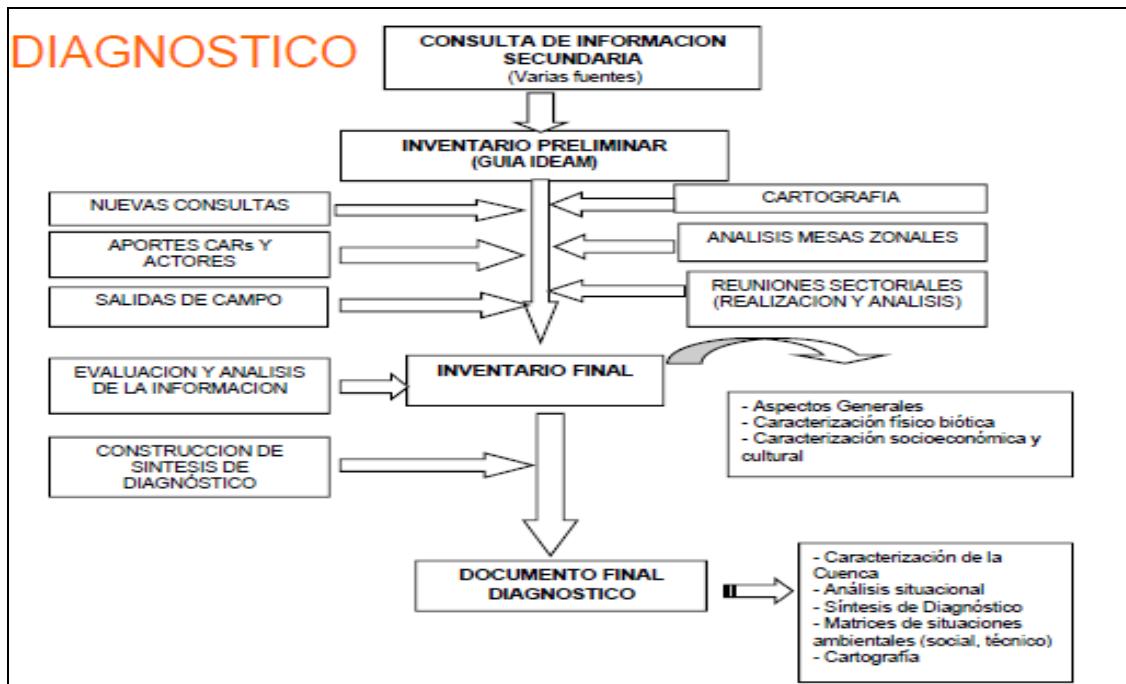
5.1.1 Aplicación de la Guía Tecno Científica para cuencas del IDEAM

Con relación a la ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio, se desarrollaron las siguientes fases del decreto del IDEAM:

- a) **Fase de diagnóstico.** Se confrontaron e integraron los componentes del sistema dándole importancia a enfoques técnicos, reglamentarios y locales. Donde se realizó la verificación de criterios, problemas y objetivos con reconocimientos de campo, consultas a las personas de los predios ubicados en la cuenca de la quebrada Beberrecio y funcionarios de la UMATA del municipio de Teruel, procesamiento de información histórica en la Alcaldía de Teruel, revisión de archivos (como el Plan de Ordenamiento Territorial de Teruel y el Plan de Desarrollo del municipio) y otros procedimientos de evaluación siguiendo las etapas del diagnóstico descritos en el Diagrama 1.
- b) **Fase prospectiva.** Se diseñó con base en los resultados del diagnóstico, los escenarios tendenciales y alternativos para el uso coordinado y sostenible de los componentes del sistema presentes en la cuenca (suelo, aguas, flora, fauna) de la quebrada Beberrecio. Esta fase se detalla y se describe en el Diagrama 2.
- c) **Fase de formulación.** Se plantea una propuesta de Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) a partir de los escenarios tendenciales y alternativos con sus objetivos, estructura, organización y ejecución, mecanismos de evaluación que forma parte del plan de manejo de la cuenca de la quebrada Beberrecio, siguiendo los pasos descritos en el Diagrama 3.

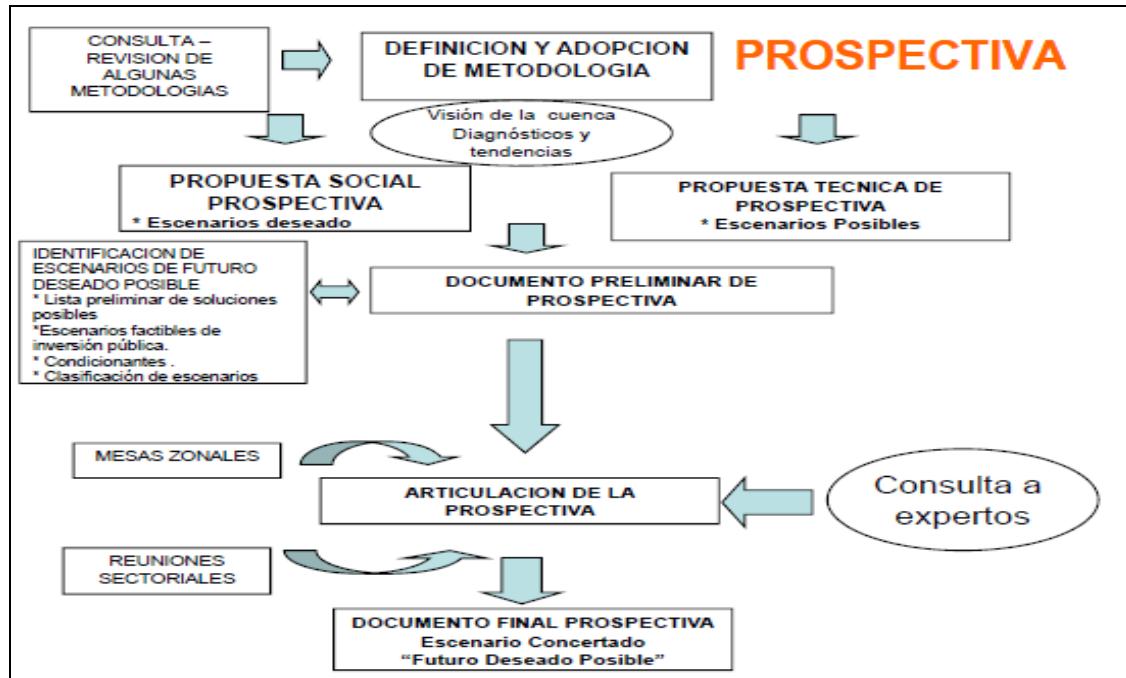
**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Diagrama 1 Fase de Diagnóstico



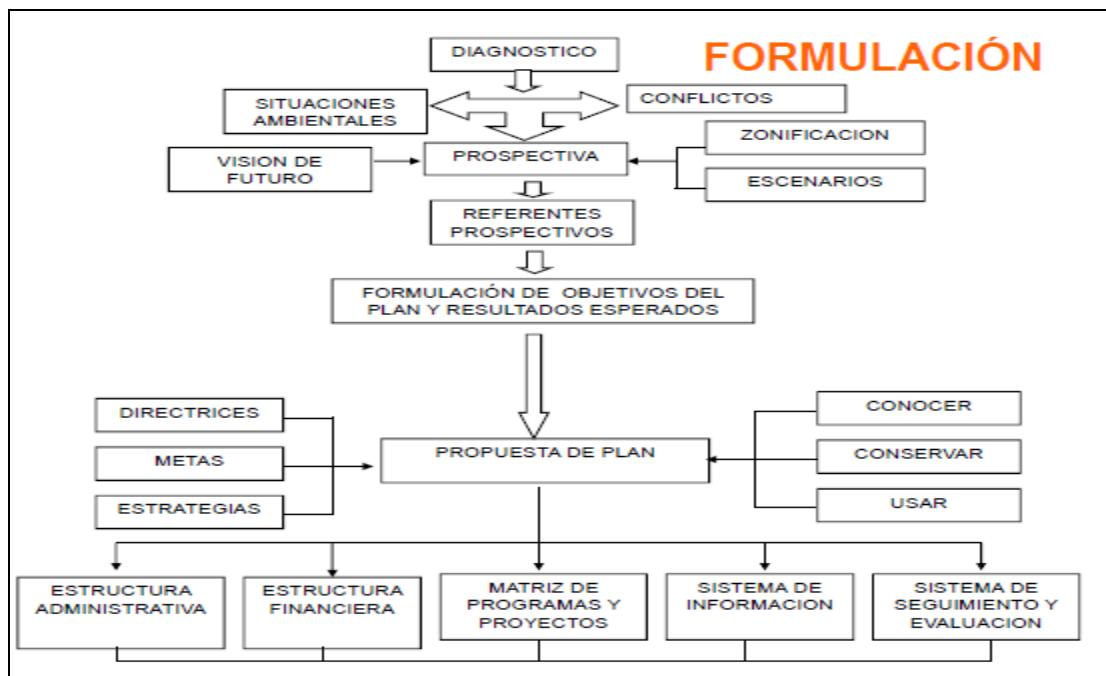
Fuente: Decreto No.1729 de 2002. Guía Tecno - Científica del IDEAM.

Diagrama 2 Fase de Prospectiva



Fuente: Decreto No.1729 de 2002. Guía Tecno - Científica del IDEAM.

Diagrama 3 Fase de Formulación



Fuente: Decreto No.1729 de 2002. Guía Tecno - Científica del IDEAM.

- d) **Fase de Ejecución.** En esta fase se formula una propuesta de Plan Operativo en el cual se definen los requerimientos de recursos humanos, técnicos y financieros para alcanzar las metas propuestas (proyecto a mediano y largo plazo).
- e) **Fase de seguimiento y evaluación.** En esta fase se establecieron los mecanismos e instrumentos de seguimiento y evaluación que están contemplados en el Plan Operativo, así como los indicadores ambientales y de gestión que permitan evaluar el cumplimiento del plan (proyecto a mediano y largo plazo).

5.2 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL DIAGNOSTICO

5.2.1 Recolección de información y revisión bibliográfica

En esta fase se obtuvo información de libros, mapas, fotografías aéreas, registros y documentos elaborados por el IDEAM, IGAC, DANE, INGEOMINAS, INCODER, CAM, la Alcaldía de Teruel, CORMAGDALENA y la Universidad Surcolombiana, entre otros. Esta información se utilizó para describir aspectos relacionados con población y calidad de vida. Como también, datos biofísicos de la cuenca tales

como climatología, hidrología, geología, geomorfología, hidrografía y calidad del agua; uso actual, uso potencial, conflictos de uso y usos conservacionistas del suelo; impactos, amenazas y oportunidades ambientales.

5.2.2 Reconocimiento de campo y análisis cartográfico

Se hizo el reconocimiento de campo (recorridos por la zona de la cuenca y los afluentes de la quebrada Beberrecio), registro fotográfico y análisis cartográfico con el empleo de la Plancha 344 IIA del IGAC que permitieron identificar los recursos hídricos de la cuenca como el agua para consumo doméstico, ganadería y cultivos (café, plátano y otros).

La delimitación de cuenca de la quebrada Beberrecio se desarrolla a partir de un levantamiento con un sistema de posicionamiento global (GPS) Magellan Explorist 500LE y luego se lleva a un SIG empleando como referencia la Plancha 344 II A del IGAC a escala 1:25.000 y el programa Argis 9.3 (ver Plano 1).

5.2.3 Morfometría de la cuenca de la quebrada Beberrecio

La definición de cuenca hidrográfica o de drenaje de un río o quebrada es el área limitada por un contorno al interior del cual las aguas de la lluvia que caen se dirigen hacia un mismo punto, denominado salida de cuenca. Además, es el área de captación de aguas de un río delimitado por el parteaguas. La cuenca hidrográfica actúa como un colector natural, encargada de evacuar parte de las aguas de lluvia en forma de escurrimiento. En esta transformación de lluvias en escurrimiento se producen pérdidas, o mejor, desplazamiento de agua fuera de la cuenca debido a la evaporación y la percolación.

El movimiento del agua en la naturaleza es una función compleja en la cual intervienen diversos factores, entre los cuales se pueden resaltar su clima y sus características fisiográficas.

5.2.3.1 Parámetros morfométricos de la cuenca

La morfometría de una cuenca hidrográfica y de drenaje, 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. Los índices empleados en la morfometría de la cuenca Beberrecio fueron:

Factor de forma (Ff). Relaciona el ancho promedio del área drenada con la longitud de la misma. La longitud de la cuenca se determina desde el punto más

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

remoto de la cuenca hasta la salida de ella. El ancho promedio se halla al dividir el área de la cuenca por la longitud.

$$Ff = \text{Ancho promedio de la cuenca (} a_{\text{prom}} \text{) / Longitud mayor de la cuenca (} L \text{) ó}$$

$$Ff = \text{Area de la cuenca (} A \text{) / Longitud mayor al cuadrado (} L^2 \text{)}$$

Este factor indica la tendencia a las avenidas (crecientes) de la cuenca con un factor de forma bajo, tiene menor tendencia a concentrar las intensidades de la lluvia que una cuenca de igual área pero de un Ff más alto.

Coeficiente de compacidad (Kc) Relaciona el perímetro de la cuenca (P) con el perímetro de un círculo que tiene la misma área de la cuenca (A).

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Este coeficiente varía con la forma de la cuenca, independientemente de su tamaño. Cuando más irregular sea la cuenca, mayor será su magnitud. Con base a la cuantificación del Kc se tienen cuatro (4) clases de forma:

Clase Kc 0 : 1.0 (de forma circular)

Clase Kc 1 : 1.0 y 1.25 (de forma casi redonda a oval redonda)

Clase Kc 2 : 1.25 y 1.50 (de forma oval redonda a oval oblonga)

Clase Kc 3 : 1.50 y 1.75 (de forma oval oblonga a rectangular oblonga)

Índice de alargamiento (Ia). Resulta de dividir la longitud mayor de la cuenca entre el ancho mayor de ella medido perpendicularmente. Cuando el Ia es pequeño, la cuenca tiende a ser alargada, su red de drenaje tiende a formar un abanico y su cauce principal es corto. Si el Ia es alto, la cuenca tendrá una forma alargada, en la que los afluentes del río principal formarán un ángulo pequeño con este en la confluencia.

$$I_a = \text{Longitud mayor cuenca / ancho mayor medido perpendicularmente}$$

Indice de homogeneidad (Ih). Es la relación entre la superficie de la vertiente más extensa a la menor extensa de la cuenca. Indica la relación entre el área de aporte de una y otra vertiente. Si el valor tiende a 1.0 existirá homogeneidad en los aportes de cada vertiente, si se aleja de 1.0 indicará el mayor aporte de escurrimiento de una vertiente que la otra.

Sinuosidad del cauce principal (Si). La pendiente de un tramo de río se considera como el desnivel entre los extremos del tramo, dividido por la longitud horizontal de dicho tramo, de manera que:

$$S = H / L$$

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

donde:

S = Pendiente del tramo del cauce

H = Desnivel entre los extremos del tramo del cauce

L = Longitud horizontal del tramo del cauce

Esta definición se aproxima al valor real de la pendiente cuando es reducida la longitud del tramo analizado. Una forma más precisa que la anterior de aproximarse al valor real consiste en aplicar el criterio de Taylor y Schwarz, que considera al río formado por una serie de canales de pendiente uniforme, en los cuales el tiempo de recorrido del agua es igual al del río. Entonces, dividiendo al cauce principal del río en "m" tramos iguales de longitud Vx , el tiempo de recorrido por tramo será:

$$V_i = \frac{\Delta x}{t_i} \quad t_i = \frac{\Delta x}{V_i} \quad t_i = \frac{\Delta x}{K \cdot \sqrt{S_i}}$$

donde:

V_i = velocidad media en el tramo i considerado

Vx = longitud de cada tramo, igual a la longitud total del cauce dividido por el número de tramos m (Vx es igual para todos los tramos i considerados)

t_i = tiempo de recorrido del flujo de agua por el tramo i considerado

Se adopta como válida la ecuación de Chezy, de la siguiente forma:

$$V_i = C_i \cdot \sqrt{R h_i \cdot S_i} \quad V_i = K \cdot \sqrt{S_i}$$

Tiempo de concentración (Tc). Conocido también como tiempo de respuesta o de equilibrio, según Llamas (1993) lo define como el tiempo requerido para que, durante un aguacero uniforme, se alcance el estado estacionario; es decir, el tiempo necesario para que todo el sistema (toda la cuenca) contribuya eficazmente a la generación de flujo en el desagüe. Se atribuye muy comúnmente el tiempo de concentración al tiempo que tarda una partícula de agua caída en el punto de la cuenca más alejado (según el recorrido de drenaje) del desagüe en llegar a éste. Para el cálculo del tiempo de concentración se empleó la ecuación de Kirpich que se define de la siguiente forma:

$$T_c = 0,0078 * L^{0,77} * S^{-0,385}$$

donde:

T_c = Es el tiempo de concentración (min.)

L = Longitud del cauce desde la divisoria hasta la salida (ft)

S = Pendiente media del cauce principal (ft/ft)

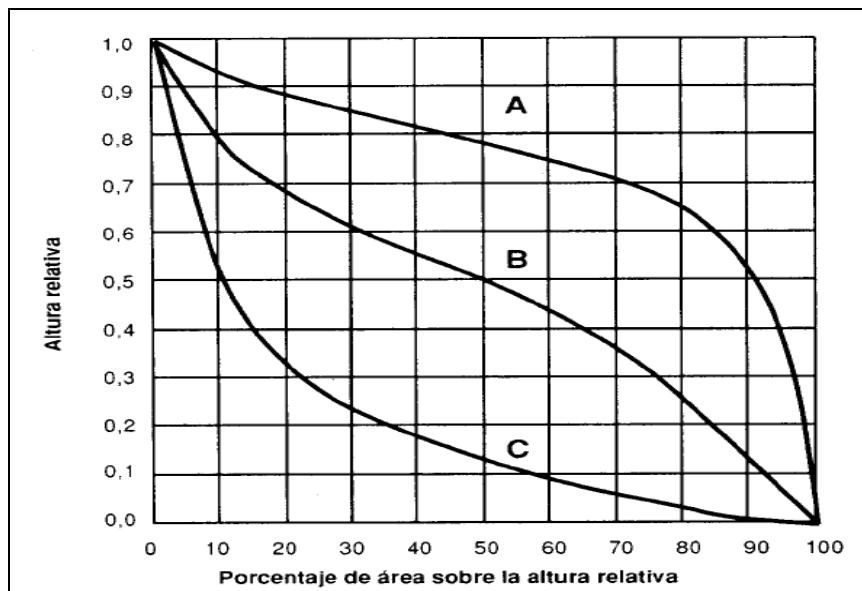
Curva hipsométrica. El conocimiento de la distribución de la elevación en una cuenca hidrográfica, es de vital importancia tanto para la comparación de cuencas, como para la determinación del comportamiento hidrológico de ella, pues podemos conocer sus rangos de variación de alturas, y por ende sospechar su climatología y vegetación predominantes, es posible también delimitar zonas de mayor o menor pronunciamiento de su topografía y en cierta manera conocer sus problemas potenciales (erosión en las zonas empinadas e inundaciones en las zonas planas o bajas). Mediante la curva hipsométrica se tendrá pleno conocimiento de la variación de la elevación en la cuenca en función del área. Esta se define mediante la siguiente ecuación:

$$R_h = \frac{S_s}{S_i}$$

donde: S_s y S_i son, respectivamente, las áreas sobre y bajo la curva hipsométrica.

Según Strahler (LLamas, 1993), la importancia de esta relación reside en que es un indicador del estado de equilibrio dinámico de la cuenca. Así, cuando $R_h = 1$, se trata de una cuenca en equilibrio morfológico. En la Gráfica 1 se muestra tres curvas hipsométricas correspondientes a otras tantas cuencas que tienen potenciales evolutivos distintos.

Gráfica 1 - Curvas hipsométricas características del ciclo de erosión



Fuente: Llamas, J. Hidrología general. 1993.

La curva superior (curva A) refleja una cuenca con un gran potencial erosivo; la curva intermedia (curva B) es característica de una cuenca en equilibrio; y la curva

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

inferior (curva C) es típica de una cuenca sedimentaria. Donde se representan las distintas fases de la vida de un río o quebrada:

- Curva A: fase de juventud
- Curva B: fase de madurez
- Curva C: fase de vejez

5.2.3.2 Morfometría de drenajes

Las características analizadas en los drenajes están sujetas a la disponibilidad de información sobre cada uno de ellos, obtenida básicamente de observaciones en campo, y con limitantes técnicas, como la ausencia de información sobre caudales, niveles de sedimentación, profundidades, etc. que podrían enriquecer el conocimiento sobre los drenajes más importantes de la cuenca de la quebrada Beberrecio.

Strahler (1952, 1957), revisó y perfeccionó el esquema de Horton dando lugar al esquema de ordenación o de clasificación de Horton-Strahler, hoy en día el más utilizado en hidrología (hay otros modelos, como el de Shreve ,1966; Mock, 1971 y otros). Las redes de drenaje pueden ser modeladas o representadas como árboles, los cuales están conformados por un conjunto de nodos conectados unos a otros por segmentos de recta de manera que cada nodo tiene solo una ruta hacia la salida. Según Strahler una corriente puede tener uno o más segmentos. Un canal es una unión arbitraria de segmentos (ejemplo: canal principal).

Las corrientes se clasifican según el grado de bifurcación que tenga a saber:

- Corrientes de orden 1: aquellas que no tienen ningún afluente.
- Corrientes de orden 2: aquellas que se forman por la confluencia de dos corrientes de orden 1.
- Corrientes de orden 3: aquellas que se forman por la unión de dos corrientes de orden 2.
- y así sucesivamente.

Cada río o quebrada tiene sus tributarios importantes, cada uno de los cuales tiene a la vez sus propios tributarios y así sucesivamente hasta llegar a las últimas ramas de la red de drenaje. En general mientras más largo es el río o quebrada, mayor es el número de bifurcaciones.

Para clasificar las corrientes se requiere un plano de la cuenca que incluya tanto corrientes perennes (permanentes) como intermitentes. Todas las corrientes se dividen, en general, en tres clases, dependiendo del tipo de escurrimento, el cual

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

está relacionado con las características físicas y condiciones climáticas de la cuenca.

- **Corriente efímera:** es aquella que solo lleva agua cuando llueve e inmediatamente después desaparece.
- **Corriente intermitente:** lleva agua la mayor parte del tiempo pero principalmente en épocas de lluvia, su aporte cesa cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce.
- **Corriente perenne o permanente:** tiene agua todo el tiempo, ya que aún en época de sequía es abastecida continuamente, pues el nivel freático siempre permanece por arriba del fondo del cauce.

Longitud de los tributarios. Es una indicación de la pendiente de la cuenca, así mismo también del grado de drenaje, las áreas pendientes y bien drenadas usualmente tienen numerosos tributarios pequeños, mientras que en regiones planas con suelos profundos y permeables solamente existen tributarios relativamente largos que se mantienen como cauces perennes.

Densidad de los cauces (Dc). Es la relación entre el número de cauces de la cuenca y el área de ella.

$$Dc = Ns / A$$

Donde:

Dc = Número de cauces por Km²

Ns = Número de cauces

A = Área de la cuenca (Km²)

Para determinar el número de corrientes solo se consideran las corrientes perennes e intermitentes. El número de corrientes se contarán a partir de la corriente principal como una desde su nacimiento hasta la desembocadura, luego los tributarios de orden inmediatamente anterior al principal desde su desembocadura en este, hasta la siguiente confluencia y así sucesivamente hasta terminar en las corrientes de Orden 1.

Densidad de drenaje (Dd). Se expresa como la longitud de los cauces por unidad de área.

$$Dd = L / A$$

donde :

Dd = Densidad de drenaje en Km

A = Área total de la cuenca en Km²

L = Longitud total de las corrientes perennes e intermitentes en Km.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

La densidad de drenaje varía inversamente con la longitud del escurrimiento y por lo menos es una indicación de la eficiencia del drenaje de la cuenca.

Coeficiente de torrencialidad (Ct). Es la relación entre el número total de corrientes de Orden 1, sobre el área de la cuenca.

$$Ct = \text{Número de corrientes de Orden 1} / \text{Área de la cuenca}$$

Pendiente del cauce. Mediante el empleo del plano topográfico de la cuenca, se trazó el perfil topográfico del río principal.

La mayor pendiente de una cuenca influye directamente en el aumento de la velocidad media que puede alcanzar la escorrentía superficial y la reducción de la infiltración, como consecuencia del aumento en los picos de la creciente (avenidas). Una cuenca de pendiente pronunciada se expone más fácilmente a la erosión.

5.2.4 Análisis hidroclimatológico

Método de isoyetas

Consiste en trazar isolíneas de igual precipitación (isoyetas). La precipitación media de la cuenca se calcula sumando los productos de las áreas comprendidas entre cada dos isoyetas, por su correspondiente precipitación media, y dividiendo la suma entre el área total de la cuenca. Cuando las isoyetas discurren paralelas, la precipitación media del área comprendida entre cada dos es la semisuma de los valores de éstas. Para determinar la precipitación media se emplean las siguientes ecuaciones:

$$P = \frac{(p_1 a_1) + (p_2 a_2) + (p_3 a_3) \dots + (p_n a_n)}{A} \quad P = \frac{\sum p_n a_n}{A}$$

en donde:

P = precipitación media de la cuenca,

p = precipitación media correspondiente al área comprendida entre cada dos isoyetas.

a = área comprendida entre cada dos isoyetas.

A = Área total de la cuenca

El área comprendida entre cada dos isoyetas se calcula mediante el empleo de papel milimétrico, del planímetro o de sistemas de información geográfica (SIG).

Método de Thornthwaite

En 1948, Thornthwaite por un lado y Penman, por otro, definieron el concepto de evapotranspiración potencial (ET_p), que expresaba de forma más exacta la transferencia de agua entre esas superficies. Después de varias décadas, Doorembos y Pruitt (1975 y 1977) expresaron una nueva definición de la evapotranspiración, que fue la Evapotranspiración de Referencia (ET₀). Allen (1994) da una nueva definición de la evapotranspiración de referencia y expone los nuevos objetivos a cubrir en las líneas de investigación de la evapotranspiración. En todos los casos se desarrollan modelos y expresiones matemáticas de una evapotranspiración que difiere de la evapotranspiración real (ETR) que ocurre en una región; estas diferencias se deben, sobre todo, a la disponibilidad de agua en las superficies.

Thornthwaite (1948) describió la importancia física y biológica de la evapotranspiración en la clasificación climática y desarrolló una ecuación para la estimación de la evapotranspiración potencial ET_p. La fórmula de Thornthwaite se utiliza para calcular la evapotranspiración potencial mensual en mm, y se expresa en la ecuación:

$$ET_p = 1.6 \left(\frac{I_1}{12} \right) \left(\frac{N}{30} \right) \left(\frac{10T_a}{I} \right)^{a_1}$$

donde **I1** es el número de horas reales de sol al día, **N** es el número de días al mes (ver Tabla No.1), **T_a** es la temperatura media mensual en °C, y **a1** se define como:

$$a_1 = 6.75 \times 10^{-7} I^3 - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 1.79 \times 10^{-2} I + 0.49$$

I es el índice de calor derivado de la suma de los 12 valores de los índices mensuales (**i**), obtenida a partir de:

$$i = \left(\frac{T_a}{5} \right)^{1.514}$$

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Tabla 1 - Número máximo de horas del sol (Doorenbos y Pruitt, 1977)²

| Lat. Norte | En | Feb | Mar | Abr | May | Jn | Jul | Ag | Sep | Oc | Nov | Dic |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Lat Sur | Jul | Ag | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun |
| 50 | 8,5 | 10,1 | 11,8 | 13,8 | 15,4 | 16,3 | 15,9 | 14,5 | 12,7 | 10,8 | 9,1 | 8,1 |
| 48 | 8,8 | 10,2 | 11,8 | 13,6 | 15,2 | 16,0 | 15,6 | 14,3 | 12,6 | 10,9 | 9,3 | 8,3 |
| 46 | 9,1 | 10,4 | 11,9 | 13,5 | 14,9 | 15,7 | 15,4 | 14,2 | 12,6 | 10,9 | 9,5 | 8,7 |
| 44 | 9,3 | 10,5 | 11,9 | 13,4 | 14,7 | 15,4 | 15,2 | 14,0 | 12,6 | 11,0 | 9,7 | 8,9 |
| 42 | 9,4 | 10,6 | 11,9 | 13,4 | 14,6 | 15,2 | 14,9 | 13,9 | 12,9 | 11,1 | 9,8 | 9,1 |
| 40 | 9,6 | 10,7 | 11,9 | 13,3 | 14,4 | 15,0 | 14,7 | 13,7 | 12,5 | 11,2 | 10,0 | 9,3 |
| 35 | 10,1 | 11,0 | 11,9 | 13,1 | 14,0 | 14,5 | 14,3 | 13,5 | 12,4 | 11,3 | 10,3 | 9,8 |
| 30 | 10,4 | 11,1 | 12,0 | 12,9 | 13,6 | 14,0 | 13,9 | 13,2 | 12,4 | 11,5 | 10,6 | 10,2 |
| 25 | 10,7 | 11,3 | 12,0 | 12,7 | 13,3 | 13,7 | 13,5 | 13,0 | 12,3 | 11,6 | 10,9 | 10,6 |
| 20 | 11,0 | 11,5 | 12,0 | 12,6 | 13,1 | 13,3 | 13,2 | 12,8 | 12,3 | 11,7 | 11,2 | 10,9 |
| 15 | 11,3 | 11,6 | 12,0 | 12,5 | 12,8 | 13 | 12,9 | 12,6 | 12,2 | 11,8 | 11,4 | 11,2 |
| 10 | 11,6 | 11,8 | 12,0 | 12,3 | 12,6 | 12,7 | 12,6 | 12,4 | 12,1 | 11,8 | 11,6 | 11,5 |
| 5 | 11,8 | 11,9 | 12,0 | 12,2 | 12,3 | 12,4 | 12,3 | 12,3 | 12,1 | 12,0 | 11,9 | 11,8 |
| 0º Ecuador | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 | 12,1 |

Fuente:<http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e0j.htm#annex%202.%20meteorological%20tables>

5.2.5 Análisis de zonas de vida

Modelo de Clasificación Holdridge ³

El norteamericano Holdridge (1982) estableció que la vegetación natural depende de factores climáticos (calor, precipitación y la humedad), donde propone que la asociación debe concebirse como una unidad natural en la cual la vegetación, la actividad animal, el suelo, están todos interrelacionados en una combinación reconocida y única, que tiene un aspecto o fisonomía típica.

Las agrupaciones de asociaciones con base en la cuantificación de algunos parámetros climáticos se denominan **zonas de vida**. Son conjuntos naturales de asociaciones, sin importar que cada grupo incluya una cadena de diferentes unidades de paisaje o de medios ambientales, que pueden variar desde pantanos hasta crestas de colinas. Al mismo tiempo, las zonas de vida comprenden divisiones igualmente balanceadas de los tres factores climáticos principales, es decir, calor, precipitación y humedad.

² Dorenbos, J. y W.O. Pruitt (1977). Las necesidades de agua de los cultivos. Riego y Drenaje. 24 FAO. 195pp. (Este trabajo ha sido actualizado por la FAO mediante el de Allen et al. 1998).

³ HOLDRIDGE, Leslie R. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1982. 216 p.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

La progresión logarítmica de temperatura y de valores de precipitación, suministra una base teórica sólida para establecer divisiones balanceadas igualmente. Holdridge se baso en los estudios de Mitscherlich, el cual mostró que, cuando un elemento es un factor limitante en la alimentación de las plantas; las adiciones de ese elemento hasta la cantidad que pueda ser utilizada, deben incrementarse en progresión logarítmica, si se desea obtener una secuencia de incrementos iguales en la producción. (ver Gráficas 2 y 3).

Las zonas de vida se definen con base en los valores promedios anuales de calor, utilizándose el concepto de **biotemperatura**. Este autor define la biotemperatura promedia como un promedio de las temperaturas en °C a las cuales tiene lugar crecimiento vegetativo, en relación con el periodo anual. Se estima que el ámbito de las temperaturas dentro de las que ocurre el crecimiento vegetativo, está entre 0°C como mínimo y 30°C como máximo. Holdridge propone para obtener un valor aceptable, sumar las temperaturas horarias, eliminando las lecturas por debajo de 0°C y por encima de 30°C, y dividir la suma por el número total de horas del año.

Puesto que generalmente se dispone de promedios mensuales de temperatura, donde se ha desarrollado una fórmula empírica que convierte una temperatura promedia mensual en grados centígrados (T) a una **biotemperatura promedia mensual** que se define por la ecuación:

$$T(\text{biológica}) = T^{\circ} \text{ media} - (3 \times \text{grados de latitud}) / 100 \times (T^{\circ} \text{ media} - 24)$$

Esta ecuación se utiliza en latitudes y elevaciones bajas (<1000 msnm). Para latitudes bajas y elevaciones medias (1000 a 3000 msnm). La temperatura media anual equivale a la biotemperatura (temperatura biológica).

Para latitudes bajas (menor de 130 y alturas mayores de 3500 msnm, se presentan temperaturas mínimas diarias menores que 0°C, se tiene la siguiente ecuación:

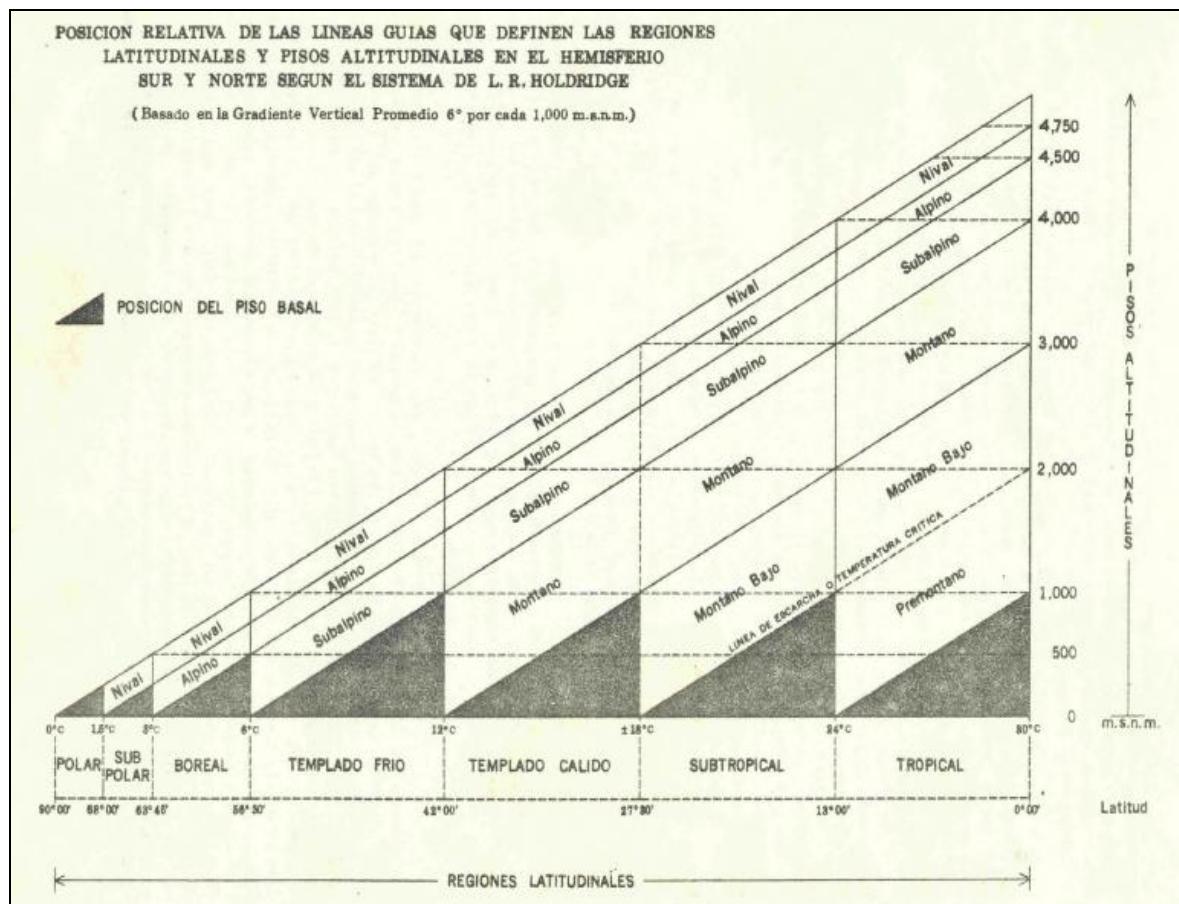
$$\text{Temperatura biológica} = T_{\max} / T_{\max} - T_{\min} \times T_{\max} / 2$$

Se entra también con los valores promedios de la precipitación y la humedad. Para Holdridge la evapotranspiración potencial tiene un significado diferente a la de Penman, puesto que considera a la vegetación natural (Máxima perdida de agua por evaporación y transpiración bajo un óptimo contenido de humedad en el suelo). Donde es calculada como:

$$Etp = 58.93 \times \text{Temperatura biológica en mm}$$

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

**Gráfica 2 - Posiciones aproximadas de las líneas guías de las
regiones latitudinales y las fajas altitudinales
(basado en una tasa de cambio de 6°C por cada 1000 msnm)**



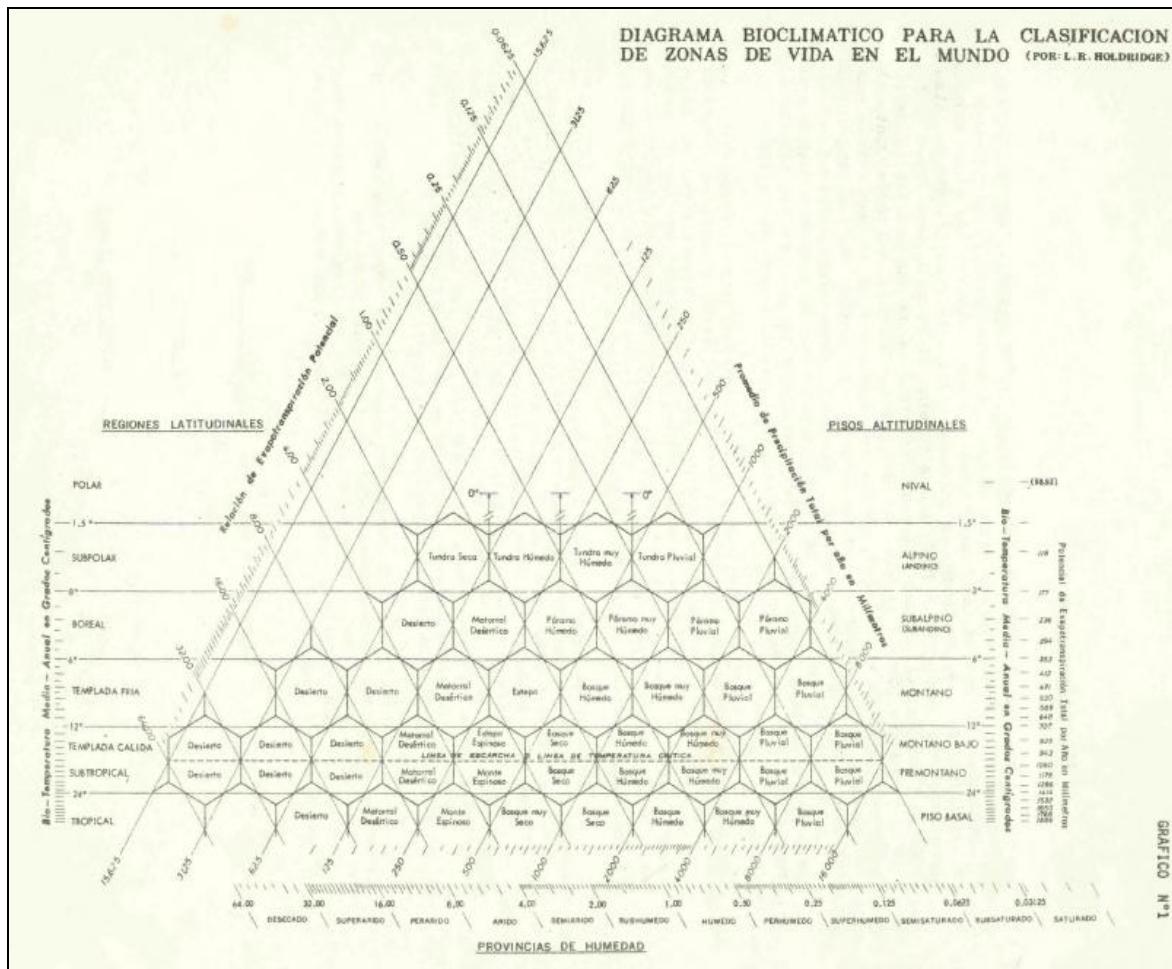
Fuente: Holdridge, L., 1982.

Para el cálculo de la evapotranspiración real, se calcula primero la relación de evapotranspiración potencial como la relación entre esta y el valor de la Precipitación media anual.

Posteriormente se entra por la base del nomograma de la Gráfica 4 con el valor de la relación de evapotranspiración, potencial subiendo hasta encontrarse con la curva de evapotranspiración actual o real (Eta). Se proyecta luego hacia la izquierda o derecha del nomograma y se lee, el porcentaje que hay que aplicarle a la evapotranspiración potencial para encontrar la real. Además al igual que la clasificación de Lang y de Trojer, holdridge introduce un factor de lluvia denominado provincia de humedad (están dentro de los rangos de la relación de evapotranspiración de referencia), ubicando en la parte superior los meses secos al año.

DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA

Gráfica 3 - Diagrama Bioclimático de zonas de vida



Fuente: Holdridge, L., 1982. Memorias Modulo Gestión Integral de Cuencas. Maestría Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos. Primera Cohorte. ECOSURC – USCO. 2010.

Como se ve Holdridge establece un balance hídrico, al decir que la evapotranspiración potencial es una función de la precipitación; siendo la evapotranspiración actual o real la que verdaderamente se lleva a cabo en condiciones de un variable contenido de humedad en el suelo. Con esta clasificación estamos en capacidad de calcular aproximadamente la altura de la vegetación dominante con la siguiente fórmula:

Altura vegetación dominante = % de Etp x 2 temperatura biológica

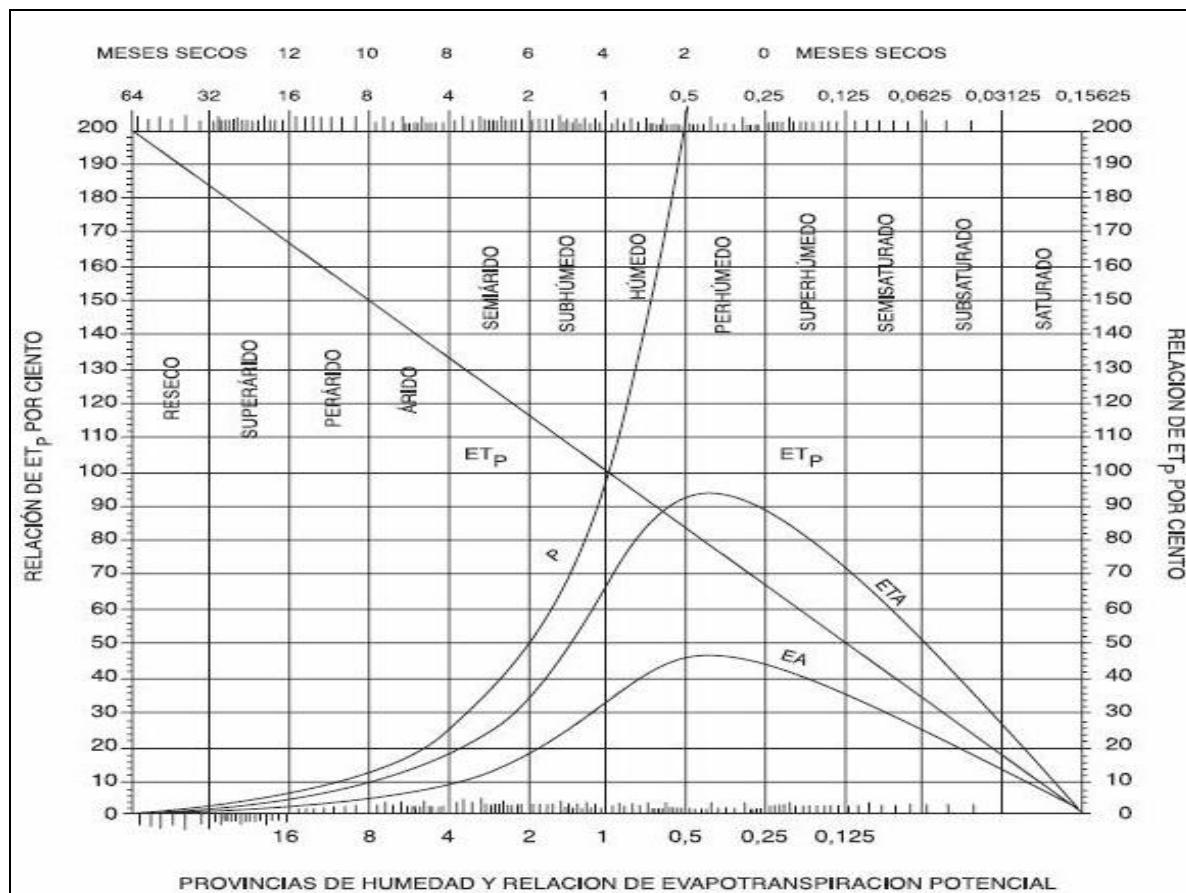
En caso de que sea una zona de vida diferente al bosque. (por ejemplo matorral desértico) este valor se divide por 4.

La clasificación permite trabajar en una escala más grande (más detalle), si se consideran factores abióticos como salinidad, presencia de fuertes vientos, zonas inundables etc. Para ello se puede hablar de asociaciones siendo definida como

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

un ámbito de condiciones ambientales dentro de una zona de vida junto con sus seres vivientes cuyo complejo total de fisonomía de las plantas y de actividad de los animales es único.

Gráfica 4 - Movimiento del agua en asociaciones climáticas



Fuente: Holdridge. L. 1982. Memorias Modulo Gestión Integral de Cuencas. Maestría Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos. Primera Cohorte. ECOSURC – USCO. 2010.

5.2.5 Hidrología superficial

Medición de caudales (Aforos). Se empleó un correntómetro A-OTT C-31 Universal, un rotor No.3 – 93133 del IDEAM, que presenta la siguiente ecuación de velocidad:

$$V_p = 0.252 * N + 0.006 \text{ para } 0.10 < V < 2.1 \text{ (m/s)}$$

Escoorrentía superficial. Se calculó según la metodología de Holdridge para determinar el escurrimiento (curso de Módulo de Gestión de Cuencas – Olaya A. Alfredo. USCO ECOSURC, 2010), donde se consideraron y se realizaron los cálculos en una hoja electrónica de excel para los parámetros de biotemperatura

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

anual (actual y corregida), latitud, altitud y precipitación para realizar los cálculos de ETP (Evapotranspiración potencial), RETP (Relación de evapotranspiración potencial), ETR (Evapotranspiración real) y E (Escurrimiento o Escorrentía), donde se obtuvieron los valores para cada altitud y precipitación de la quebrada Beberrecio.

5.2.7 Calidad del agua de la quebrada Beberrecio

Se tomaron dos puntos de muestreo (P1 Monserrate y P2 desembocadura río pedernal) para un total de cuatro (4) muestras de agua en los períodos secos (enero 24 de 2010) y de lluvias (noviembre 30 de 2010) donde se analizaron los parámetros físico – químico - microbiológico de la quebrada Beberrecio, siguiendo las directrices dadas en los Decretos No. 1594 de 1984 y 475 de 1998, y el Protocolo de Calidad de Aguas del IDEAM (ver Anexos C y D).

Para la verificación de la calidad del agua se confrontan los parámetros físico químicos con la Tabla C.2.1 del RAS (ver Tabla 2).

Tabla 2 - Calidad de la fuente (RAS Tabla C.2.1)

| Parámetros | Análisis según | | Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución | | | |
|--|-------------------|----------------------|--|-------------------|----------------------|--------------------------|
| | Norma técnica NTC | Standard Method ASTM | 1. Fuente aceptable | 2. Fuente regular | 3. Fuente deficiente | 4. Fuente muy deficiente |
| DBO 5 días | 3630 | | | | | |
| Promedio mensual mg/L | | | ≤ 1.5 | 1.5 - 2.5 | 2.5 - 4 | > 4 |
| Máximo diario mg/L | | | 1 - 3 | 3 - 4 | 4 - 6 | > 6 |
| Coliformes totales (NMP/100 mL) | | | | | | |
| Promedio mensual | | D-3870 | 0 - 50 | 50 - 500 | 500 - 5000 | > 5000 |
| Oxígeno disuelto mg/L | 4705 | D-888 | ≥ 4 | ≥ 4 | ≥ 4 | < 4 |
| PH promedio | 3651 | D 1293 | 6.0 - 8.5 | 5.0 - 9.0 | 3.8 - 10.5 | |
| Turbiedad (UNT) | 4707 | D 1889 | < 2 | 2 - 40 | 40 - 150 | ≥ 150 |
| Color verdadero (UPC) | | | < 10 | 10 - 20 | 20 - 40 | ≥ 40 |
| Gusto y olor | | D 1292 | Inofensivo | Inofensivo | Inofensivo | Inaceptable |
| Cloruros (mg/L - Cl) | | D 512 | < 50 | 50 - 150 | 150 - 200 | 300 |
| Fluoruros (mg/L - F) | | D 1179 | < 1.2 | < 1.2 | < 1.2 | > 1.7 |

Fuente: Ministerio de Desarrollo. Titulo B. Tabla C.2.1. Calidad de la fuente. Resolución No.1096 de 2000.

Índice de calidad del agua

El índice de Calidad del Agua (desarrollado por la National Sanitation Foundation) se determina a partir de 9 parámetros que son el Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Sólidos Totales, Turbiedad, Coliformes Fecales, PH y Temperatura, a los cuales se les asigna un valor que se extrae de la gráfica de calidad respectiva, el cual está en un rango de 0-100. El Índice de Calidad del Agua (ICA) es calculado como la multiplicación de todos los nueve parámetros elevados a un valor atribuido en función de la importancia del parámetro, así:

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

$$I.C.A. = \prod_{i=1}^n C_i^{w_i}$$

Donde:

I.C.A: Índice de Calidad del Agua, un número entre 0 y 100, adimensional.

C_i: Calidad del iésimo parámetro, un número entre 0 y 100, obtenido del respectivo gráfico de calidad, en función de su concentración o medida.

w_i: Valor ponderado correspondiente al iésimo parámetro, atribuido en función de la importancia de ese parámetro para la conformación global de la calidad, un número entre 0 y 1. La sumatoria de valores w_i es igual a 1, siendo i el número de parámetros que entran en el cálculo.

La relación entre el valor del ICA calculado y la clasificación del agua se presenta en la Tabla 3. Para el ICA se utilizó la metodología del IDEAM (ver Anexo D), tomando seis (6) variables de los parámetros físico - químicos de las muestras de agua, donde se tienen en cuenta la Tabla 4 y la escala de colores de valoración para la calidad de agua.

Tabla 3 Intervalos de Calidad

| CALIDAD DE AGUA | COLOR | VALOR |
|-----------------|----------|----------|
| Excelente | Azul | 91 a 100 |
| Buena | Verde | 71 a 90 |
| Regular | Amarillo | 51 a 70 |
| Mala | Naranja | 26 a 50 |
| Pésima | Gris | 0 a 25 |

Fuente: IDEAM. Protocolo Índices de Calidad de Aguas. 2009.

Tabla 4 Ponderación para disponibilidad de Seis variables – Red básica de calidad hídrica del IDEAM para datos a partir de 2009

| Variable | Expresada como | Peso de importancia |
|---------------------------------|----------------|---------------------|
| Oxígeno disuelto, OD | % Saturación | 0,17 |
| Sólidos en suspensión | mg/L | 0,17 |
| Demanda química de oxígeno, DQO | mg/L | 0,17 |
| Conductividad eléctrica, C.E. | µS/cm | 0,17 |
| Relación N total / P total | Unidades de pH | 0,17 |
| pH total | Unidades de pH | 0,15 |

Fuente: IDEAM. Protocolo Índices de Calidad de Aguas. 2009.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

En la Tabla 5 se definen las características de los cuerpos de agua lóticos según el caudal de la fuente.

Tabla 5 Caracterización de los cuerpos de agua lóticos según su caudal

| Caudal (m ³ / s) | ILCAG | Capacidad Ambiental |
|---|---------------|------------------------|
| < 1 | 0 | Muy baja |
| > 1 -10 | 0 - 0,333 | Baja |
| > 10 -100 | 0,333 - 0,666 | Media |
| > 100 -1000 | 0,666 - 1 | Alta |
| > = 1000 | 1 | Muy alta |
| ILCAG: Índice lótico de capacidad ambiental general Si $1 \leq Q < 1000$ $ILCAG = 0,333 \log_{10} \text{Caudal (m}^3/\text{s)}$ | | |

IDEAM. Protocolo Índices de Calidad de Aguas. 2009.

5.2.8 Limnología de la quebrada Beberrecio

Los ecosistemas lóticos son compuestos por ríos y quebradas (arroyos o flujos de agua menores). Sus orígenes son en las zonas altas de las montañas, donde por la humedad de la tierra salen brotes o gotas de agua, estos ecosistemas van descendiendo de las altas montañas hasta llegar al mar, muchos ecosistemas lóticos se unen a otros formando un ecosistema lótico de mayor orden, es lo que se conoce como orden de los ríos, todos los ecosistemas lóticos nacen como orden 1, 2 ríos de orden 1 al unirse en un mismo punto forman un río mayor de orden 2, dos ríos de orden 2 al unirse al mismo tiempo en un mismo punto forman un río de orden 3, y así se forman las grandes cuencas, a modo de ejemplo, si un río de orden 6 se une con un río de orden 7, así aumente mucho su caudal el río sigue siendo del orden 7, porque para que se forme el orden 8 se necesita que sean dos ríos de orden 7.⁴

En los ríos de bastantes caudales no se forma material vegetal por la gran corriente que lleva el río, pero se puede formar algo de periphyton alrededor de las rocas, los ríos crecen con la lluvia, porque la lluvia no sólo aumenta su caudal sino que ablanda la tierra del alrededor haciendo que éste arrastre lodo y enturbíándose. Los ríos van creciendo cada vez más a medida que van descendiendo hacia el mar, en la zona alta del río (Crenon) la respiración puede ser mayor que la cantidad de oxígeno producido, el nivel de materia orgánica acumulada es menor, y el caudal es muy pequeño, en el Rithron o zona media, ya hay más acumulo de materia orgánica y la respiración puede ser igual al oxígeno producido, y en el Potamón o zona baja sucede muchas inundaciones porque el

⁴ ARBOLEDA O., Duván Andrés. Limnología aplicada a la acuicultura. REDVET Revista electrónica de Veterinaria, Vol. VII, Núm. 11, noviembre-sin mes, 2006, pp. 1-24. Madrid, España.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

caudal es mayor, hay más materia orgánica, la temperatura de la agua es más cálida, la respiración puede ser menor con respecto al oxígeno producido.⁵

Metcalfe (1994) y Moya (2006) indican que el uso de comunidades de macroinvertebrados bentónicos muestra una clara preferencia en evaluaciones de salubridad de los ríos, este autor, resume cinco principales razones por los cuales los macroinvertebrados tienen alta preferencia:

- Las comunidades de macroinvertebrados acuáticos son sensibles a varios tipos de contaminantes, a los que responden de manera rápida. Además, ocupan varios hábitats acuáticos y son relativamente fáciles y poco costosos de colectar.
- Los macroinvertebrados son sedentarios (representativos de las condiciones locales).
- Tienen ciclos de vida lo suficientemente prolongados como para permitir un registro adecuado de calidad ambiental.
- Son muy heterogéneos, están representados por numerosos taxa y grupos tráficos, con alta probabilidad de que al menos algunos de estos organismos reaccionen a un cambio particular de condición ambiental.

Para medición de temperaturas en el agua

- Epilimnion, es la capa superficial de mayor temperatura. Experimenta un calentamiento progresivo según avanza septiembre a diciembre (períodos de altas lluvias) y enero a marzo (período seco) hasta alcanzar un máximo de 24°C en Agosto.
- Hipolimnion, es capa inferior de baja y homogénea temperatura.
- Metalimnion, es la zona de transición entre el epilimnion y el hipolimnion. Constituye el punto de inflexión del perfil de temperaturas.

5.2.9 Interpretación de la biodegradabilidad

La relación DQO/DBO se le conoce como índice de biodegradabilidad (tratamiento biológico que se le debe dar al agua), bajo los siguientes parámetros:

$$\begin{aligned} \text{DQO/DBO} &= 1,5 \text{ (Materia orgánica muy degradable)} \\ \text{DQO/DBO} &= 2,0 \text{ (Materia orgánica moderadamente degradable)} \\ \text{DQO/DBO} &= 10,0 \text{ (Materia orgánica poco degradable)} \end{aligned}$$

Además, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- a) Relación DQO/DBO₅ > 5,0 - Relación DBO/DQO < 0,2 (Contaminantes de naturaleza No biodegradable - Inorgánico)

⁵ Ibídem.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- b) Relación DQO/DBO₅ < 3,0 - Relación DBO/DQO > 0,6 (Contaminantes de naturaleza Biodegradable - Orgánico)

5.2.10 Evaluación de la geología y geomorfología

La evaluación de geología básica y estructural y la geomorfología se hizo a partir de dos (2) visitas de campo y un levantamiento con un GPS Magellan Explorist 500LE y luego se proyectó a un SIG empleando como referencia la Plancha 344 Tesalia INGEOMINAS (2002) y la Plancha 344 II A de IGAC a escala 1:25.000 (ver Figura 3) donde se identificaron dos (2) formaciones, las cuales se describen a continuación:

- Cuarzomonzodiorita de Teruel (Batolito de Ibagué) (Ji)
- Formación Seca (KPgs)

5.2.11 Clasificación de suelos

La clasificación de suelos realizada por el IGAC, donde se encontraron tres (3) grupos, los cuales se identifican en la Tabla No.21 y el Plano No.7.

Las letras empleadas para la identificación de las unidades cartográficas de suelos son las siguientes:

- Letras empleadas para el paisaje:

M: Montaña **L:** Lomerío **R:** Planicie **V:** Valle

- Letras empleadas para clima:

B: Subnival y extremadamente frío húmedo.

H: Muy frío Húmedo

K: Frío muy Húmedo

L: Frío Húmedo

P: Medio muy Húmedo

Q: Medio Húmedo

U: Cálido muy Húmedo

V: Cálido Húmedo

W: Cálido Seco

Ejemplo de la nomenclatura del símbolo cartográfico de suelos

Unidad Cartográfica de suelos: **MLAg2:**

M: Paisaje de Montaña

L: Clima Frío Húmedo

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

A: Contenido pedagógico

g: Pendiente mayor 75%

2: Erosión moderada

Criterios de fases cartográficas

a) Pendiente. Algunas unidades cartográficas presentan un límite amplio de variación en las pendientes y, por lo tanto, para subdividir los límites se utilizaron los rangos considerados en el manual de códigos de IGAC que se describen a continuación:

| Clase de pendiente | Porcentaje | Código |
|---------------------------|-------------------|---------------|
| Plana a ligeramente plana | 0 – 3 | a |
| Ligeramente inclinada | 3 – 7 | b |
| Moderadamente inclinada | 7 – 12 | c |
| Fuertemente inclinada | 12 – 25 | d |
| Ligeramente escarpada | 25 – 50 | e |
| Moderadamente escarpada | 50-75 | f |
| Fuertemente escarpada | 75-100 | g |

b) Grado de erosión. Uno de los procesos a tener en cuenta en un mapa de suelos es la erosión, por los efectos que produce en relación con el uso potencial del suelo, y las prácticas de manejo requeridas para mantenerlo en producción o para recuperarlo. Las diferencias en el grado de erosión son la base para delimitar fases.

c) Inundaciones. Se usa para señalar la ocurrencia de dicho evento como tal; también se aplica a los suelos que aunque están drenados artificialmente y protegidos por jarillones, en épocas húmedas de fuertes y frecuentes lluvias, son afectados por el fenómeno de “ascenso capilar”, que eleva el nivel freático casi hasta la superficie; cuando esta fase se presenta se indica con la letra minúscula i, y se interpreta como una fase inundable.

d) Pedregosidad superficial. Señala la presencia, en superficie, de abundantes fragmentos de roca de diferentes tamaños; se indica con la letra p

Para la identificación de las Unidades Cartográficas de Suelos se estableció, por parte del IGAC la utilización de una nomenclatura consistente en el uso de tres letras mayúsculas que representan en su orden el paisaje en el cual se encuentra la unidad, el clima y una tercera letra arbitraria que diferencia los contenidos pedológicos dentro de cada paisaje y clima, las cuales van acompañadas por subíndices alfanuméricos que indican el rango de pendiente, el grado de erosión, la inundabilidad y la pedregosidad.

5.2.12 Criterios de calificación socioeconómica de la cuenca

Se desarrolla la metodología de la Subdirección de Catastro del IGAC y el Departamento nacional de Planeación (DNP), en la Tabla 6, se presenta la calificación dada al indicador resultante, al evaluar los parámetros calificación de crecimiento (dado por el DANE), índices de Gini y Condiciones de Vida.

Tabla 6 Criterios de calificación socioeconómica

| Criterio Calificación | Calificación Socioeconómica |
|-----------------------|-----------------------------|
| Muy Baja | Menor de 0,5 |
| Baja | De 0,51 a 0,99 |
| Media Baja | De 1 a 1,50 |
| Media | De 1,5 a 2 |
| Media Alta | Mayor de 2 |

Fuente: IGAC. Subdirección de Catastro. 2003.

5.2.13 Formulación de Alternativas.

En esta fase se determinaron las acciones para la protección y conservación de la cuenca para la demanda agropecuaria, posible consumo de agua potable y otros usos, con el fin de aprovechar de manera eficiente y sostenible sus recursos y orientar el manejo en concordancia con su potencialidad.

5.2.14 Realización de cuestionarios

Se desarrollaron los cuestionarios empleando la metodología RAPPAM (programa de áreas protegidas) y elaboró del plan de manejo ambiental de la cuenca Beberrecio, como parte complementaria de las fases de prospectiva y formulación.

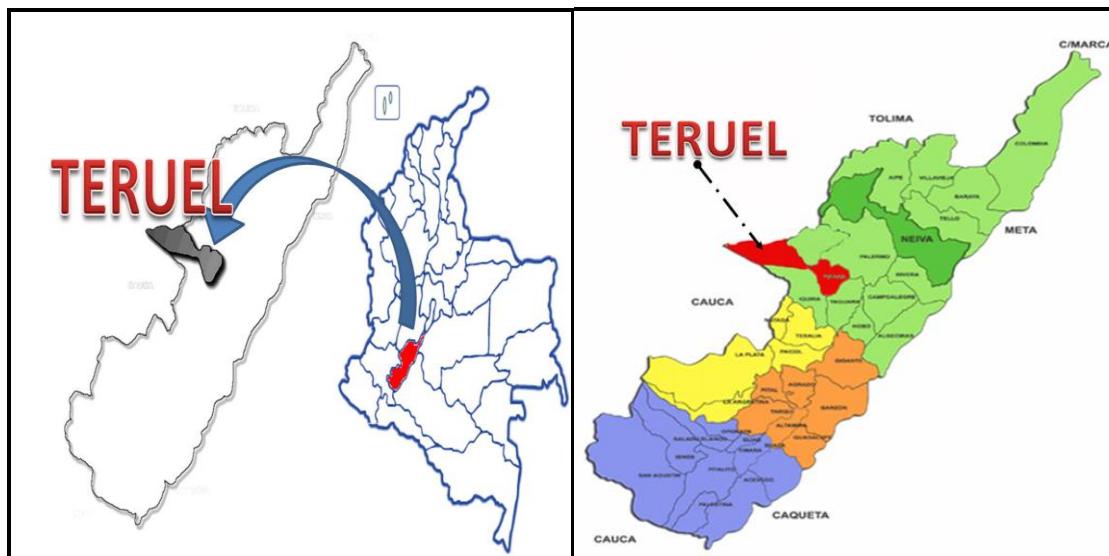
6. DIAGNOSTICO AMBIENTAL Y SOCIECONOMICO

6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

6.1.1. Delimitación y localización de la cuenca

El municipio de Teruel está localizado en la parte occidental del departamento del Huila, en las estribaciones de la Cordillera Central, que descienden del Nevado del Huila. Su cabecera municipal está ubicada geográficamente a 2°44 Latitud Norte y 75° 34 Longitud Oeste, a una distancia de 50 kilómetros de la ciudad de Neiva, por carretera totalmente pavimentada (ver Figura 1).

Figura 1 Ubicación del Municipio de Teruel – Huila



Fuente: POT. Municipio de Teruel - Huila. 2000.

La cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio se ubica en zonas del piedemonte de la Cordillera Central (estribaciones del Parque Nacional del Nevado del Huila) en jurisdicción de las veredas Alto Beberrecio y Beberrecio, como los predios Rancho Alegre, Rancho Grande, Argelia, Monserrate y San Antonio, que pertenecen al municipio de Teruel, departamento del Huila.

La quebrada Beberrecio nace entre Filo La Mesa del Oso y Santa Barbará, a una altura de 1920 msnm y con coordenadas a 75°35'24" de longitud W y 2°45'33" latitud norte (coordenadas planas 794.300 y 1.162.200). Desemboca en el río Pedernal a una altura de 700 msnm y con coordenadas 75°29'05" de longitud W y 2°43'20" latitud norte (coordenadas planas 793.000 y 1.167.000).

6.1.2 Caracterización del medio físico

6.1.2.1 Características morfométricas

a.- Factores de área de la cuenca

Área de la cuenca (A). En el Anexo A se describen las altitudes y cálculos de áreas con sus respectivos porcentajes. El área de la cuenca de la quebrada Beberrecio es de $8.733.081,37 \text{ m}^2$ (873,3 has). Al realizar el Plano 1 (Morfometría), se definen tres (3) subáreas donde se tuvo en cuenta las zonas de vida, geomorfología, geología, curvas a nivel, relieve y pendientes de la cuenca con la finalidad de aplicar la metodología RAPPAM, dichas áreas son:

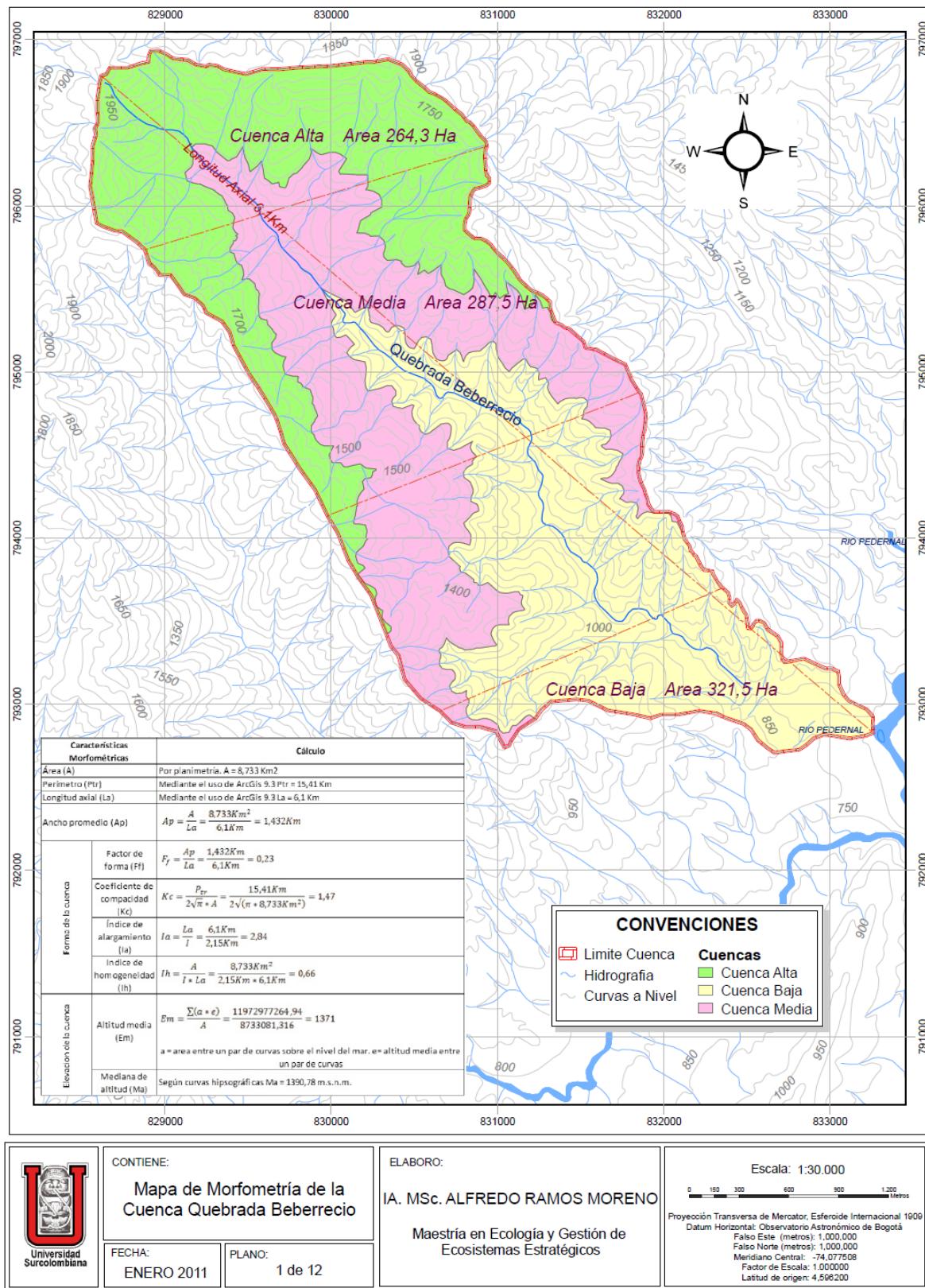
- a) Cuenca baja: $3.215.100 \text{ m}^2$ (321,5 has)
- b) Cuenca media: $2.875.100 \text{ m}^2$ (287,5 has)
- c) Cuenca alta: $2.643.100 \text{ m}^2$ (264,3 has)

Perímetro de la cuenca (P). El perímetro de la cuenca es la línea envolvente del área, el cual es de 15,41 km (ver Tabla 7).

Tabla 7 Cálculos de morfometría de la cuenca de la quebrada Beberrecio

| CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS | | CALCULO |
|-------------------------------|--------------------------------|---|
| Area (A) | | Por planimetría, $A = 8,733 \text{ Km}^2$ |
| Perímetro (Ptr) | | Mediante el uso de ArcGis9.3 $\text{Ptr} = 15,41 \text{ Km}$ |
| Longitud axial (La) | | Mediante el uso de ArcGis9.3 $\text{La} = 6, \text{km}$ |
| Ancho promedio | | $\text{Ap} = A / \text{La} = 8,733 \text{ Km}^2 / 6,1 \text{ Km} = 1,432 \text{ Km}$ |
| Forma de la cuenca | Factor de forma (Ff) | $Ff = \text{Ap} / \text{La} = 1,432 \text{ Km} / 6,1 \text{ Km} = 0,23$ |
| | Coeficiente de compacidad (Kc) | $Kc = \text{Ptr} / [2 \text{ RAIZ} (\pi * A)] = 15,41 \text{ Km} / [2\text{RAIZ}(\pi * 8,733 \text{ Km}^2)] = 1,56$ |
| | Índice de alargamiento (Ia) | $Ia = \text{La} / I = 6,1 \text{ Km} / 2,15 \text{ Km} = 2,84$ |
| | Índice de homogeneidad (Ih) | $Ih = A / [I * La] = 8,733 \text{ Km}^2 / [2,15 \text{ km} * 6,1 \text{ Km}] = 0,66$ |
| Elevación de la cuenca | Altura media (Em) | $Em = \text{SUM}(a * e) / A = 11972977264,94 / 8733081,316 = 1371 \text{ msnm}$ a = área entre un par de curvas sobre el nivel del mar e = altitud media entre un par de curvas |
| | Mediana de altitud (Ma) | Según curvas hipsográficas $Ma = 1390,78 \text{ m.s.n.m.}$ |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



Plano 1 - Morfometría de la cuenca de la quebrada Beberrecio

b.- Factores de forma de la cuenca

Caída de la Cuenca (Hc). El tramo de la quebrada Beberrecio se ubica a una altura de 1920 msnm en el sitio del Filo La Mesa del Oso y Santa Barbará donde nace y su desembocadura en el río Pedernal a una altitud de 700 msnm, dando una caída total del tramo de 1220 msnm (ver Gráfica 5 Perfil de la cuenca).

Pendientes. Se determinó a partir del Plano No.1 (Morfometría) y el Anexo A (Cálculo de áreas de la cuenca), donde se obtuvieron los siguientes valores:

- a) Cuenca baja: longitud del tramo de 4215,30 mm entre las altitudes de 700 a 1400 msnm, pendiente de 16,6%
- b) Cuenca media: longitud del tramo de 217,56 m entre altitudes de 1400 a 1700 msnm, pendiente de 24,64%.
- c) Cuenca alta: longitud del tramo 667,14 m entre altitudes de 1700 a 1920 msnm, pendiente de 32,98%

Longitud axial de la cuenca (La). Es la distancia existente entre el nacimiento y la desembocadura, la cual es igual a 6,1 km (ver Tabla 2).

Ancho promedio de la cuenca (W). El ancho promedio de la cuenca es de 1,432 km (ver Tabla 2).

Factor de forma de la cuenca (Ff). El factor de forma compara el límite de una cuenca normal con un ovoide en forma de pera, se relaciona directamente con la velocidad de las corrientes, el tiempo de concentración y los hidrogramas resultantes de una lluvia dada y se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$Ff = \frac{\text{Ancho promedio}}{\text{Longitud axial}} = \frac{1,432 \text{ km}}{6,1 \text{ km}} = 0,23$$

El valor $Ff < 1.0$ indica que la fuente hídrica es poco propensa a tener escorrentías concentradas; la cuenca es de forma rectangular y alargada, con tendencia a una mayor amortiguación de las crecientes por efecto de su forma (ver Tabla 2). El resultado obtenido de Ff igual a 0,23 indica que la cuenca de la quebrada Beberreccio no es propensa a presentar crecientes después de presentarse en los dos (2) períodos de lluvias (marzo – abril y octubre -noviembre), debido a que el agua tiene que recorrer una gran distancia antes de aportar al tributario principal.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Coeficiente de compacidad (Kc) o de Gravelius. Definido como la relación existente entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo con igual área que al de la cuenca, está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración de la cuenca y el comportamiento de las crecidas; para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Kc = \frac{\text{Perímetro}}{2 (\pi * \text{Área})^{0.5}} = \frac{15,41 \text{ km}}{2 (\pi * 8.733,3 \text{ km}^2)^{0.5}} = 1,56$$

De acuerdo al valor calculado, $Kc = 1,56$, la cuenca de la quebrada Beberrecio se clasifica como $Kc3$, correspondiente a cuencas de forma rectangular (ver Plano 1 y Tabla 2). Donde Kc representa un valor que genera tiempos de concentración cortos y es en estos sitios donde se pueden presentar las vulnerabilidades más altas para los habitantes (llámense vegetación, animales o humanos).

Índice de Alargamiento (Ia). Este índice se obtiene relacionando la longitud más grande de la cuenca con el ancho mayor, en donde valores mayores de uno (1) indican cuencas alargadas (ver Tabla 2).

$$Ia = \frac{\text{Longitud Máxima de la Cuenca}}{\text{Ancho Máximo de la Cuenca}} = \frac{6,1 \text{ km}}{2,15 \text{ km}} = 2,84$$

El valor anterior dice que la cuenca tiene una forma claramente rectangular y alargada, con una red de afluentes que escurren perpendicularmente al río principal, formando ángulos cercanos a los 90° (ver Plano 1 y Tabla 2).

c.- Factores del cauce principal

Longitud total del cauce (Lc). La quebrada Beberrecio desde su nacimiento hasta la desembocadura al río Pedernal sobre los 700 msnm tiene una longitud total de 6,1 Km (ver Gráfica 5 y Plano 1).

d.- Sinuosidad

Este parámetro determina que tan ondulado es el cauce de la fuente hídrica (río, quebrada), cuando se acerca a 1 se considera que es un cauce recto o con baja sinuosidad que es la característica de la quebrada Beberrecio, esto se debe a las formaciones geomorfológicas a las que pertenece y su ubicación geográfica dentro de la Cordillera Central, con la particularidad de presentar elevadas velocidades de agua y capacidad de arrastre de aluviones (ver Gráfica 5 y Plano 1).

La sinuosidad se calculó por el método de Taylor – Schwarz que es el más confiable debido a que se consideran los aportes de tramos cortos al valor

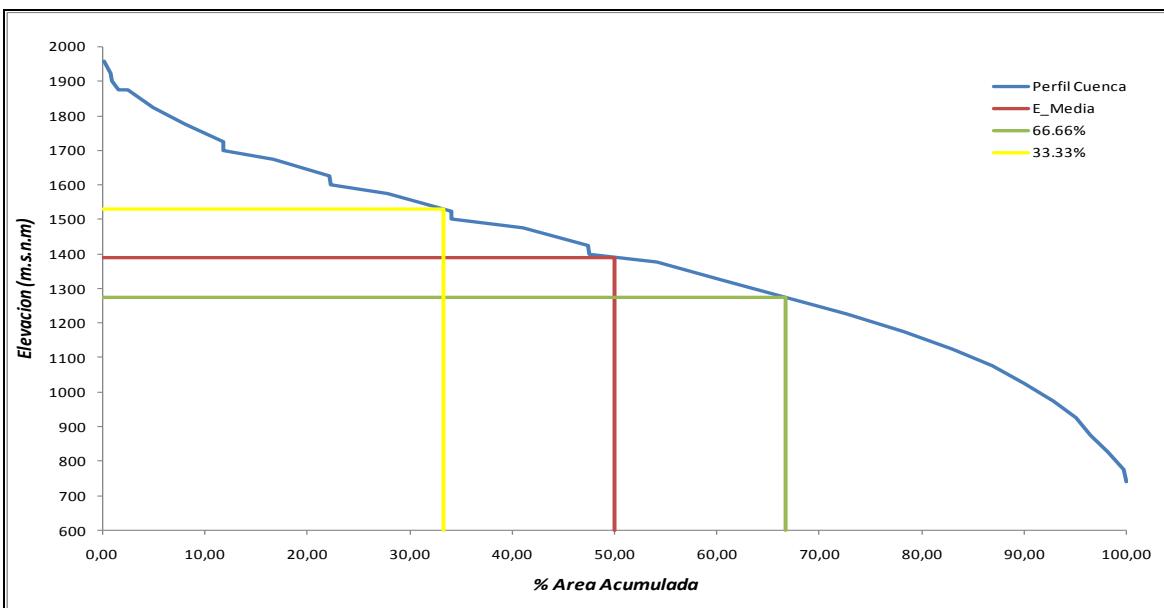
**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

definitivo. El valor de la inclinación de la quebrada Beberrecio es de 2, 2% (parte alta de la cuenca); haciendo la salvedad que en algunos tramos cortos el valor de la misma varía desde 1.5 hasta 3.0% (parte media y baja de la cuenca) donde se explica la variabilidad de las velocidades que tiene la quebrada en diversas zonas, igualmente indica que presenta alta oxigenación del agua, más aún con las cantidades graduales de aluviones que se encuentran a lo largo del cauce principal.

e. Curva hipsométrica

En la Gráfica 5 se describen los porcentajes de área acumuladas comparándolas con la elevación de la cuenca, donde se obtiene una elevación promedio de 1371 msnsm. Se clasifica como curva B (la quebrada Beberrecio está en la fase de madurez). Además, la cuenca estudiada tiene una relación hipsométrica cóncava con pendiente casi uniforme en la parte baja lo que indica que es una cuenca de un comportamiento dinámico antiguo, de baja erodabilidad y con tendencia a la sedimentación debido a flujos lentos en la parte baja del cauce.

**Gráfica 5 - Curva hipsométrica
Perfil de la cuenca de la quebrada Beberrecio**



f. Tiempo de concentración (T_c)

Para el cálculo del tiempo de concentración de la quebrada Beberrecio se empleó la ecuación de Kirpich , donde se tiene el siguiente valor:

$$T_c = 0,0078 + (6,1 \cdot 1000 \cdot 3,28)^{0,77} / 1371 / 6100)^{-0,385} = 284,2 \text{ minutos}$$

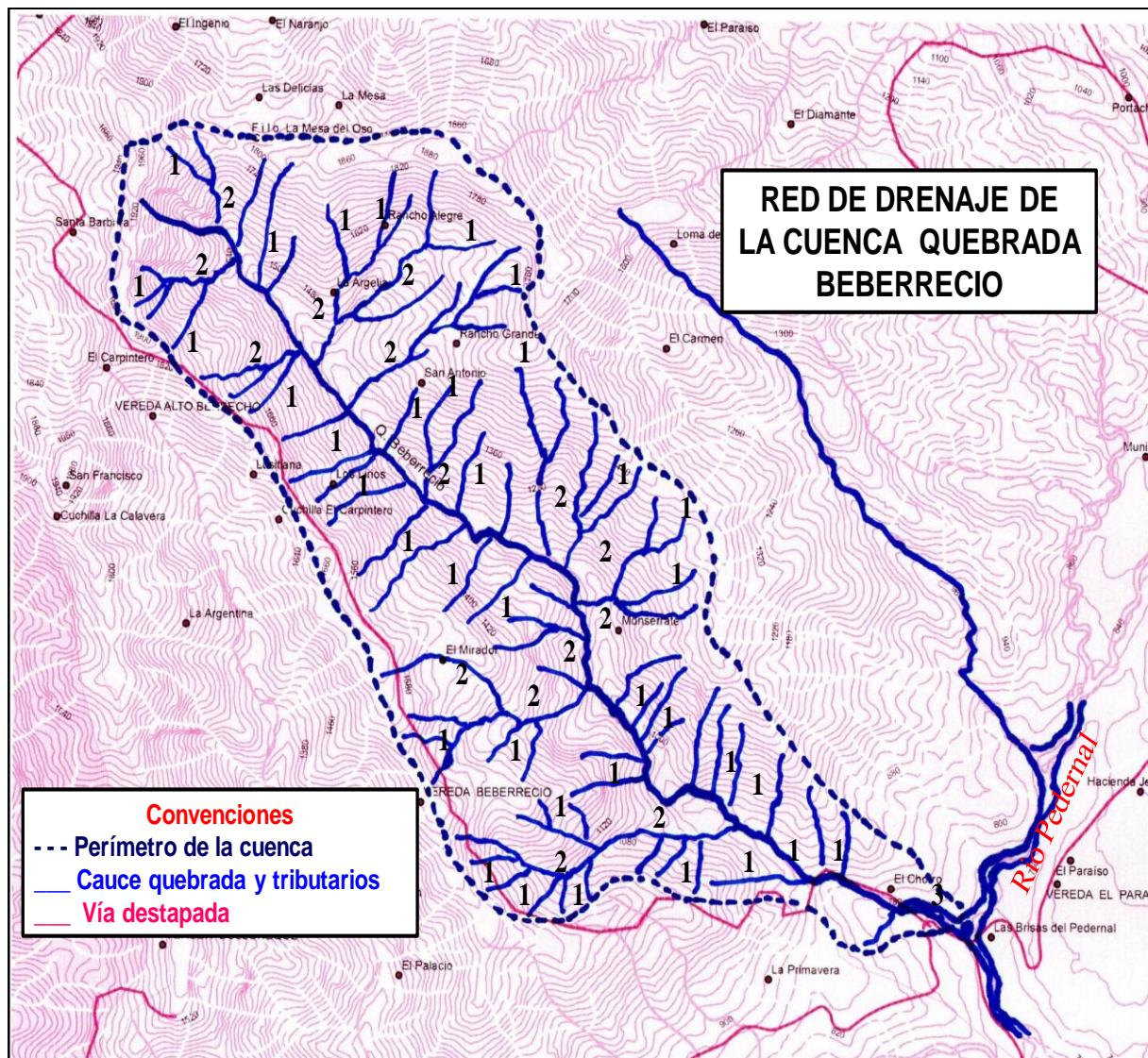
**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

El T_c igual a 284,2 minutos, tiempo que tarda el flujo en viajar desde el punto más alejado de la cuenca Beberrecio, hasta la salida de la misma (desembocadura en el río Pedernal).

c.- Morfometría de drenajes

Se elaboró la Figura 2 y la Tabla 8, donde se detallan el orden, número de cauces de la quebrada Beberrecio.

Figura 2 Red de drenaje de la cuenca de la quebrada Beberrecio



**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Tabla No.8 Número de tributarios de acuerdo al orden y su longitud

| Orden Tributarios | Número Tributarios | Longitud (metros) |
|-------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 46 | 14560 |
| 2 | 15 | 8400 |
| 3 | 1 | 6100 |

Se calcularon los siguientes parámetros:

- a) Densidad de los cauces (Dc)

$$Dc = Ns / A = 76 / 8,733 = 3,21 \text{ cauces por Km}^2 \text{ (es media, se debe por sus pendientes mayores al 50%)}$$

- b) Densidad de drenaje (Dd)

$$Dd = L / A = 12,46 / 8,733 = 1,43 \text{ (es baja, nos indica que presenta una buena cobertura y alta permeabilidad)}$$

- c) Coeficiente de torrecionalidad (Ct)

$$Ct = \text{Número de corrientes de Orden 1} / \text{Area de la cuenca}$$

$$Ct = 46 / 8,733 = 5,26 \text{ cauces de orden 1 por Km}^2.$$

El Ct es un indicador de la erodabilidad de una región que está muy relacionado con los procesos de erosión lineal y con la capacidad de descarga de una cuenca, debido a que por lo general los cursos de orden 1 son de génesis erosiva (erosión en surcos y cárcava)

El valor obtenido para la cuenca Beberrecio de 5,26 indica una elevada susceptibilidad a la erosión, y alta torrecionalidad. Entre más corrientes tributarias de orden uno tenga le sistema de drenaje, más rápida será su respuesta a la precipitación, en este caso los valores del Ct a obtener serán bajos (menores a cinco) que corresponden a zonas donde los suelos son muy resistentes a la erosión o suelos con elevada permeabilidad, y la cobertura vegetal es buena.

6.2 ASPECTOS CLIMATICOS

6.2.1 Precipitación, temperatura y humedad relativa

La cuenca de la quebrada Beberrecio pertenece a la región Andina, se ubica en altitudes de 740 a 1920 msnm, con temperatura promedio de 24,0°C. Esta se encuentra localizada en la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual al desplazarse origina períodos de máximas y mínimas precipitaciones.

Se tiene que la ocurrencia de dos estaciones lluviosas a lo largo del año, la primera de comienzos de abril a finales de junio y la segunda de octubre a diciembre, se originan por el paso de la ZCIT sobre la región, con el movimiento de sur a norte de la ZCIT para el primer período húmedo.

La época de sequía corresponde a los meses de junio, julio y agosto; con una precipitación anual promedio de 1940 mm. Para los análisis de precipitación se consideraron tres (3) estaciones pluviométricas del IDEAM (San Rafael, El Caracol y Microcuenca 1), de las cuales se deduce que los meses más lluviosos son abril, mayo, octubre, noviembre, diciembre. Se realizó el mapa de isoyetas y biotemperaturas de la cuenca de la quebrada Beberrecio (ver Plano 2).

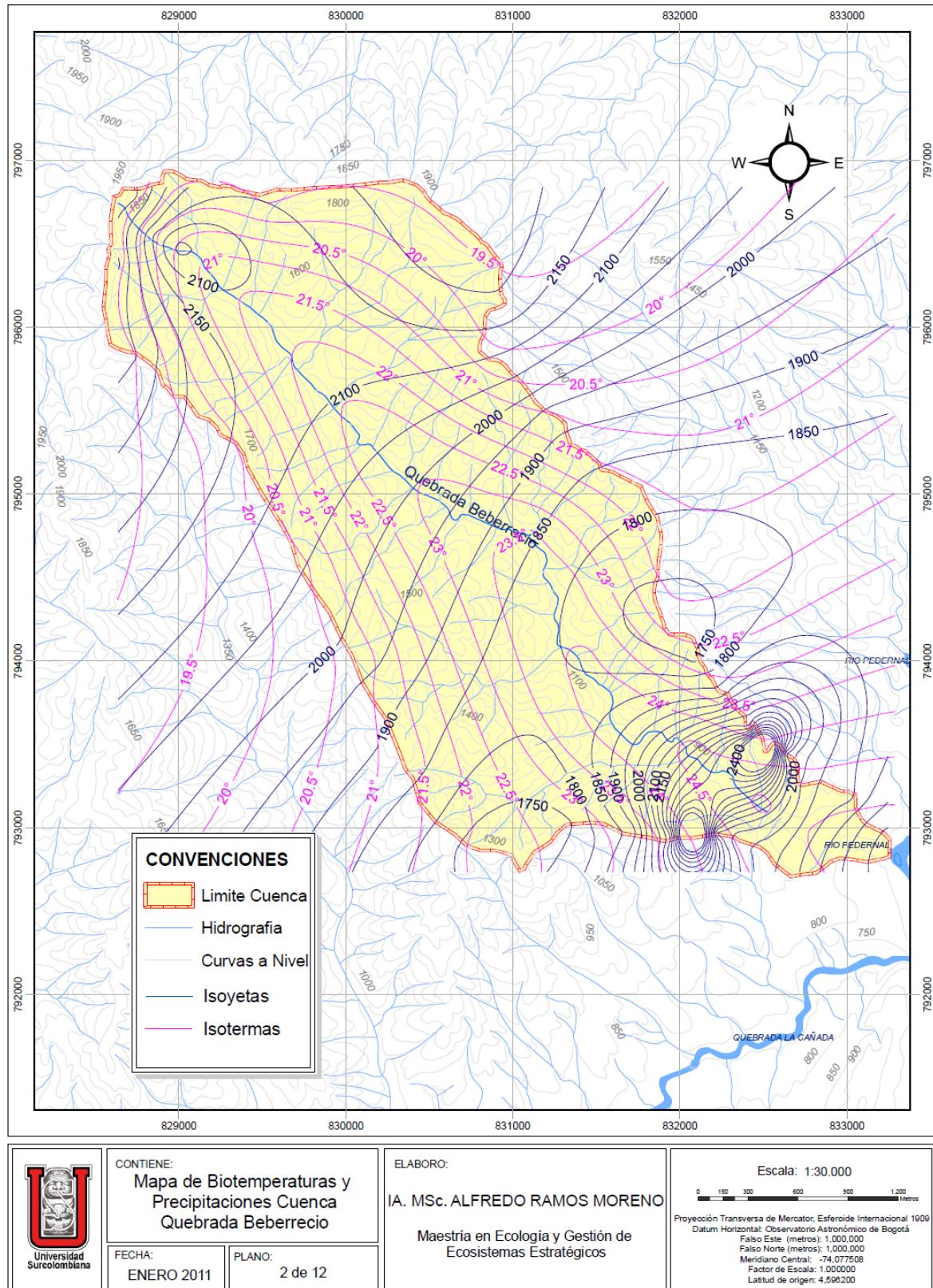
El número de horas de brillo solar varía en forma opuesta a la precipitación, de tal manera que los meses de mayor brillo solar coinciden con los de menor lluvia y viceversa; en esta franja climática y por encima de los 1.300 metros de altitud, el brillo solar disminuye y tiene una variación más irregular que en las zonas cálidas. Se presentan dos períodos de mayor horas de sol durante los meses de diciembre a enero (120 a 170 horas) y agosto a septiembre (120 a 160 horas) y dos períodos de menor brillo solar durante los meses de marzo a junio (85 a 120 horas) y octubre a noviembre (100 a 135 horas). El brillo solar es mayor en la mañana que en la tarde y el promedio de los dos períodos que caracterizan esta franja de brillo solar es de 1.338 horas a 1.604 horas.⁶

El promedio de la humedad relativa es del 82 %, la cual constituye otro factor climático importante para esta franja altitudinal, ya que está estrechamente relacionado con la precipitación y la temperatura del medio ambiente y a su vez es determinante en las pérdidas de humedad de la cobertura vegetal.⁷

⁶ IDEAM. Reportes climáticos departamento del Huila. 2005.

⁷ Ibidem.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



Plano 2 Biotemperaturas, precipitaciones (isoyetas) – Cuenca Beberrecio

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

6.2.2 Balance hídrico y régimen de humedad

El balance hídrico se determinó con la información obtenida (1985 - 2010) de las tres (3) estaciones meteorológicas del IDEAM (ver Anexo B), además se analizó la información contenida en el Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca Alta del Río Magdalena – POMAM², en el capítulo de hidrología y climatología, se expresan los efectos del análisis del balance hídrico (ver Tabla No.4 y Gráfica No.4), se ha considerado y asumido el valor de 100 mm como la capacidad máxima de almacenamiento de agua en el suelo.

Con la aplicación del método de Thornthwaite para el análisis de la evapotranspiración potencial (ETP), excedentes, déficit y reservas, los cuales se obtuvieron para altitudes de 750 a 1450 msnms, los valores de ETP anual de 1226,8 mm, déficit de 327,9 mm y excedentes de 991,6 mm, esto nos indica que no hay déficits de aguas superficiales (ver Tabla 9 y Gráfica 6).

Para las altitudes de 1450 a 1950 msnm, se tiene que los valores de ETP anual de 871,5 mm, déficit de 13,2 mm y excedentes de 700,9 mm, esto nos indica que no hay déficits de aguas superficiales (ver Tabla 10 y Gráfica 7).

De acuerdo a los resultados del método de Thornthwaite para la zona de estudio, los regímenes de humedad corresponden a **USTICO** (altitudes de 750 a 1450 msnm y un área de 514,63 hectáreas con un 41,07% del área total de la cuenca) y **UDICO** (altitudes de 1450 a 1950 msnm y un área de 358,67 hectáreas con un 58,93 % del área total de la cuenca), donde los períodos de lluvias coinciden con los meses secos (máximas perdidas por evapotranspiración de agua caída). Según el mapa de zonas de vida (ver Tabla 11 y Plano 4), se tiene que los suelos de la zona de la cuenca Beberrecio, corresponden a los **Regímenes Isohipertérmico** con temperaturas de 24,1 a 25,5 °C e **Isotérmico** con temperaturas de 18,78 a 23,82 °C.

**Tabla 9 Método de Thornthwaite - Balance hídrico
Régimen Ustico (altitudes 750 a1450 msnm)**

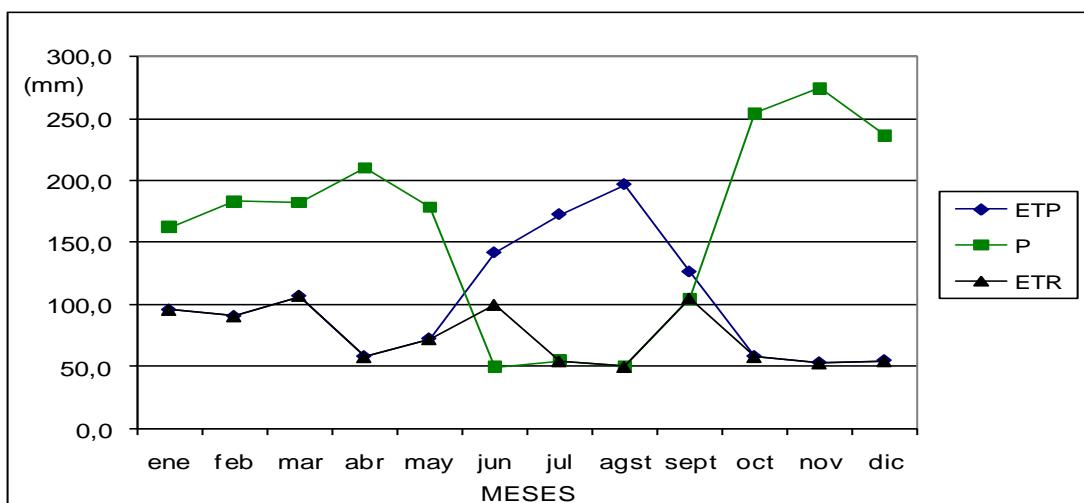
| Temp | °C | 23,8 | 24,1 | 24,2 | 20,2 | 21,5 | 28,2 | 29,5 | 29,5 | 25,8 | 20,6 | 20,4 | 20,2 | 24,0 |
|--------------|----|-------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| i | | 10,61 | 10,82 | 10,89 | 8,28 | 9,10 | 13,72 | 14,69 | 14,69 | 11,99 | 8,53 | 8,41 | 8,28 | 130,01 |
| ETP sin corr | mm | 98,29 | 102,06 | 103,34 | 60,07 | 72,44 | 163,57 | 187,27 | 187,27 | 125,24 | 63,71 | 61,87 | 60,07 | |
| Nº días mes | | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | |
| Nº horas luz | | 11,3 | 11,4 | 12 | 11,6 | 11,6 | 10,4 | 10,7 | 12,2 | 12,1 | 10,6 | 10,3 | 10,6 | |
| ETP corr. | mm | 95,6 | 90,5 | 106,8 | 58,1 | 72,4 | 141,8 | 172,6 | 196,7 | 126,3 | 58,2 | 53,1 | 54,8 | 1226,8 |
| P | mm | 162,4 | 183,2 | 182,1 | 210,3 | 178,5 | 49,6 | 54,8 | 50,3 | 104,7 | 253,9 | 274,2 | 236,4 | 1940,4 |
| ETR | mm | 95,6 | 90,5 | 106,8 | 58,1 | 72,4 | 99,6 | 54,8 | 50,3 | 104,7 | 58,2 | 53,1 | 54,8 | 898,8 |
| Déficit | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 42,2 | 117,8 | 146,4 | 21,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 327,9 |
| Reserva | 0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | |
| Excedentes | | 16,8 | 92,7 | 75,3 | 152,2 | 106,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 145,7 | 221,1 | 181,6 | 991,6 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

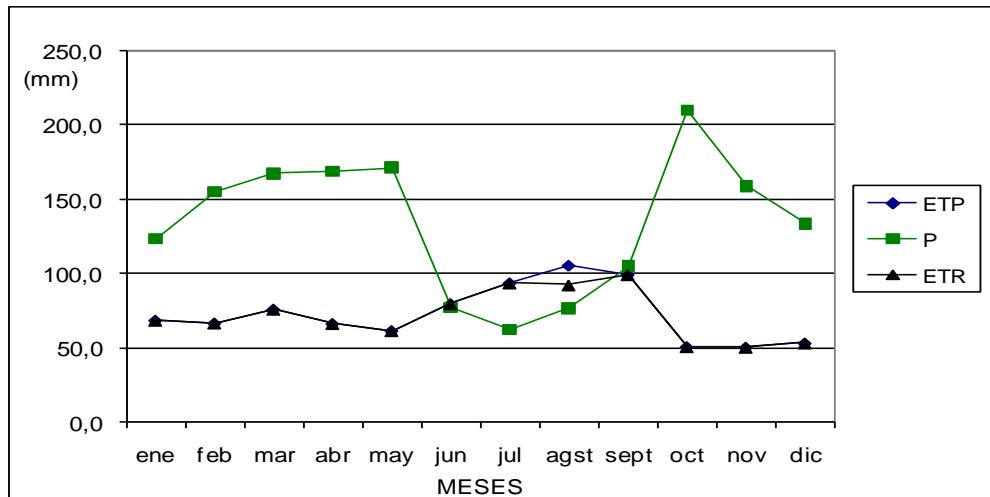
**Tabla 10 Método de Thornthwaite - Balance hídrico
Régimen Údico (altitudes 1450 a1950 msnm)**

| | | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | agst | sept | oct | nov | dic | Total |
|---------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Temp | °C | 20,2 | 20,7 | 20,8 | 20,2 | 19,2 | 22,6 | 23,8 | 23,8 | 23,6 | 18,4 | 18,6 | 18,7 | 20,9 |
| i | | 8,28 | 8,59 | 8,66 | 8,28 | 7,67 | 9,81 | 10,61 | 10,61 | 10,48 | 7,19 | 7,31 | 7,37 | 104,87 |
| ETP sin corr. | mm | 72,37 | 76,56 | 77,42 | 72,37 | 64,39 | 93,72 | 105,57 | 105,57 | 103,54 | 58,38 | 59,85 | 60,59 | |
| Nº días mes | | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | |
| Nº horas luz | | 11 | 11,2 | 11,4 | 11 | 11,1 | 10,2 | 10,3 | 11,6 | 11,5 | 10,1 | 10,1 | 10,2 | |
| ETP corr. | mm | 68,6 | 66,7 | 76,0 | 66,3 | 61,5 | 79,7 | 93,6 | 105,5 | 99,2 | 50,8 | 50,4 | 53,2 | 871,5 |
| P | mm | 123,5 | 155,2 | 167,4 | 168,8 | 171,4 | 76,9 | 62,1 | 76,6 | 104,9 | 210,0 | 158,8 | 133,6 | 1609,2 |
| ETR | mm | 68,6 | 66,7 | 76,0 | 66,3 | 61,5 | 79,7 | 93,6 | 92,3 | 99,2 | 50,8 | 50,4 | 53,2 | 858,3 |
| Déficit | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 13,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 13,2 |
| Reserva | 0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 47,2 | 15,7 | 0,0 | 5,7 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | |
| Excedentes | | 4,9 | 88,5 | 91,4 | 102,5 | 109,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 114,9 | 108,4 | 80,4 | 700,9 |

Para las áreas bajas de la cuenca Beberrecio de clima cálido seco (bosque seco tropical) por la estación San Rafael, se observa un periodo de fuerte sequía comprendido entre los meses de junio a agosto, durante este periodo se presenta un déficit hídrico que se acentúa en el mes de julio, llegando a 54 mm, por lo que se ve gravemente afectado el desarrollo de cultivos y la fuerte disminución de caudal de las fuentes hídricas. El periodo comprendido entre los meses de octubre a mayo corresponde a las épocas de lluvias que alcanzan en el mes de octubre y noviembre los máximos registros de 253,9 y 274,2 mm para el régimen Ustico. Para el Údico se tiene 210 (octubre) y 167,4 (marzo) mm. Este hecho permite el almacenamiento del agua en el suelo hasta la saturación con la consecuente pérdida por exceso entre los meses de noviembre y mayo, acentuándose en los periodos de máximas precipitaciones (ver Tablas 9, 10 y Gráficas 6, 7).



Gráfica 6 Balance hídrico – Régimen Ustico (altitudes 750 a1450 msnm)



Gráfica 7 Balance hídrico – Régimen Udico (altitudes 1450 a1950 msnm)

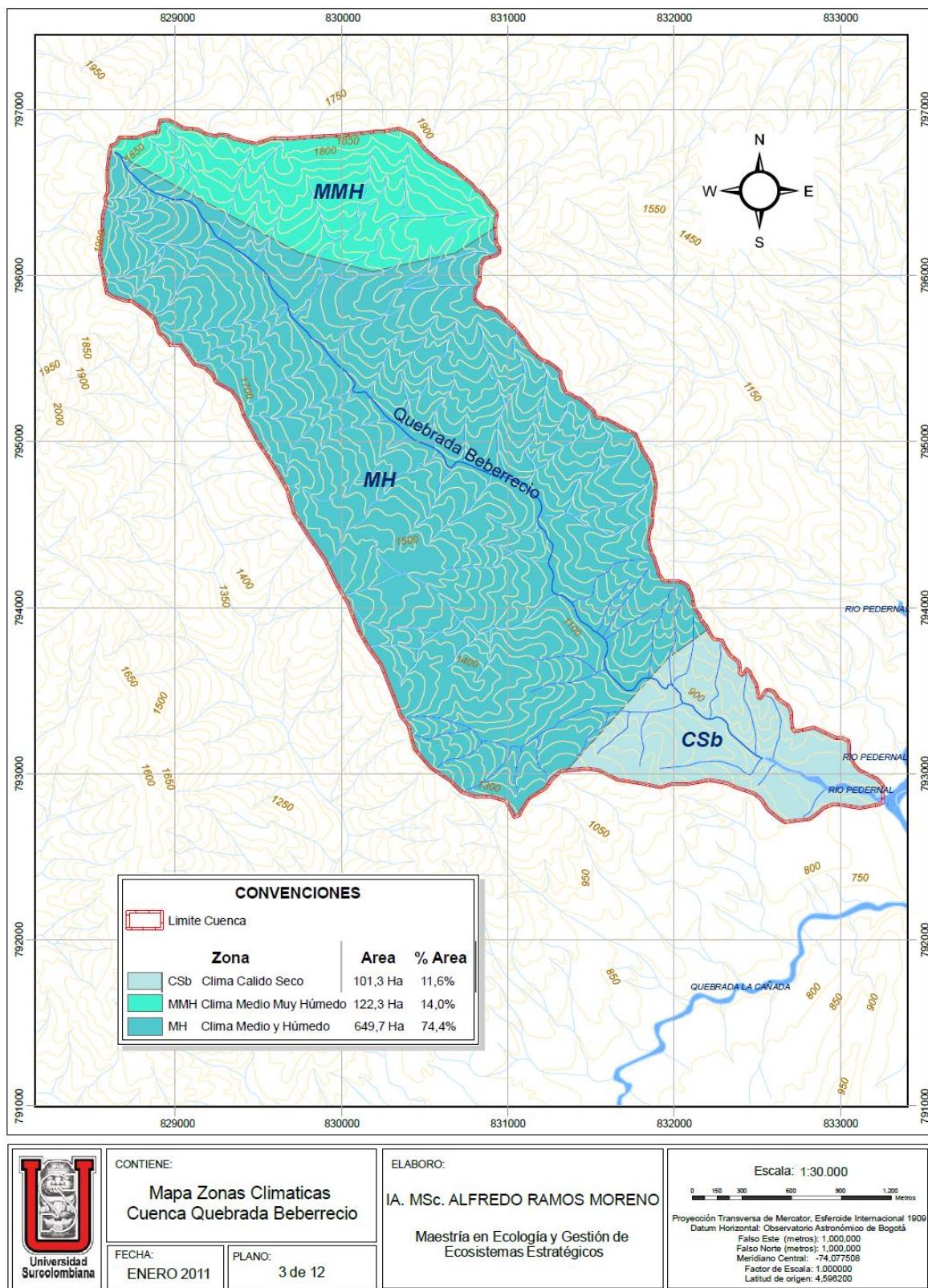
6.2.3 Zonificación Climática

De acuerdo con la metodología de Caldas - Lang, y tomando como referencia las estaciones de lluvia y de temperatura existentes en la zona y en su área de influencia, estimando el factor de humedad en cada estación en la cuenca de la quebrada Beberrecio, se presenta tres (3) zonas climáticas, con sus respectivas áreas y porcentajes, que se describen a continuación (ver Plano 3):

CSb Clima Cálido Seco. Presenta un área de 101,3 ha (11,6% del área total), corresponde a altitudes de 700 - 1000 msnm con temperaturas promedias entre 24,1 a 25,31°C y precipitación promedio anual entre 1681 a 2056 mm, los suelos bajo estas condiciones climáticas necesitan riego complementario para lograr buenos rendimientos en los cultivos. En este piso bioclimático corresponde a la parte baja de la cuenca y desembocadura al río Pedernal.

MH Clima Medio y Húmedo. Presenta un área de 649,7 ha (74,4% del área total), corresponde a altitudes de 1000 a 1850 msnm, con temperaturas entre 19,34 a 23,82°C y precipitaciones entre 2056,5 y 2244,5 mm anuales. Se localiza esta franja, hacia la parte media de la cuenca de Beberrecio. Las máximas precipitaciones ocurren de marzo a mayo y de octubre a diciembre y una época de escasa precipitación durante los meses de junio a agosto.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



Plano 3 Zonas climáticas – Cuenca quebrada Beberrecio

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

MMH Clima Medio y muy Húmedo: Presenta un área de 122,3 ha (14,0% del área total), corresponde a altitudes entre 1850 a 1920 msnm, con temperaturas media de 18,78 a 19,34° C y precipitación pluvial promedio anual de 2244,53 a 2360,88 mm.

6.3 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

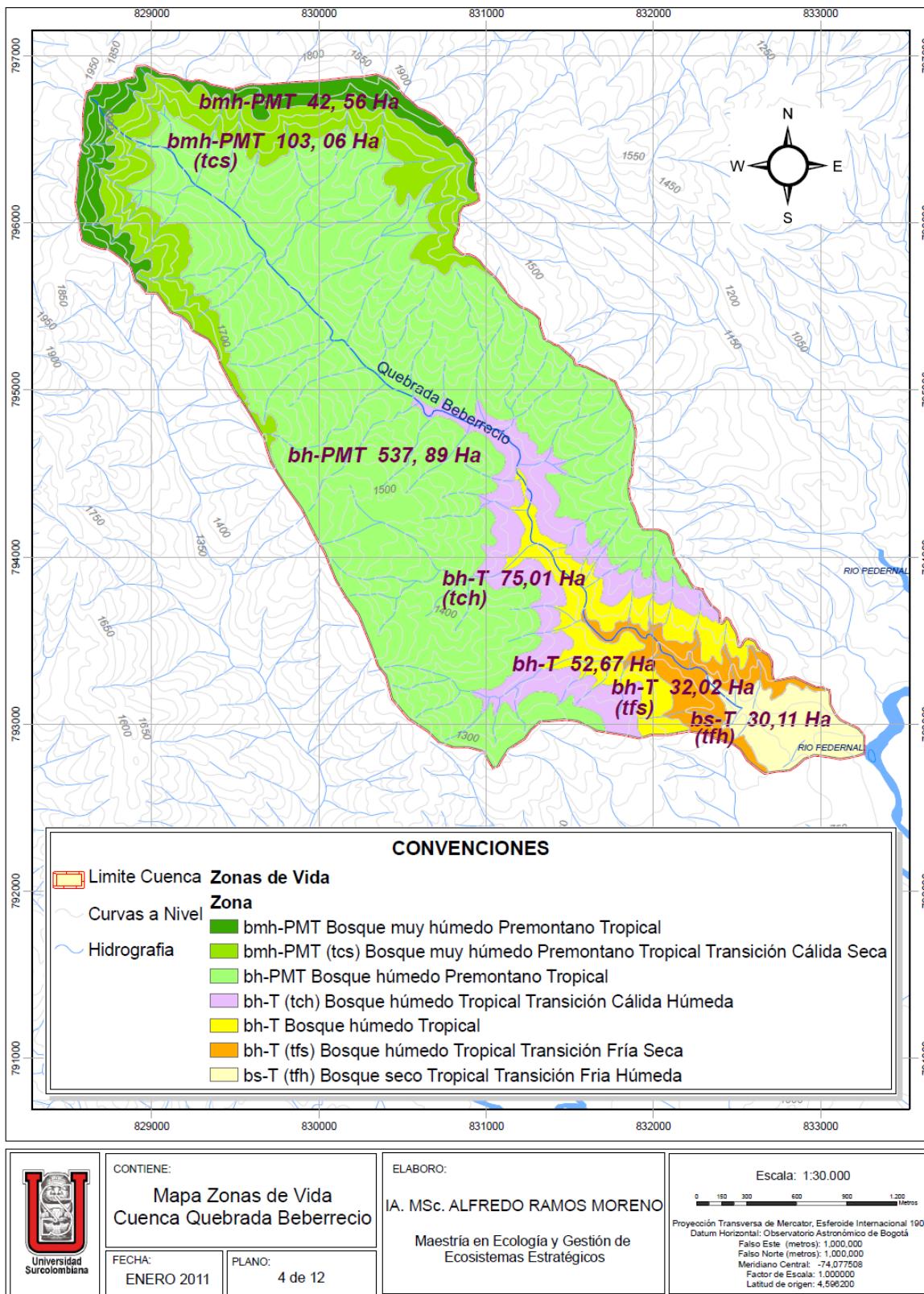
6.3.1 Zonas de vida

Se determinaron las zonas de vida (formaciones vegetales) de la cuenca Beberrecio considerando los factores climáticos como: temperatura, precipitación, humedad, altitud y descripción de la cobertura, según el sistema de clasificación de Holdridge (1967) adaptado a las condiciones climáticas de Colombia (IGAC, 1977) con siete (7) zonas de vida (ver Tabla 11 y Plano 4):

Tabla 11 Zonas de vida – Cuenca Beberrecio

| ALTITUD | P (mm) | Tbio correg.*C | ZONAS DE VIDA | Sigla | A parcial (Has) | % Area Parc. |
|----------------|----------|----------------|--|-----------------|-----------------|--------------|
| 1960 | 2.360,88 | 18,78 | Bosque muy húmedo Premontano Tropical | bmh - PMT | 42,56 | 4,87 |
| 1900 | 2.297,42 | 19,06 | | bmh - PMT | | |
| 1850 | 2.244,53 | 19,34 | | bmh - PMT | | |
| 1800 | 2.191,65 | 19,62 | | bmh - PMT | | |
| 1750 | 2.138,76 | 19,90 | Bosque muy húmedo Premontano Tropical Transicion Calida Seca | bmh - PMT (tcs) | 103,06 | 11,80 |
| 1700 | 2.085,88 | 20,18 | | bmh - PMT (tcs) | | |
| 1650 | 2.032,99 | 20,46 | | bmh - PMT (tcs) | | |
| 1600 | 1.980,11 | 20,74 | Bosque húmedo Premontano Tropical | bh - PMT | 537,89 | 61,59 |
| 1550 | 1.927,22 | 21,02 | | bh - PMT | | |
| 1500 | 1.874,34 | 21.3 | | bh - PMT | | |
| 1450 | 1.821,45 | 21,58 | | bh - PMT | | |
| 1400 | 1.768,57 | 21,86 | | bh - PMT | | |
| 1350 | 1.715,68 | 22,14 | | bh - PMT | | |
| 1300 | 1.731,55 | 22,42 | | bh - PMT | | |
| 1250 | 1.742,13 | 22,70 | | bh - PMT | | |
| 1200 | 1.810,88 | 22,98 | | bh - PMT | | |
| 1150 | 1.869,05 | 23,26 | | bh - PMT | | |
| 1100 | 2.085,20 | 23,54 | Bosque húmedo Tropical Transición Calida Húmeda | bh - T (tch) | 75,01 | 8,59 |
| 1050 | 2.131,30 | 23,82 | | bh - T (tch) | | |
| 1000 | 2.056,50 | 24,10 | Bosque húmedo Tropical | bh - T | 52,67 | 6,03 |
| 950 | 2.052,60 | 24,37 | | bh - T | | |
| 900 | 1.959,72 | 24,62 | Bosque húmedo Tropical Transición Fría Seca | bh - T(tfs) | 32,02 | 3,67 |
| 850 | 1.866,83 | 24,86 | | bh - T(tfs) | | |
| 800 | 1.773,95 | 25,09 | Bosque seco Tropical Transición Fría Húmeda | bs - T (tfh) | 30,11 | 3,45 |
| 750 | 1.681,06 | 25,31 | | bs - T (tfh) | | |
| TOTALES | | | | | 873,3 | 100,0 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



Plano 4 Zonas de vida – Cuenca quebrada Beberrecio

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Las zonas de vida Bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT) y Bosque muy húmedo Premontano Tropical Transición Cálida Seca (bhm-PMT tcs) se deben incluirlos en plan de manejo como zona de reserva hídrica y de protección, por parte de las autoridades ambientales y regionales.

Al desarrollar la clasificación Holdridge para la cuenca se tienen las siguientes zonas de vida (formaciones vegetales):

Bosque húmedo Tropical (bh – T) representa el 21,74% del área total (189,81 has) y está ubicada entre las curvas 700 a 1300 msnm (ver Fotografía 1), donde se destacan cuatro (4) zonas de vida:

- a) Bosque húmedo Tropical Transición Cálida Húmeda (bh- T tch), con un 8,59% del área total (75,01 has).
- b) Bosque húmedo Tropical (bh-T), con un 6,03% del área total (52,67 has).
- c) Bosque húmedo Tropical Transición Cálida Seca (bh-T tcs) con un 3,67 % (32,02 has).

Bosque seco Tropical Transición Fría Húmeda (bs-T fh) cuenta con un 3,45% del área total (30,11 has).

Los bosques de esta formación se caracterizan por estar conformados por una gran variedad de especies que no pierden su follaje en los períodos de verano, árboles de gran porte formando varios estratos, entre ellos un estrato herbáceo, también es evidente la presencia de gran variedad de epífitas especialmente de bromeliáceas.



**Fotografía 1 Bosque húmedo tropical – Zona baja de la cuenca
Predio Monserrate**

Bosque húmedo Premontano Tropical (bh – PMT) representada por el 61,59% del área total (537,89 has) está ubicada entre la curvas a nivel de 1300 a 1700 msnm, ocupando la mayor área de la cuenca de Beberrecio (ver Fotografías 2 y 3). Los bosques han sido altamente intervenidos (para dar paso a los cultivos de café y sus asociados, pues este clima ideal para este tipo de cultivo). En esta zona de vida (formación de vegetales) los potreros ocupan un lugar secundario dentro de las actividades de la región. Algunas de las herbáceas que se encuentran asociadas en los pastos naturales son: Helecho (*Pteridium aquilinum*), Helecho de loma (*Dicranopteris spp.*), Paja rabo de zorro (*Andropagon bicornis*) y pasto yaraguá (*Melinis minutiflora*).



**Fotografía 2 Bosque húmedo Premontano Tropical Zona media
Predios Rancho Alegre y Rancho Grande**

Bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh – PT) representada por el 4,87% del área (42,56 has) está ubicada entre la curvas a nivel de 1850 a 1920 msnm (ver Fotografía 4). Se incluye además, la zona de vida **Bosque muy húmedo Premontano Tropical cálida seca (bmh – PT tcs)** con un 11,8% del área (103,06 has). En la actualidad no han sido intervenidas.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



**Fotografía 3 Bosque muy húmedo Premontano Tropical
Zona media - alta Vereda Beberrecio - Presencia de cultivos de café**



**Fotografía 4 Bosque muy húmedo Premontano Tropical Zona alta
Predios Filo La Mesa del Oso y Santa Barbará**

6.3.2 Biodiversidad

El bioma es uno de los enfoques globales desarrollados para el agrupamiento de los ecosistemas, con el fin de efectuar caracterizaciones generales, tanto en estructura como en funcionamiento. Se basa en el hecho de que, ante condiciones ambientales particulares, dominará un tipo de vegetación no alterada al que se asociará una fauna específica (Andrade y Etter 1998, Hernández-C. y Sánchez P. 1992 citados en IAvH 2005).

Con base en la información del Mapa General de Ecosistemas elaborado por Etter (1998), y en la caracterización de ecosistemas andinos realizada en el proyecto Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad de los Andes colombianos cuyos resultados reposan en Rodríguez et al. (2004) y el Instituto Alexander Von Humboldt - IAvH (2004), se establecen los siguientes biomas y los ecosistemas naturales para la zona de la cuenca de la quebrada Beberrecio en jurisdicción de la CAM:

a.- Biomas. Se encuentran dentro del **Zonobioma Húmedo Tropical**, el cual se caracteriza por la riqueza de especies de árboles que componen sus comunidades (muy raramente se encuentra constituido por una sola especie) por las hojas coriáceas y persistentes, por la variedad de formas biológicas en sus diferentes estratos con gran variedad de bejucos leñosos y de epífitas y por la exuberante vitalidad de todos sus biomas, la también conocida selva neotropical es hidrófila por definición, sin variaciones de aspecto durante todo el año manteniéndose siempre verde, pues la temperatura y las lluvias se distribuyen uniformemente, por igual motivo no se distinguen épocas especiales de floración. Se caracteriza por la zona de vida de **Bosque húmedo Premontano Tropical (bh – PMT)** representada por el 61,59% del área total (537,89 has) está ubicada entre la curvas a nivel de 1300 a 1700 msnm, ocupando la mayor área de la cuenca de Beberrecio (ver Plano 4)

b.- Orobiooma Andino de Cordillera Central. La selva subandina o **Bosque subandino** se extiende desde los 1000 a 2400 msnm., por las faldas de las cordilleras, la temperatura media va desde los 23 a 16 °C, las precipitaciones se calculan entre los 4000 y 1000 mm, anuales regularmente distribuidos. La fisonomía de estos bosques se caracteriza por la presencia de árboles con alturas de 30 a 40 metros, hay poca presencia de árboles con raíces de estribos, menor cantidad de lianas y de epífitas leñosas, existen algunas especies con hojas menores (micrófilas) y menor cantidad de palmas. Representadas por las zonas de vida **Bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh – PT)** representada por el 4,87% del área (42,56 has) está ubicada entre la curvas a nivel de 1850 a 1920 msnm, **Bosque muy húmedo Premontano Tropical cálida seca (bmh – PT)** con un 11,8% del área (103,06 has) y **Bosque húmedo Tropical (bh – T)** representa el 11,17% del área total (97,57 has) y está ubicada entre las curvas 1000 a 1300 msnm, donde no se incluyen las zonas de vida Bosque húmedo Tropical Transición Fría Seca (bh-T tfs) con un 3,67 % (32,02 has) y **Bosque seco**

Tropical Transición Fría Húmeda(bh-T tfh) con un 3,45% (30,11 has) por estar en altitudes menores a los 1000 msnm (ver Plano 4).

La cuenca Beberrecio por estar ubicada en las estribaciones (parte bajas o faldas de la Cordillera Central) del Parque Nacional Nevado del Huila a una altitud entre 700 a 1920 msnm, se le clasifica como **Selva subandina** o **Bosque subandino**, la temperatura media va desde los 25,3 a 18,78 °C, las precipitaciones oscilan entre 1681,06 a 2360,88 mm, anuales regularmente distribuidos.

c.- Ecosistemas naturales. En la cuenca de la quebrada Beberrecio predominan seis (6) ecosistemas naturales, los cuales son equivalentes a las siguientes zonas de vida descritas en el Plano 4:

- Bosque Alto Denso (BAD) húmedo en espinazo de montaña estructural, equivalente a Bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT) con 45,56 hectáreas.
- Bosque Alto Denso (BAD) húmedo en cuesta y loma de colina estructural equivalente Bosque muy húmedo Premontano Tropical Transición Cálida Seca (bmh-PMT tcs) con 103,06 hectáreas.
- Bosque Medio Denso (BMD) en cuesta y loma de colina estructural equivalente a Bosque húmedo Premontano Tropical Transición Cálida húmeda (bmh-PMT tch) y Bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PMT) con 537,89 hectáreas.
- Bosque Medio Denso (BMD) en vallecito de montaña estructural equivalentes a Bosque húmedo Tropical Transición Cálida Húmeda (bh- T tch) y Bosque húmedo Tropical (bh-T) con 127,68 hectáreas. .
- Arbustal en loma y colina de colina estructural y Arbustal en cuesta y loma de colina estructural equivalentes Bosque húmedo Tropical Transición Fría Seca (bh-T tfs) y Bosque seco Tropical Transición Fría Húmeda (bh-T tfh) con 62,13 hectáreas.

6.3.3 Composición faunística y florística

Se han tomado los estudios realizados para el Parque Nacional Nevado del Huila⁸ y de la práctica de campo realizada en el 2009 al predio La Primavera (curso de Biodiversidad de la Maestría en Ecología y Ecosistemas Estratégicos – Primera Cohorte de la Universidad Surcolombiana) donde mencionan las especies en flora y fauna predominantes hasta los 19200 msnm (Selva Subandina):

⁸ Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección Territorial Sur Andina. Plan Básico de Manejo 2005-2009. Programa Parque Nacional Natural Nevado del Huila. Popayán. 2005.

Fauna

Mamíferos: Oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), danta (*Tapiro pinchaque*), Tigrillo (*Felis pardalis*), Mico maicero (*Cebus apella*), guagua o boruga (*Agouti paca*), conejo (*Silvilagus spp*), cusumbo (*Nuasa nuasa*), armadillo (*Dasyurus novencintus*) y ardilla (*Sciurus granatensis*).

Aves: Gallito de roca (*Rupicula peruviana*) Pava (*Penelope spp*), torcaza (*Columba fasciata*), perdiz (*Colinus Cristatus*), perico (*Psitaccidae*, carpintero (*Campephilus piculus*), gavilán (*Buteo spp*), colibrí (*Amazilia, Coeligena spp* y *Panterpe spp*), azulejo (*Thraipis spp*) y toche (*Cteurus chrysater*).

En el 2005, a través del Consejo de Administración del Grupo Asociativo de Productores de Café Especial PROCAFE, hoy convertido en cooperativa, científicos de la oficina de Biodiversidad de CENICAFE, iniciaron un estudio de aves consistente en unos censos participativos con la comunidad para detectar las especies que habitaban la zona cafetera de Teruel. Se hallaron más de cien especies nativas y migratorias procedentes de Canadá y Estados Unidos que viajaban hacia el sur del continente, como parte de su ciclo de vida y que, pasados algunos meses, regresaban a sus países de origen.

Los ornitólogos encontraron que muchas de las aves migratorias, e inclusive, las nativas estaban siendo amenazadas por la tala de los bosques de la zona cafetera y la tendencia a retirar el sombrío de los cafetales con el fin de aumentar la producción del café. Estas prácticas repercutían en el aislamiento de las aves en fragmentos cada vez más pequeños de bosques y la posterior extinción. Se encontró además que Teruel poseía La Paloma Montaraz Parda (*Leptotila conoveri*) o Paloma Bombona, un ave que se encuentra registrada en el Libro Rojo de las Aves, documento que presenta el listado de las especies que están a punto de desaparecer del planeta. Recomendaron su protección inmediata y la divulgación de su existencia y protección por parte la comunidad⁹.

Reptiles y anfibios. No hay registros, ni estudios en la actualidad.

Flora

Se destacan los siguientes géneros: *Tara*, *Calliandra*, (*Leguminoseae*), *Miconia*, *Meriania* y *Tibouchina* (*Melastomataceae*), *Euplassa*, *Roupala* y *Panopsis* (*Proteaceae*), *Ladenbergia*, *Cinchona*, *Holtonia* (*Rubiaceae*), *Quercus* (*fagáceas*), *Weinmannia*, (*Cunoniaceae*), *Nectandra* (*Lauraceae*), *Toxicodendron* (*Rutaceae*), entre otras.

⁹ Plan de desarrollo municipio de Teruel. 2008-2011.

La fisonomía de la flora se caracteriza por bosques (presencia de árboles con alturas de 30 a 40 metros y diámetros de 1 metro), hay poca presencia de árboles con raíces de estribos, pastos naturales y rastrojos, menor cantidad de lianas y de epifitas leñosas, existen algunas especies con hojas menores (micrófilas) y menor cantidad de palmas.

Para tener un inventario definido de la flora (taxonomía) se deberá incluir en el desarrollo del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) de la quebrada Beberrecio un estudio de biodiversidad florística.

6.4 ASPECTOS HÍDRICOS

6.4.1 Sistema hidrográfico

La quebrada Beberrecio recibe los siguientes afluentes: La Argelia, Rancho Grande y pequeñas quebradas cuya cuenca conforma un área total de 877,3 hectáreas y una longitud de 6,1 km (ver Plano 1). La quebrada Beberrecio junto con la quebrada La Cañada conforman el grupo de corrientes de orden 3 y 4 de la subcuenca del río Pedernal, tributario de la cuenca del río Yaguará.¹⁰

Hidrográficamente, la quebrada Beberrecio después de drenar 6,1 km en su totalidad entra al área de la cuenca del río Pedernal sobre los 700 msnm, las cuales transcurren en la parte alta y media relieves de media y alta pendiente que confluyen al valle plano de terrazas aluviales formado por los ríos Pedernal y el Yaguará, en la mayoría de los casos formando cauces con desarrollo importante de meandros antes de llegar al río Magdalena.

6.4.2 Hidrología superficial

Caudales. La quebrada Beberrecio no presenta registros históricos de caudales, por lo tanto se estima un rendimiento hídrico o caudal específico para la cuenca que aporta aguas al río Pedernal, de acuerdo con los aforos realizados el día enero 24 de 2010 de 10,5 lt/seg y el 30 de noviembre de 2010 con un caudal de 420 lt/seg (que corresponden a fechas críticas a los fenómenos El Niño y La Niña), obteniendo un rendimiento hídrico promedio ponderado de 75 lt/seg, es decir, que la cuenca produce 45 lt/seg, valor que se considera promedio al compararse con cuencas con condiciones topográficas, edáficas y climatológicas similares en el territorio colombiano (ver Fotografías 5, 6 y 7).

¹⁰ MAVDT. IDEAM. Codificación Nacional de Cuencas Hidrográficas. Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia. Bogotá. 2004.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



**Fotografía 5 Desembocadura de la quebrada Beberrecio al río Pedernal
Períodos seco (bajas precipitaciones - Enero 24 de 2010)**



**Fotografía 6 Desembocadura de la quebrada Beberrecio al río pedernal
Períodos lluvias (altas precipitaciones – Noviembre 30 de 2010)**



Fotografía 7 Medición de caudales en la quebrada Beberrecio

Escorrentía superficial. Los cálculos de escorrentía, volúmenes y caudales, se desarrolló bajo la metodología de Holdridge, para cada área de altitud y precipitación, los cuales se detallan en las Tablas 12 y 13.

Entre la curvas a nivel de 1550 a 1950 msnm se generan los valores mayores de escurrimiento (zona alta de la cuenca) (ver Tabla 12).

Los volúmenes y caudales mayores se ubican entre las curvas a nivel de 1175 a 1700 msnm (28,17 a 37,36 lt/seg) que corresponden a la zona hídrica a proteger (parte media de la cuenca), junto con la de mayor escurrimiento (ver Tabla 12).

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

**Tabla 12 Valores de ETP, RETP, ETR y E
Cuenca quebrada Beberrecio**

| ALTITUD | Tbio.°C Anual | LATITUD (Grados) | LATITUD (sin grados) | Tbio correg.°C | Altitud (msnm) | P (mm) | ETP (mm) | RETP | %RETP | ETR (mm) | E(mm) |
|---------|---------------|--------------------------------|----------------------|----------------|----------------|----------|----------|-------|-------|----------|----------|
| 1960 | 18,78 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 18,78 | 1960 | 2.360,88 | 1.106,71 | 0,469 | 0,920 | 1.018,17 | 1.342,71 |
| 1900 | 19,06 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 19,06 | 1900 | 2.297,42 | 1.123,21 | 0,489 | 0,920 | 1.033,35 | 1.264,07 |
| 1850 | 19,34 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 19,34 | 1850 | 2.244,53 | 1.139,71 | 0,508 | 0,910 | 1.037,13 | 1.207,40 |
| 1800 | 19,62 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 19,62 | 1800 | 2.191,65 | 1.156,21 | 0,528 | 0,900 | 1.040,59 | 1.151,06 |
| 1750 | 19,90 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 19,90 | 1750 | 2.138,76 | 1.172,71 | 0,548 | 0,890 | 1.043,71 | 1.095,06 |
| 1700 | 20,18 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 20,18 | 1700 | 2.085,88 | 1.189,21 | 0,570 | 0,880 | 1.046,50 | 1.039,38 |
| 1650 | 20,46 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 20,46 | 1650 | 2.032,99 | 1.205,71 | 0,593 | 0,875 | 1.054,99 | 978,00 |
| 1600 | 20,74 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 20,74 | 1600 | 1.980,11 | 1.222,21 | 0,617 | 0,860 | 1.051,10 | 929,01 |
| 1550 | 21,02 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 21,02 | 1550 | 1.927,22 | 1.238,71 | 0,643 | 0,860 | 1.065,29 | 861,94 |
| 1500 | 21,30 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 21,30 | 1500 | 1.874,34 | 1.255,21 | 0,670 | 0,860 | 1.079,48 | 794,86 |
| 1450 | 21,58 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 21,58 | 1450 | 1.821,45 | 1.271,71 | 0,698 | 0,850 | 1.080,95 | 740,50 |
| 1400 | 21,86 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 21,86 | 1400 | 1.768,57 | 1.288,21 | 0,728 | 0,850 | 1.094,98 | 673,59 |
| 1350 | 22,14 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 22,14 | 1350 | 1.715,68 | 1.304,71 | 0,760 | 0,845 | 1.102,48 | 613,20 |
| 1300 | 22,42 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 22,42 | 1300 | 1.731,55 | 1.321,21 | 0,763 | 0,845 | 1.116,42 | 615,13 |
| 1250 | 22,70 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 22,70 | 1250 | 1.742,13 | 1.337,71 | 0,768 | 0,840 | 1.123,68 | 618,45 |
| 1200 | 22,98 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 22,98 | 1200 | 1.810,88 | 1.354,21 | 0,748 | 0,840 | 1.137,54 | 673,34 |
| 1150 | 23,26 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 23,26 | 1150 | 1.869,05 | 1.370,71 | 0,733 | 0,845 | 1.158,25 | 710,80 |
| 1100 | 23,54 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 23,54 | 1100 | 2.085,20 | 1.387,21 | 0,665 | 0,850 | 1.179,13 | 906,07 |
| 1050 | 23,82 | NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD | | 23,82 | 1050 | 2.131,30 | 1.403,71 | 0,659 | 0,860 | 1.207,19 | 924,11 |
| 1000 | 24,10 | 2° 45' N | 2,8500 | 24,10 | 1000 | 2.056,50 | 1.420,16 | 0,691 | 0,860 | 1.221,34 | 835,16 |
| 950 | 24,38 | 2° 45' N | 2,8500 | 24,37 | 950 | 1.292,60 | 1.435,99 | 1,111 | 0,680 | 976,47 | 316,13 |
| 900 | 24,66 | 2° 45' N | 2,8500 | 24,62 | 900 | 1.239,72 | 1.451,02 | 1,170 | 0,680 | 986,69 | 253,03 |
| 850 | 24,94 | 2° 45' N | 2,8500 | 24,86 | 850 | 1.186,83 | 1.465,26 | 1,235 | 0,660 | 967,07 | 219,76 |
| 800 | 25,22 | 2° 45' N | 2,8500 | 25,09 | 800 | 1.133,95 | 1.478,72 | 1,304 | 0,650 | 961,16 | 172,78 |
| 750 | 25,50 | 2° 45' N | 2,8500 | 25,31 | 750 | 1.081,06 | 1.491,38 | 1,380 | 0,640 | 954,48 | 126,58 |

Notas: La notación NO REQUIERE AJUSTE POR ALTITUD, se debe a que la biotemperatura (Tbio) es menor a 24°C, por lo tanto no se inserta el valor de la latitud en el cálculo de la escorrentía.

Para altitudes menores de 1000 msnm se hace corrección de la biotemperatura (Tbio)
Ajuste ± 0,56 por cada 100 msnm

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Tabla 13 Cálculos de volúmenes y caudales

| CURVAS | AREA ENTRE | DIFERENCIA | PREC. | PREC. | ESCORENTIA | VOLUMEN | CAUDAL | CAUDAL |
|-------------|--------------|-----------------|----------|-------|------------|------------|----------|-----------|
| A NIVEL (m) | CURVAS (km2) | DE COTAS (msnm) | (mm) | (m) | (m) | (m3) | (m3/Seg) | (lit/Seg) |
| 1960-1900 | 0,071 | 1930 | 2.355,59 | 2,356 | 1,343 | 167247,10 | 0,0053 | 5,30 |
| 1900-1850 | 0,0651 | 1875 | 2.297,42 | 2,297 | 1,264 | 149562,01 | 0,0047 | 4,74 |
| 1850-1800 | 0,2893 | 1825 | 2.244,53 | 2,297 | 1,207 | 664643,46 | 0,0211 | 21,08 |
| 1800-1750 | 0,2773 | 1775 | 2.191,65 | 2,245 | 1,151 | 622409,42 | 0,0197 | 19,74 |
| 1750-1700 | 0,323 | 1725 | 2.138,76 | 2,192 | 1,095 | 707902,79 | 0,0224 | 22,45 |
| 1700-1650 | 0,4307 | 1675 | 2.085,88 | 2,139 | 1,039 | 921165,87 | 0,0292 | 29,21 |
| 1650-1600 | 0,4849 | 1625 | 2.032,99 | 2,086 | 0,978 | 1011442,97 | 0,0321 | 32,07 |
| 1600-1550 | 0,4894 | 1575 | 1.980,11 | 2,033 | 0,929 | 994947,51 | 0,0315 | 31,55 |
| 1550-1500 | 0,5452 | 1525 | 1.927,22 | 1,980 | 0,862 | 1079555,70 | 0,0342 | 34,23 |
| 1500-1450 | 0,6113 | 1475 | 1.874,34 | 1,927 | 0,795 | 1178112,34 | 0,0374 | 37,36 |
| 1450-1400 | 0,5568 | 1425 | 1.821,45 | 1,874 | 0,741 | 1043632,23 | 0,0331 | 33,09 |
| 1400-1350 | 0,5863 | 1375 | 1.768,57 | 1,821 | 0,674 | 1014185,87 | 0,0322 | 32,16 |
| 1350-1300 | 0,5369 | 1325 | 1.715,68 | 1,769 | 0,613 | 1036912,30 | 0,0329 | 32,88 |
| 1300-1250 | 0,5601 | 1275 | 1.731,55 | 1,716 | 0,615 | 921151,01 | 0,0292 | 29,21 |
| 1250-1200 | 0,5174 | 1225 | 1.742,13 | 1,732 | 0,618 | 969841,16 | 0,0308 | 30,75 |
| 1200-1150 | 0,4906 | 1175 | 1.810,88 | 1,742 | 0,673 | 901376,51 | 0,0286 | 28,58 |
| 1150-1100 | 0,4198 | 1125 | 1.869,05 | 1,811 | 0,711 | 888416,50 | 0,0282 | 28,17 |
| 1100-1050 | 0,3302 | 1075 | 2.085,20 | 1,869 | 0,906 | 784627,61 | 0,0249 | 24,88 |
| 1050-1000 | 0,2776 | 1025 | 2.131,30 | 2,085 | 0,924 | 688533,04 | 0,0218 | 21,83 |
| 1000-950 | 0,2492 | 975 | 2.056,50 | 2,131 | 0,835 | 591648,88 | 0,0188 | 18,76 |
| 950-900 | 0,1955 | 925 | 2.052,60 | 2,057 | 0,316 | 512479,80 | 0,0163 | 16,25 |
| 900-850 | 0,1247 | 875 | 1.959,72 | 2,053 | 0,253 | 255959,78 | 0,0081 | 8,12 |
| 850-800 | 0,1371 | 825 | 1.866,83 | 1,960 | 0,220 | 268677,54 | 0,0085 | 8,52 |
| 800-750 | 0,1639 | 775 | 1.773,95 | 1,774 | 0,173 | 290750,32 | 0,0092 | 9,22 |

6.4.3 Oferta y demanda hídrica

La oferta hídrica disponible se ha estimado a partir de los caudales puntuales realizados el 24 de enero de 2010 y el 30 de noviembre de 2010 en la quebrada Beberrecio, con valores inferiores a los 45 lt/seg (condiciones críticas). En términos generales la demanda doméstica total estimada de la cuenca es de 285 lt/seg, de los cuales 225 lt/seg corresponden a consumo doméstico rural y los restantes 60 lt/seg se estiman por excedentes (descarga al río Pedernal).

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

6.4.4 Calidad del agua (Protocolo IDEAM)

a.- Índice de calidad de aguas (ICA)

Se realizaron los análisis físico químicos y microbiológicos, obteniendo los siguientes resultados ver Tabla 14. Dichos parámetros se encuentran por debajo de los valores permisibles (condiciones mínimas de calidad), por lo tanto el agua de la quebrada Beberrecio es de **buenas calidad**.

Tabla 14 Parámetros Físico-Químico-Microbiológico

| ANALISIS FISICO QUIMICO QUEBRADA BEBERRECIO | | PERIODO SECO - ENERO 24/2010 | | PERIODO LLUVIAS - NOV. 30/2010 | |
|--|-----------------|------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| | | P1 MONSERRATE | P2 RIO PEDERNAL | P1 MONSERRATE | P2 RIO PEDERNAL |
| OLOR | | NORMAL | NORMAL | NORMAL | NORMAL |
| SABOR | | ACEPTABLE | ACEPTABLE | ACEPTABLE | ACEPTABLE |
| COLOR VERDADERO | UNC | 8 | 15 | 14 | 16 |
| TURBIEDAD | NTU | 3 | 4 | 18 | 25 |
| TEMPERATURA | °C | (23,1) In situ | (26,5) In situ | (20,8) In situ | (24,5) In situ |
| PH | UND | 7,23 | 7,52 | 7,1 | 7,5 |
| CONDUCTIVIDAD | umho/cm | 25 | 35 | 28 | 32 |
| SST | mg/L | 17 | 28 | 22 | 27 |
| NITRITOS | mg/L - N-NO2 | 0,23 | 6 | 0,28 | 0,34 |
| ALCALINIDAD TOTAL | mg/L - CaCO3 | 10,4 | 11 | 12,1 | 13,2 |
| ACIDEZ TOTAL | mg/L - CaCO3 | 3,2 | 3,8 | 2,6 | 2,4 |
| DUREZA TOTAL | mg/L - CaCO3 | 6,3 | 7,4 | 5,4 | 5,2 |
| NITROGENO TOTAL | mg/L - N | 0,25 | 0,28 | 0,2 | 0,22 |
| FOSFORO TOTAL | mg/L - P | 0,011 | 0,015 | 0,01 | 0,012 |
| HIERRO TOTAL | mg/L - Fe | - | - | - | - |
| SULFATOS SO4 | mg/L SO4 | - | - | - | - |
| OXIGENO DISUELTO | mg/L | 9,4 | 8,6 | 14,6 | 14,4 |
| DBO ₅ | mg/L | 2,3 | 2,9 | 4,8 | 5,6 |
| DQO | mg/L | 6,1 | 6,8 | 10,5 | 11,3 |
| ANALISIS BACTERIOLOGICO | | | | | |
| COLIFORMES TOTALES | N.M.P. / 100 ml | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 |
| ESCHERICHIA COLI | N.M.P. / 100 ml | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 |
| MICRORG. MESOFILOS | N.M.P. / 100 ml | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: IDEAM. Laboratorios calidad de aguas. 2010.

b- Calidad de la fuente

Se consideró el documento RAS Resolución No.1096 de 2000 - Tabla C.2.1 Calidad de la fuente (ver Tabla 2) siendo el nivel de calidad del agua de acuerdo al

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

grado de polución, que se pueden definir para las cuatro (4) muestras de agua de la quebrada Beberrecio es de **Calidad 1 – Fuente Aceptable**.

c.- Índice de Calidad del Agua (ICA)

En la Tabla 15 (para el períodos seco y de lluvias) se muestran los cálculos de los parámetros de porcentaje e índice de saturación de oxígeno disuelto (OD), relación de Coliformes, conductividad eléctrica, índice de Sólidos totales en suspensión (SST), índice de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), índice de pH, y relación de Nitrógeno total (NPT)/Fósforo Total (PT) que son las seis (6) variables para estimar el Indice de Calidad de Agua (ICA) con la metodología del IDEAM. Se concluyen que las dos puntos de muestreo (P1 Monserrate y P2 desembocadura Rio Pedernal) presentan condiciones Mesosaprobio (no hay afectación a la fauna y flora acuática) con un índice de degradación de 0,60 y la relación NKT/PT igual a 12,5 y 13,5 para los cuatro muestras.

Tabla 15 Cálculo del Índice de calidad de aguas- Metodología IDEAM

| PARAMETROS ICA | PERIODO SECO - ENERO 24/2010 | | PERIODO LLUVIAS - NOV. 30/2010 | |
|----------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| | P1 MONSERRATE | P2 RIO PEDERNAL | P1 MONSERRATE | P2 RIO PEDERNAL |
| OD (mg/lit) | 9,4 | 8,6 | 14,6 | 14,4 |
| Temp. C° | 23,1 | 26,5 | 20,8 | 24,5 |
| Altitud zona msnm | 1250 | 740 | 1250 | 740 |
| TE K° | 296,25 | 299,65 | 293,95 | 297,65 |
| [] Equil. Oxig. C* | 364,30 | 353,26 | 372,03 | 359,70 |
| Presion parcial Pw | 154,81 | 133,38 | 173,29 | 145,27 |
| Factor corrección θ | 0,0007 | 0,0006 | 0,0007 | 0,0007 |
| Presión zona atm P | 0,8651 | 0,9178 | 0,8651 | 0,9178 |
| Presio vapor atm | 0,0218 | 0,0221 | 0,0218 | 0,0221 |
| Oxig. Saturación Cp | 9,17 | 8,51 | 9,37 | 8,66 |
| % SATURACION OD | 102,51 | 101,06 | 155,83 | 166,33 |
| % IND.SAT. OD | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 |
| COLIFORMES ? 50/100n | 0 | 9,4 | 0 | 9,4 |
| INDICE SST | 1,000312 | 1,000312 | 1,000312 | 1,000312 |
| INDICE DBO | 0,8103 | 0,8103 | 0,8103 | 0,8103 |
| pH (entre 7,1 - 8,0) | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

De la Tabla 15 se interpreta así:

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- Los porcentajes de saturación y el índice de saturación del oxígeno disuelto (OD) son aceptables.
- Con relación a los coliformes, los índices de sólidos totales en suspensión (SST) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO) son de vertimientos, turbiedad y sedimentos mínimos.
- El valor de pH no genera afectación a la fauna y flora acuática (condición mesosaprobio donde la mineralización se acelera, hay un gran desarrollo de organismos fotosintetizadores que durante el día producen gran cantidad de oxígeno, con déficit nocturno. La materia orgánica es menor con un DQO entre 20 a 50 mg/l y DBO que varía de 7 a 13 mg/l). El número de bacterias entre 100.000 y 1 millón/ml. Se destacan lodos con tonos verdes.) y un índice de N/P igual a 0,60 de degradación en la fuente hídrica.

En la Tabla 16 los resultados finales del índice de calidad de aguas (ICA) es buena para las cuatro (4) muestras, dado que los parámetros de oxígeno disuelto (OD), sólidos totales en suspensión (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), conductividad eléctrica (CE), relación de nitrógeno – potasio total sobre fósforo total (Relación NKT/PT) y el pH del agua arroja valores de ICA parciales bajos, al totalizarlos dan **condiciones buenas** para la calidad de aguas de la quebrada Beberrecio.

Tabla 16 Resultados finales Índice de calidad de aguas

| RESULTADOS FINALES INDICE CALIDAD DE AGUA | | | PERIODO SECO - ENERO 24/2010 | | PERIODO LLUVIAS - NOV. 30/2010 | |
|---|------------|--------------|------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| | | | P1 MONSERRATE | P2 RIO PEDERNAL | P1 MONSERRATE | P2 RIO PEDERNAL |
| PARAMETRO | RESULTADOS | PESO IMPORT. | ICA PARCIAL | ICA PARCIAL | ICA PARCIAL | ICA PARCIAL |
| OD | 0,8861 | 0,17 | 0,156 | 0,151 | 0,156 | 0,151 |
| SST | 1 | 0,17 | 0,170 | 0,170 | 0,170 | 0,170 |
| DQO | 0,85 | 0,17 | 0,138 | 0,145 | 0,138 | 0,145 |
| CE | 1 | 0,17 | 0,170 | 0,170 | 0,170 | 0,170 |
| REL NKT/PT | 0,6 | 0,17 | 0,102 | 0,102 | 0,102 | 0,102 |
| PH | 1 | 0,15 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| ICA TOTAL | | | 0,886 | 0,888 | 0,886 | 0,888 |

6.4.5 Clasificación de las corrientes

El caudal tiene una incidencia significativa en la capacidad de las corrientes superficiales para la asimilación de contaminantes y su consecuente auto recuperación. Por esto, se contrasta el ICA con el caudal medio-medio y medio-mínimo (período seco) para cada estación de la cual se tengan registros en la base de datos de la Subdirección de Hidrología del IDEAM. La clasificación de las corrientes según el caudal se hace en cinco categorías (Ramírez y Viña, 1998), como lo muestra la Tabla 5. La quebrada Beberrecio reportó el caudal (aforos por flotación y currentómetro) en períodos de bajas lluvias (seco) de 10,5 lit/seg

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

(0,0105 m³/seg). Por lo tanto el factor ILCAG es cero (0) debido a que la fuente reporta caudales menores a 1 m³/seg.

Para períodos de altas lluvias en la quebrada Beberrecio se pueden obtener caudales entre 1 a 10 m³/seg, se debe hacer el ajuste del ILCAG en un valor de 0,033 con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{Si } 1 < Q < 1000 \quad \text{ILCAG} = 0,333 \log_{10} \text{Caudal (m}^3\text{/s)}$$

6.4.6 Limnología (Sistema lótico)

La quebrada Beberrecio como fuente hídrica es de carácter lótico y presenta dos (2) características:

Zona superior (parte alta de la cuenca) corresponde a Crenon de Orden 1-3 (comunidad de plantas asociadas con el agua de los manantiales)

- a) Máxima influencia de riberas: materiales arrastrados, fragmentos vegetales y fuentes alóctonas (Periphyton < Rithron).
- b) En zona de alta de la cuenca Beberrecio se caracteriza por ser deficientes en nutrientes, flujos rápidos (velocidad superficial de la fuente hídrica), temperaturas bajas en el agua, alto sombrío por la vegetación y alta concentración de O₂. Predomina la materia orgánica alóctona, los bacilos G- y bacterias pedunculadas que geran o tienen apéndices para fijarse al sustrato como *Hyphomicrobium*, *Caulobacter*, *Gallionella* y *Pseudomonas*. La mayoría son heterotróficas. Presencia de algas y cianobacterias epilíticas.
- c) Fenómenos torrenciales y adaptaciones a flujo turbulento y transporte de materiales gruesos.
- d) Alteraciones humanas sobre riberas, cauces y caudales.

Zona media y baja de la cuenca, corresponde a quebrada (rithron) Periphyton / Rithron (P/R) = 0 > 1

- a) Tramos con variaciones, pendientes, sedimentos, caudal, velocidad → rápidos – remansos, Periphyton > Rithron
- b) En la parte media y baja de la cuenca de la quebrada Beberrecio se disminuye la velocidad de la fuente hídrica, aumenta la temperatura del agua, menos sombrío, sustratos más fino y vegetación riparia (vegetación que crece en las orillas de la quebrada). Predominan bacterias de las familias *Pseudomonaceae*, *Bacillaceae* y *Enteromonaceae*. También aparecen espiroquetas, bacterias nitrificantes y especies de *Azotobacter*, *Vibrio*, *Spirillum*, *Thiobacillus*, *Micrococcus*, *Sarcina*, *Nocardia*, *Streptomyces*, *Cytophaga*.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- c) Incremento de producción autóctona ➔ Variedad de hábitats, iluminación y partículas finas en columna de agua.
- d) Impactos humanos: mayor consumo, captaciones, vertimientos puntuales y dispersos.

6.4.7 Relación DQO/DBO₅

Se tomaron los resultados de DQO y DBO₅ de la fuente hídrica y se obtuvieron los siguientes resultados, donde la quebrada Beberreccio:

- Período seco presenta una relación DQO/DBO₅ igual a 2,65 y 2,34 y DBO₅/DQO igual a 0,38 y 0,43.
- Período de lluvias la relación DQO/DBO es de 2,19 y 2,02 y DBO/DQO es de 0,46 y 0,50.

Con base a los resultados anteriores, se define que el índice de biodegradabilidad de las aguas de la quebrada Beberrecio es de contaminantes de naturaleza **Biodegradable – inorgánico** (contenidos mínimos de materia orgánica) como se aprecian los valores en la Tabla 17.

Tabla 17 Resultados de la relación DQO/DBO₅

| ANALISIS FISICO QUIMICO QUEBRADA BEBERRECIO | | PERIODO SECO - ENERO 24/2010 | | PERIODO LLUVIAS - NOV. 30/2010 | |
|--|------|------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| | | P1 MONSERRATE | P2 RIO PEDERNAL | P1 MONSERRATE | P2 RIO PEDERNAL |
| DBO ₅ | mg/L | 2,3 | 2,9 | 4,8 | 5,6 |
| DQO | mg/L | 6,1 | 6,8 | 10,5 | 11,3 |
| RELACION DQO/DBO ₅ | | 2,65 | 2,34 | 2,19 | 2,02 |
| RELACION DBO/DQO | | 0,38 | 0,43 | 0,46 | 0,50 |

Teniendo en cuenta la clasificación del RAS Resolución No.1096 de 2000 - Tabla C.2.1 Calidad de la fuente (ver Tabla 2) donde el nivel de calidad del agua de acuerdo al grado de polución del agua de la quebrada Beberrecio es de **Calidad 1 – Fuente Aceptable**. El tratamiento para uso del agua de consumo humano (potable) es convencional (remoción de sedimentos, filtración y desinfección).

Los valores presentados de la relación DBO₅/DQO en la Tabla 16, representan aguas de buena calidad, con muy bajos contenidos de materia orgánica (DBO₅ < 0,5 mg/l y DQO < 30,0 mg/l).

Con relación a los aspectos biológicos la quebrada Beberrecio se puede decir:

- a) No se aprecian índices de contaminación y/o alteración del caudal o del hábitat.

- b) La fuente es rica en organismos que ocupan un hábitat preferente en función de las condiciones físicas, químicas y biológicas:
Buenas condiciones ⇒ Muy pocos cambios en la población.

6.5 ASPECTOS GEOLOGICOS

La cuenca de la quebrada Beberrecio, se considera una geoforma más permanente de nuestras montañas andinas. Estructuralmente está conformado por una serie de depresiones tectónicas de baja altitud (Teruel ± 300 metros) que parece corresponder a un graben somero. En la cuenca en estudio se ubican las fallas de Corozal al Norte, de Chusma al sur y la de Teruel al oriente que atraviesa un conjunto de sinclinales colgados relativamente apretados. Producido el afloramiento de terrenos sedimentarios más antiguos, posiblemente del Jurásico y Triásico.

6.5.1 Geología básica y estructural

En la cuenca de la quebrada Beberrecio se identificaron y se corroboraron en el terreno dos (2) formaciones, las cuales se describen a continuación:

- Cuarzomonzodiorita de Teruel (Batolito de Ibagué) (Ji)
- Formación Seca (Kpgs)

a.- Cuarzomonzodiorita de Teruel (llamada también Batolito de Ibagué) (**Ji**). Es un cuerpo ígneo, intrusivo de grandes proporciones, presentando continuidad hacia el Norte y hacia las estribaciones del Parque Nacional Natural Nevado del Huila. Este macizo rocoso es del Triásico - Jurásico, clasificando como, cuarzo - diorita. Los primeros reportes de este intrusivo en la región del río Páez son los de Hubach & Alvarado (1932), quienes definen bajo el nombre de Batolito del Páez a un cuerpo intrusivo de composición granítica a granodiorítica expuesto en el flanco oriental de la Cordillera Central, al noroccidente de la cabecera del Municipio de La Plata, Departamento del Huila. Posteriormente, Grosse (1935) realizó algunos estudios geológicos en la zona y describió el cuerpo intrusivo referido bajo el nombre de Macizo de La Plata - La Topa. Velandia et al. (1996) indican que debido a la continuidad geográfica y geológica y la contemporaneidad con las rocas correspondientes al Batolito de Ibagué se deben tratar como si fuera una sola unidad, y designarla bajo el nombre de esta última.¹¹

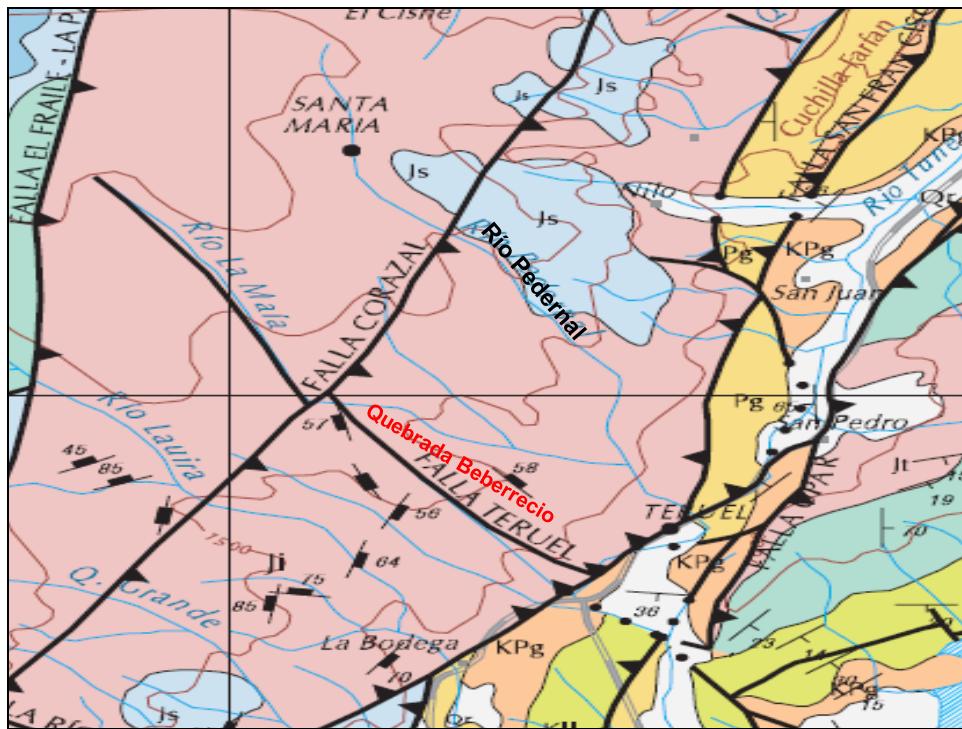
La cuenca de la quebrada Beberrecio se ubica dentro de la formación Cuarzomonzodiorita (Ji), desde su nacimiento hasta la desembocadura al río Pedernal, ocupando el área total. La formación seca (Kpgs) se ubica sobre la vía Teruel – Iquirá, fuera del perímetro de la cuenca, pero es importante ya que esta formación parte desde la desembocadura de la quebrada Beberrecio al río Pedernal hasta la quebrada La Cañada (ver Figura 3).

¹¹ INGEMINAS. Mapa Geológico del departamento del Huila. p.30-32. 2002.

En la cuenca de la quebrada Beberrecio, los afloramientos de cuarzomonzodiorita de Teruel se pueden apreciar con más detalles sobre la vía veredal (ver Fotografías 8 y 9) hacia al occidente vereda Beberrecio. Geológicamente este cuerpo está limitado al oriente por la Falla de La Plata del Sistema de Fallas de Chusma, Corozal y Teruel que lo pone en contacto con volcán - sedimentitas de la Formación Saldaña y rocas sedimentarias de las formaciones Caballos, Hondita, Seca, Potrerillo y Doima y los grupos Olini y Chicoral¹² (ver Figura 3).

En las Fotografías 8 y 9, se aprecian detalles del afloramiento, que se ubica en gran parte al occidente del municipio de Teruel y corresponde al flanco oriental de la Cordillera Central. Se conforma por el Batolito de Ibagué, que corresponde a la edad del Jurásico y Cretáceo Temprano, cuerpo de origen ígneo constituido por rocas intrusivas de composición granodioríticas dominante. Esta unidad litológica se caracteriza por el relieve abrupto, pendiente fuerte, drenaje dendrítico, deforestación y pobre desarrollo del perfil de meteorización, calculándose una profundidad entre 2 y 6 m.

Figura 3 Geología básica de la cuenca de la quebrada Beberrecio



Fuente: INGEOMINAS. Plancha 344 Tesalia. 2002.

A raíz del sismo del Paéz en 1996, sobre esta unidad litológica se presentó un movimiento en masa que involucró saprolito y fragmentos de roca meteorizada, lo que ocasionó un pequeño represamiento en la parte alta de la Quebrada El

¹² INGEOMINAS. Mapa Geológico del departamento del Huila. p.30-32. 2002.

Pueblo. El borde suroriental del Batolito se encuentra en contacto fallado, por la Falla de Chusma, y cabalgando sobre rocas sedimentarias de la Formación Villeta, de edad Cretáceo y la Formación Guaduas de Paleoceno – Cretáceo. Dichas unidades litológicas se presentan en estratos plegados en forma de sistemas anticlinales y sinclinales con rumbo general NE- SW. En el área de interés, es decir en los alrededores del casco urbano de Teruel, esta secuencia parece estar invertida, con los estratos buzando al oeste.¹³



**Fotografías 8 y 9 Afloramiento de cuarzomonzodiorita de Teruel (Ji)
Parte alta - media de la cuenca de la quebrada Beberrecio**

b.- Formación Seca (KPgs). Presenta un área mínima, se aprecia en la parte baja de la cuenca de la quebrada Beberrecio. Según Porta (1965) propuso el nombre de esta unidad para definir una sucesión de arenitas y lutitas rojizas que estratigráficamente está intercalada entre las formaciones Cimarrona y Hoyón y cuya sección tipo se localiza en la quebrada Seca, ubicada al sur de la población de Cambao (Cundinamarca).¹⁴

Esta unidad se caracteriza por la alternancia de lutitas y arcillolitas rojizas intercaladas con capas de arenitas líticas de grano fino a medio. La parte inferior de la unidad está constituida principalmente por arenitas y lodolitas de tonos rojizos y verdosos. Al sur de la población de Teruel se encuentran intercalados algunos niveles conglomeráticos de color verde, con matriz arenosa gruesa y con cantos constituidos en un 90% por chert negro, vulcanitas y otros líticos (ver Fotografías 10 y 11). La parte superior de la unidad es más arenítica, y en ella las

¹³ Esquema Ordenamiento Territorial. EOT. Municipio de Teruel. Huila. p.70-71. 2000.

¹⁴ INGEMINAS. Mapa Geológico del departamento del Huila. p.30-32. 2002.

capas arenosas tienen espesores hasta de 5 metros en secuencias claramente grano decreciente. Su color es gris verdoso y poseen matriz arcillosa.



**Fotografías 10 y 11 - Afloramiento de la formación seca (KPgs)
Parte baja de la cuenca de la quebrada Beberrecio**

6.5.2 Geología estructural¹⁵

La geología estructural de Teruel presenta dos lineamientos marcado correspondientemente el uno al cauce del Río Pedernal y el otro al cauce de la Quebrada El Pueblo. Estos dos lineamiento coincide con la traza de dos fallas paralelas, las cuales hacen parte de la Thrutz “Chusma Teruel”; caracterizado por fallas inversas de bajo ángulo; estas buzan hacia el occidente con rumbo aproximado Sur - Norte.

La falla del Occidente (falla El Pueblo) coloca en contacto el cuerpo intrusivo, del occidente con arcillolitas de la formación Villeta del oriente. La falla oriental (falla Pedernal) pone en contacto rocas de formación Villeta con arcillolitas de la formación Guaduas. Estas dos formaciones sedimentarias buzan hacia el occidente. La terraza aluvial reposa en forma discordante sobre la formación Villeta y Guaduas cubriendo además en forma parcial las dos fallas, que a la vez constituyen sus límites occidental y oriental y a lo largo de las cuales la quebrada El Pueblo y el Río Pedernal han erosionado la terraza profundizando sus cauces. Este depósito presenta una inclinación no mayor de 5° C, hacia el sur. El límite sur oriental de esta región está definido por la Falla de La Plata, que a su vez hace parte del Sistema de Chusma, descrita por Dixon (1953). Este sistema permite el

¹⁵ INGEOMINAS. Mapa geológico del Huila. p.67. 2002.

cabalgamiento de las rocas cristalinas pertenecientes a la Cordillera Central sobre la secuencia sedimentaria que aflora en el valle de río Magdalena.¹⁶

La Falla de La Plata recorre 57 km con una dirección N42°E y vergencia hacia el Este, con un plano de falla inclinado entre 50° y 65° en superficie. Es de esperar que este ángulo disminuya a medida que aumenta la profundidad, de acuerdo con la geometría de cabalgamiento existente a lo largo del Sistema de Chusma en este sector del Valle Superior del Magdalena.¹⁷

Falla de Pedernal. Es una falla de cabalgamiento con una longitud aproximada de 15 km y dirección N-S. Su vergencia es hacia el este y aflora en el borde este de la plancha entre las haciendas Jericó (B10), al norte, y El Vergel (E10), al sur. Esta estructura pone en contacto rocas de la Formación Hondita con rocas del Grupo Chicoral. Hacia el noroccidente se ubica la Falla de Corozal.

La Falla Chusma – Teruel: La geología estructural de Teruel presenta dos lineamientos marcado correspondientemente el uno al cauce del Río Pedernal y el otro al cauce de la Quebrada El Pueblo. Estos dos lineamiento coincide con la traza de dos fallas paralelas, las cuales hacen parte de la Thrutz “Chusma Teruel”; caracterizado por fallas inversas de bajo ángulo; estas buzan hacia el occidente con rumbo aproximado Sur - Norte.¹⁸

6.6 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

6.6.1 Relieve

La cuenca Beberrecio presenta superficies de carácter torrencial, debido a la influencia coluvial que se manifiesta en los sectores altos, en forma de depósitos coluviales con diferente grado de inclinación y las dos clases de escurrimiento concentrado de las aguas pluviales: torrentes, y ríos-torrentes.

La característica aluvial corresponde a aquellas formas depositacionales, generalmente de topografías planas a ligeramente inclinadas, localizadas en las zonas adyacentes a la quebrada Beberrecio afluente del río Pedernal, en varios niveles, de formas alargadas casi siempre paralelas al cauce y de poca extensión.

En la zona de estudio, estos depósitos se presentan en varios niveles, algunos de ellos disectados en forma de terrazas. En general, las formas de origen aluvial presentan suelos profundos y buenas prácticas de adecuación y suelen constituir núcleos forestales potenciales. Se realizó una fotointerpretación de la Fotografía Aérea C1587, S 27556 del 4 de septiembre de 1975 tomada por el IGAC, donde

¹⁶ INGEOMINAS. Mapa geológico del Huila. p.71. 2002.

¹⁷ Ibidem.

¹⁸ Ibidem.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

se aprecia y detallan las características aluviales, como torrencial de la quebrada Beberrecio (ver Figura 4).

Además, se analizó la imagen de satélite de la zona de la cuenca tomada el 30 de noviembre 2010 de la imagen©Terremetrics – Google. Map Link/Teleatlas. Europa Technologies (ver Figura 5), donde se aprecia que se han ampliado las zonas aluviales y torrencales en una 20,5 hectáreas, como también las áreas ambiental forestal protectora se ha reducido 87,6 hectáreas y se ha incrementado el área ambiental de economía baja (pasturas) en 122,4 hectáreas (ver Plano 5 - Áreas ambientales).

Las figuras (mapas sin escala) 4 y 5 se emplearon para la evaluación de los escenarios del pasado y presente, como también los conflictos, uso y coberturas, como también la conservación de áreas a proteger, los cuales se describirán en los numerales de formulación y prospectiva.

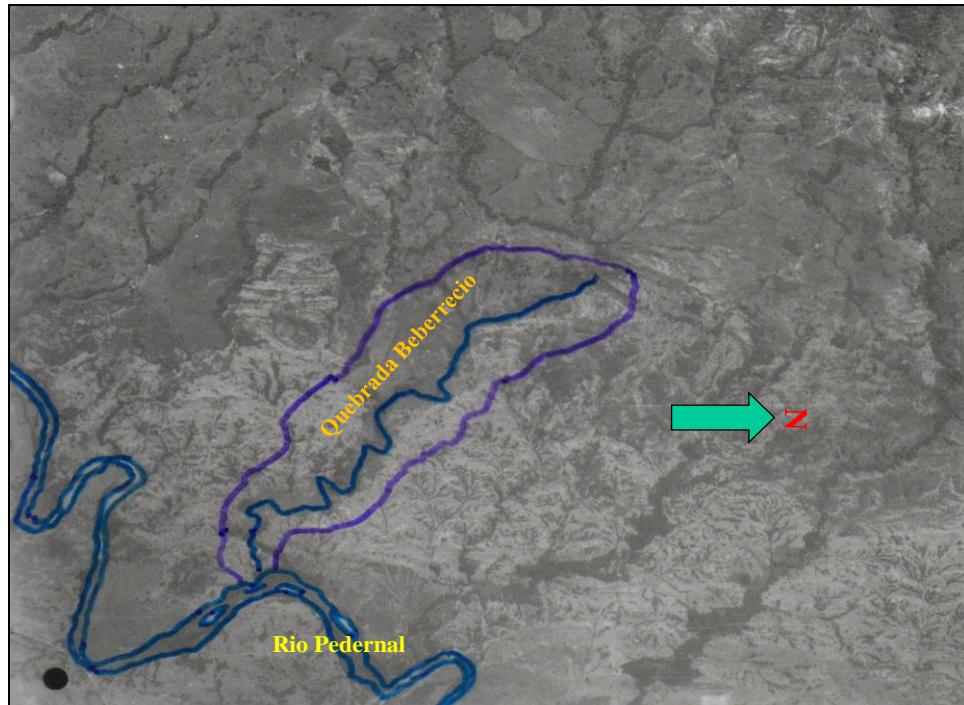
6.6.2 Geomorfología

La cuenca de la quebrada Beberrecio presenta tres (3) unidades geomorfológicas con sus respectivas áreas, las cuales se detallan en el Plano 5 y Figuras 4 y 5):

- a) **Unidad Dmp Montañas Erosionales sobre Macizo Igneo.** Ocupa la mayor área en la cuenca (ver Fotografía 12) presenta un relieve abrupto, moderadamente escarpado y muy disectado, con un patrón de drenaje dendrítico a subangular, controlado por fallas y fracturas a lo largo de las cuales se han desarrollado profundos valles en V, con pendientes fuertes y parcialmente suavizados por depósitos de ceniza y materiales coluvio - aluviales derivados de la acción glaciar que llenaron valles sobre el flanco este de la cordillera Central.
- b) **Unidad Emd (Depresiones homoclinales elongadas en arcillolitas y lutitas (EDI).** Está conformada en su parte integral de las secuencias de rocas sedimentarias clásticas, se presentan áreas de relieve bajo limitado por cresta y cuchillas alargadas de tipo homoclinal con expresión morfológica muy prominente (ver Fotografía 13). Las áreas de depresión corresponden a arcillolitas y lutitas cuya expresión morfológica contrasta con las crestas adyacentes desarrolladas en arenisca y/o conglomerados.
- c) **Unidad Fval (Valles Aluviales Recientes).** Ocupa la menor área de la cuenca y es ocupada por los lechos activos actuales de la desembocadura de la quebrada Beberrecio al río Pedernal (ver Fotografía 14); a lo largo de los cuales se desarrollan depósitos de aluvión compuestos por gravas, arena y limos no consolidados.

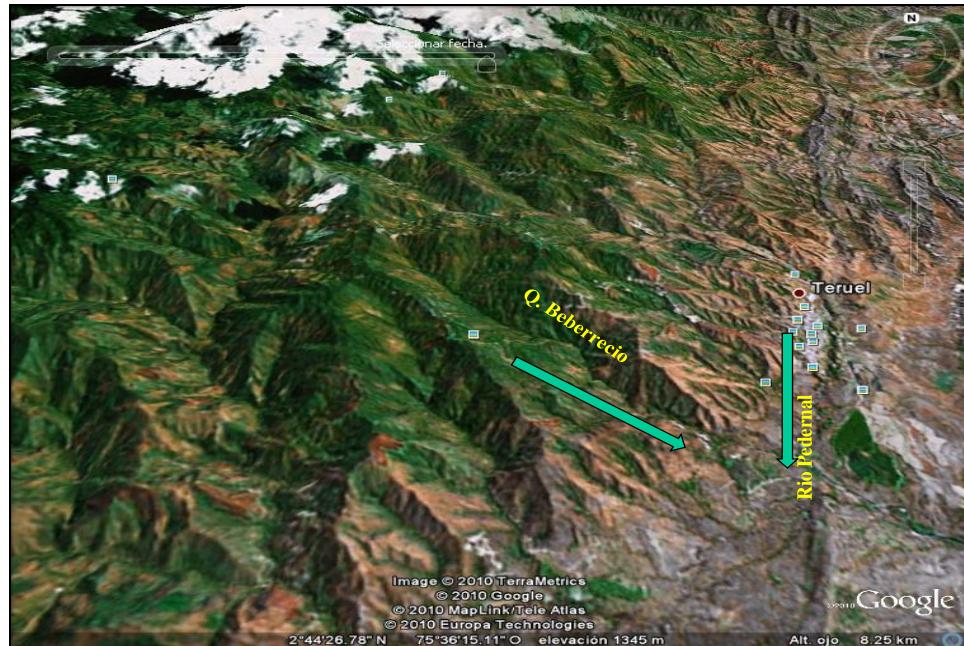
**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Figura 4 Fotografía aérea de la cuenca de la quebrada Beberrecio



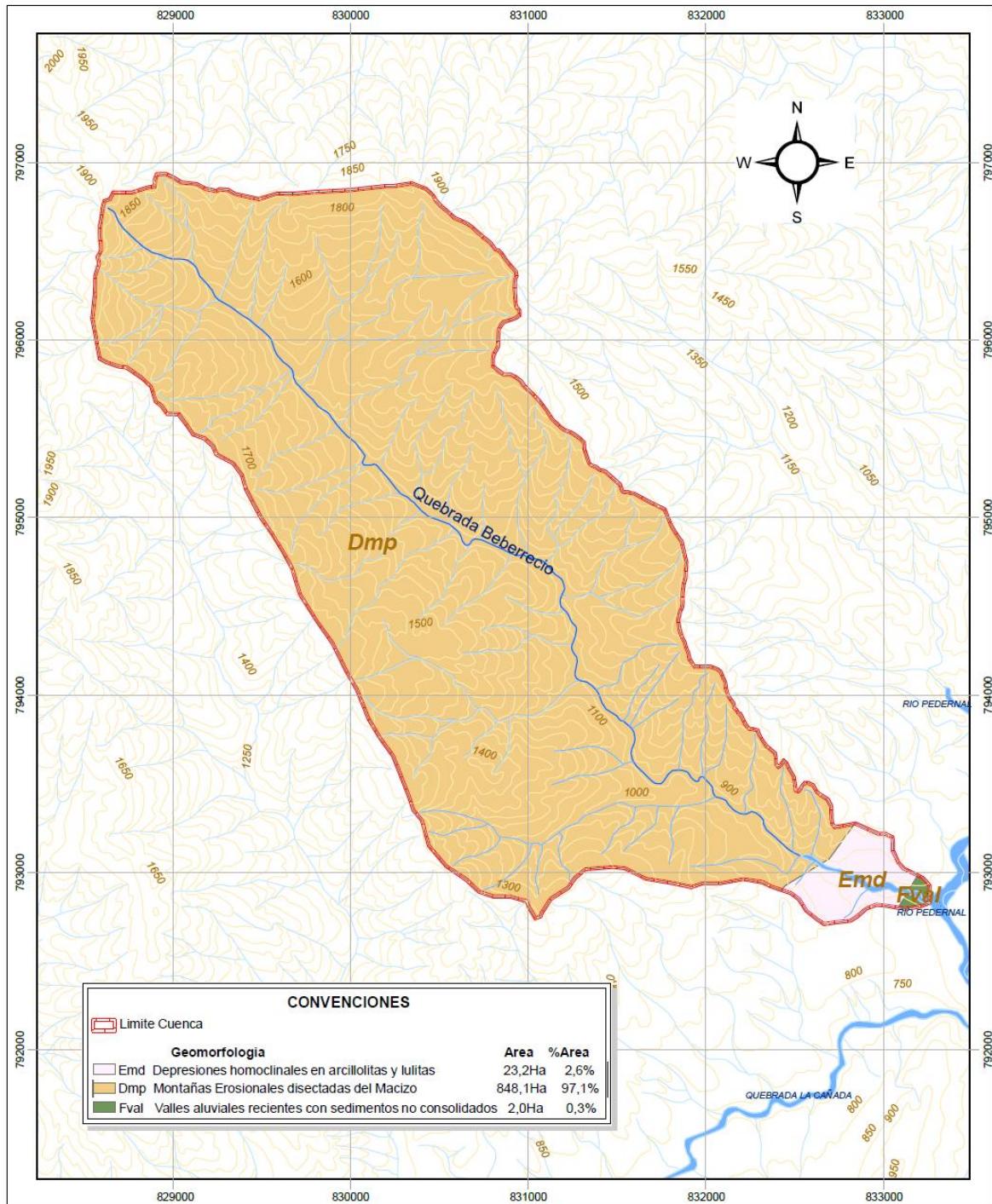
Fuente: IGAC. Fotografía Aérea C1587, S 27556 del 4 de septiembre de 1975.

Figura 5 Imagen de satélite de la cuenca de la quebrada Beberrecio



Fuente: Imagen©Terremetrics – Google. Map Link/Teleatlas. Europa Technologie. Tomada Noviembre 30 de 2010.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



| | | | |
|-------------------------------|--|--|---|
| Universidad Surcolombiana | CONTIENE: Mapa Geomorfología Cuenca Quebrada Beberrecio | ELABORÓ: IA. MSc. ALFREDO RAMOS MORENO Maestría en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos | Escala: 1:30.000 Proyección Transversa de Mercator, Esferoide Internacional 1909 Datum Horizontal: Observatorio Astronómico de Bogotá Falso Este (metros): 1.000.000 Falso Norte (metros): 1.000.000 Meridiano Central: -74.077508 Factor de Escala: 1.000000 Latitud de origen: 4.596200 |
| FECHA: ENERO 2011 | PLANO: 5 de 12 | | |

Plano 5 Geomorfología de la cuenca de la quebrada Beberrecio

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



**Fotografía 12 Unidad geomorfológica Dmp
Zona media de la cuenca de la quebrada Beberrecio**



**Fotografía 13 Unidad geomorfológica Emd
Zona baja de la cuenca de la quebrada Beberrecio**



**Fotografía 14 Unidad geomorfológica Fval
Zona baja de la cuenca de la quebrada Beberrecio**

6.7 ASPECTOS DE SUELOS

Según IGAC (1998), la zona en estudio de la cuenca de la quebrada Beberrecio se caracteriza por poseer suelos del Piedemonte de Clima Cálido Seco que se encuentran en alturas menores de 1.800 metros sobre el nivel del mar. El paisaje de piedemonte está representado por superficies planas a inclinadas con algunos sectores fuertemente inclinados y ligeramente erosionados. Están formados por materias de diferente naturaleza originando un tipo de relieve denominado glacis de erosión, que se encuentra dentro de un medio ambiente de régimen Ústico a Isohipertérmico.

6.7.1 Clasificación de suelos

Del estudio de suelos realizado por el IGAC (1998, actualizado 2002) en el departamento del Huila, para la zona sur del municipio de Teruel, en especial la zona de influencia de la quebrada Beberrecio se definen tres Unidades Cartográficas de suelos que son: MQAg2, MRAf2 y LXAd1 (ve Plano No.6). Estas se describen en la Tabla 18 donde se identifican el símbolo, nombre, paisaje, clima y pendiente, erosión, relieve, contenido pedológico (unidades cartográficas), características físicas y la litología (sedimentos). En el Anexo C se presenta una descripción de las Unidades Cartográficas (Contenido pedológico) de las Asociaciones encontradas del estudio realizado por IGAC.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Tabla 18 Clasificación de suelos de la cuenca de la quebrada Beberrecio

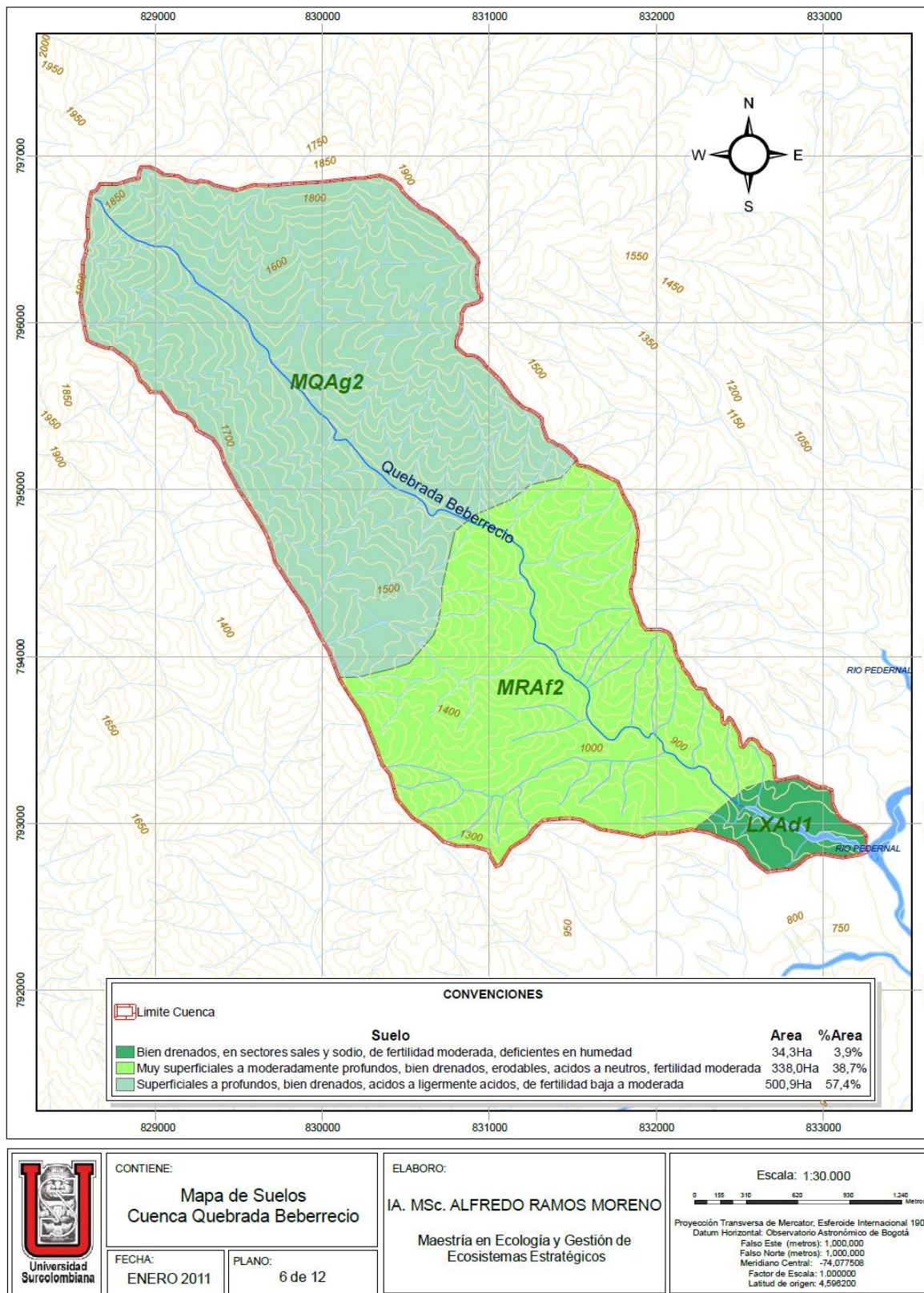
| SÍMBOLO | CARACTERÍSTICAS | | | | LITOLOGIA / SEDIMENTOS |
|---------|--|--|---------------------|---|--|
| | Profund. | Drenaje | Condición de acidez | Fertilidad | |
| MQAg2 | Muy superficiales y moderadamente profundos. | Natural excesivo Externo e interno muy | Muy ácida | Contenido medio a abajo de materia orgánica | Rocas ígneas metamórficas (Andesitasriolitas, granodioritas, |
| MRAf2 | Superficiales a moderadamente profundos. | Bien drenados | Acidos a neutros | De baja a altas | Arenisca, lutitas y conglomerados. |
| LXAd1 | Superficiales a moderadamente profundos. | Bien drenados | Acidos a neutros | Bajas | Arenisca, lutitas y conglomerados. |

Fuente: IGAC. Subdirección de Agrología. Estudio de suelos departamento del Huila. 1998 (actualizado 2002).

Lo más importante del mapa de suelos desarrollado por IGAC, es que define el paisaje y tipo de relieve predominante en la zona de estudio, con estos parámetros se elaboraron los planos de geomorfología, clasificación de tierras por capacidad de uso, conflictos de uso del suelo, zonas ambientales, aspectos fisiográficos y paisajísticos de la cuenca de la quebrada Beberrecio, como componente del presente diagnóstico.

Con relación a las Unidades Cartográficas (Contenido Pedológico) en el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca (POMCA) etapa posterior del Diagnóstico y Plan de Manejo Ambiental, se requiere del estudio de suelos a nivel detallado (mapa agrológico, perfiles, calicatas, análisis físico químicos y descripción de las asociaciones) para definir los planes y programas de cultivos (sistemas de riego y drenaje), explotaciones forestales, producción pecuaria, conservación de suelos (control de erosión y arrastre de sedimentos) y uso potencial de suelos.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



Plano 6 Suelos – Cuenca quebrada Beberrecio

6.7.2 Clasificación de tierras por capacidad de uso

Se aplicó la metodología de la Subdirección de Agrología del IGAC, tomando las Unidades Cartográficas definidas en el estudio de suelos para el departamento del Huila (IGAC, 1998, actualizado 2002) para la determinación de las características de cada una de las subclases que se han encontrado en la cuenca De la quebrada Beberrecio:

Subclase VI (Unidad de suelos LXAd1). Corresponde a suelos clima cálido en diferentes paisajes, con relieve que varía entre quebrado a escarpado, con áreas onduladas a fuertemente onduladas; pendientes mixtas de 25 a 75% y 7 a 25%, suelos superficiales. (ver Fotografía 15 y Plano 6). Estas clases de tierras tienen limitaciones muy severas que las hacen impropias para uso agropecuario. Solo se deben utilizar en actividades de reforestación con bosques protector productor, conservación y/o recuperación de cuencas hidrográficas y sostenimiento de la vida silvestre.

Subclase VII (Unidad de suelos MQAg2 y MRAf2). Son suelos de clima medio, con sectores de baja precipitación, que corresponde a la zona transicional húmeda a seca. Estas tierras están afectadas por procesos de erosión laminar, desprendimientos y deslizamientos en grado moderado, sumándose esto a las pendientes fuertes que caracterizan dichas unidades (ver Fotografías 16 y 17 y Plano 6). Estas tierras presentan limitaciones severas que las hacen ligeramente inadecuadas para un gran número de cultivos (en especial café); el uso debe orientarse hacia la elección de cultivos semipermanentes y/o permanentes o bajo cobertura arbórea, pastos mejorados y bosque protector productor.



**Fotografía 15 Unidad de suelos LXad1
Parte baja de la cuenca de la quebrada Beberrecio**

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



**Fotografía 16 Unidad de suelos MRAf2
Parte media de la cuenca de la quebrada Beberrecio**



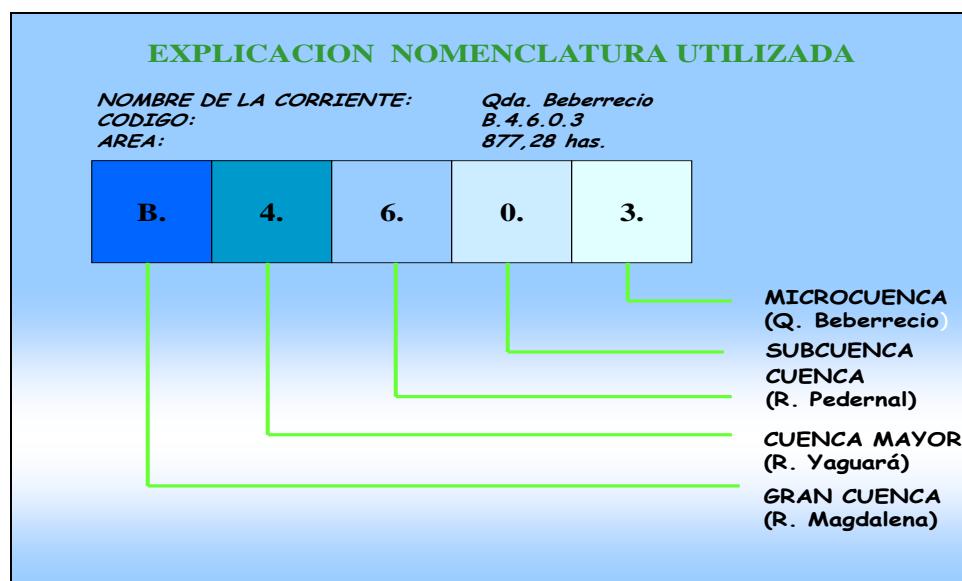
**Fotografía 17 Unidad de suelos MQAg2
Parte alta de la cuenca de la quebrada Beberrecio**

6.8 ASPECTOS FISIOGRAFICOS Y PAISAJISTICOS

La cuenca Beberrecio se clasifica como MICROCUENCA, por tener un área inferior a 1000 hectáreas y su codificación (nomenclatura) es B.4.6.0.3, la cual se describe en el Diagrama 4.

Para el análisis de las características fisiográficas y paisajísticas de la cuenca de la quebrada Beberrecio, se aplica el Diagrama 5 **Sistema jerárquico de la clasificación fisiográfica de los paisajes**, donde integra la fisiografía con las coberturas y el uso para constituir las unidades del paisaje o ecosistemas. Todas, en conjunto, se constituyen en los elementos que componen el paisaje terrestre. Es importante aclarar que aquí los factores, como lo menciona la teoría ecológica del paisaje, están integrados y que la construcción del mapa de unidades del paisaje no resulta de una superposición de las temáticas sino de su integración, lo cual responde a los elementos visibles en la realidad (delimitando las geoformas y las coberturas homogéneas).

Diagrama 4 Nomenclatura de la cuenca hidrográfica



Fuente: Clasificación de cuencas hidrográficas. IDEAM, 2002. CORTOLIMA. 2007.

De acuerdo a la clasificación fisiográfica de paisajes para la cuenca de la quebrada Beberrecio se tiene:

a.- Unidad climática

Piso bioclimático. La zona de estudio se clasifica como Clima Cálido Seco (CSb) y Clima Medio y Húmedo (MH), presenta altitudes entre 700 – 1920 msnm, con temperaturas promedias diarias a 24°C. La precipitación promedia anual es de

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

1940,4 mm, donde los suelos bajo estas condiciones climáticas necesitan riego suplementario para lograr buenos rendimientos en los cultivos.¹⁹

Diagrama 5 Sistema jerárquico de la clasificación fisiográfica de los paisajes



Fuente: Andrade, A. Zonificación ecológica como base para el estudio integral del paisaje y la planificación del uso de las tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 1994, actualizado IDEAM, 2005.

De acuerdo con la metodología de Holdridge la quebrada Beberrecio presenta las características climáticas, topográficas y la ocurrencia de las diferentes especies de vegetación natural que existe en el área la zona de vida vegetal corresponde a bosque seco tropical (bs-T) en altitudes menores de 700 msnm, bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PMT) y bosque muy húmedo Premontano Tropical (bhm-PMT) entre 700 - 1800 msnm, temperaturas promedia de 24°C, precipitación media anual entre 1.000 y 1920 mm y alturas por debajo de 1.000 msnm. La vegetación primaria en esta zona (ver Fotografía 18) casi ha desaparecido; sólo quedan algunos relictos de bosque en los cauces de escorrentía natural a la quebrada Beberrecio en donde sirven de sombra para el ganado. (Holdridge, en IGAC, 1977. IGAC, 2002)

¹⁹ IDEAM. Codificación Nacional de Cuencas Hidrográficas. Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia. Bogotá. 2004.



Fotografía 18 Vegetación característica de la zona de vida bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PMT)

b. Gran Paisaje

Posición fisiográfica – Unidad genética del relieve. Se definen como Unidad de Montañas Erosionales sobre Macizo Igneo - Metamórfico de la Plata (ver Fotografía 19). Esta unidad forma parte del Macizo Denudacional de la Plata, que está compuesto por rocas ígneas intrusivas cuya composición varía desde granitos, totalitas, cuarzo monzonitas, hasta granodioritas; como también algunas escamas de rocas metamórficas en proporciones subordinadas. La mayoría de estas rocas están en el macizo cubiertas de rocas volcánicas, como ignimbritas y flujos de lavas de composición ácida a intermedias, las cuales fueron profundamente disectadas por el drenaje desarrollados después del levantamiento y posterior modelado glaciar de la Cordillera Central durante el Pleistoceno – Holoceno (INGEOMINAS, 1998).

c.- Sistema de paisaje

Geoforma - Litología - Edad geológica. La evaluación de geología básica y estructural se describe y detalla en el numeral 6.5 Aspectos geológicos del presente documento donde se identificaron dos (2) formaciones:

- Cuarzomonzodiorita de Teruel ó Batolito de Ibagué (Ji)
- Formación Seca (KPgs)



Fotografía 19 Montañas erosionables característica de la zona media de la cuenca de la quebrada Beberrecio

d.- Paisaje

Grado de la densidad y disección. Se definen dos características: Montaña (MRAf2 y MQAg2 que se describen en el numeral 6.7 Aspectos suelos). Filas y vigas, asociadas o no a cuestas, crestones, flatirones. Ondulado a fuertemente escarpado.

Forma del relieve y pendiente. Para los Suelos de Montañas de clima cálido, seco y muy seco (LXAd1 que se describe en el numeral 6.7 Aspectos suelos), con pendientes de 50 -75%; para los Valles Aluviales de clima cálido seco y muy seco (VXEa) con pendientes de 0-3%.

Procesos geomorfológicos actuales. Se consideró la metodología de la Subdirección de Agrología del IGAC, donde se define la Subclase VII para la zona (descrita en el numeral 6.7.2 del presente documento), que presenta las siguientes características: clima cálido, localizados en diferentes paisajes y caracterizados por presentar relieves que varían entre moderado, fuertemente quebrado a escarpado, con áreas onduladas a fuertemente onduladas y pendientes mixtas de 25-75% y 12-25%, son suelos superficiales, limitados por el material geológico, con erosión en cárcavas, desprendimientos y erosión laminar de moderada a severa, siendo éstos los mayores limitantes para las unidades presentes en este clima (IGAC, 1998).

Conflictos y uso de suelo. En la definición de las zonas de Conflictos y Uso del Suelo, se clasifica como **Conflictivo Alto (A)** que corresponde a áreas donde el uso actual de la tierra no concuerda con el uso potencial recomendado y se han incorporado los suelos de alta susceptibilidad a la erosión, siendo su vocación fundamental la forestal o de protección absoluta.

Esta zona corresponde a suelos de capacidad VI, y VII con limitantes de profundidad, clima y susceptibilidad a la erosión los cuales se encuentran cubiertos actualmente con pasto natural, pastos con rastrojo, rastrojo y algunas áreas con café, rastrojo, plátano. Estos suelos se deben dedicar a la instalación de bosques protectores – productores, conservación de la vegetación natural, cultivos multiestrata, agroforestería y reforestación (IGAC, 1998). Según el Plan de Ordenamiento Territorial (2000) del municipio de Teruel, la cuenca de la quebrada Beberrecio ha sido considerada como área de conservación y protección de reserva natural, donde le han asignado el numero 14.

De acuerdo con la metodología de Fonseca y Sarmiento (IGAC, 2004) la Categoría y Criterios para establecer el estado de conservación de un paisaje - ecosistema en la cuenca de la quebrada Beberrecio (ver Tabla 19) se definen como EN (en peligro) y VU (vulnerable), verificada en la metodología International Unión of Conservation of Nature and Nature Resource (IUCN).

Tabla 19 Estado de conservación de paisaje - ecosistema

| Categoría | Sigla UICN | Criterio |
|------------|------------|--|
| En peligro | EN | La cobertura vegetal transformada está en niveles entre 20 y 80%; existen vías en el interior de la unidad y poblaciones cercanas; hay varios fragmentos de vegetación natural, pero en tamaños inferiores a 100 Km ² ; la distancia entre fragmentos hace poco probable el movimiento amplio de especies y facilita el aislamiento de poblaciones. |
| Vulnerable | VU | La transformación de la cobertura natural está entre 5 y 20%, no hay un número considerable de vías pero sí hay tendencia al aumento, de acuerdo con la cercanía de poblaciones de menor tamaño. No existen evidencias de fragmentación o no es considerable. |

Fuente: Andrade, A. Zonificación ecológica como base para el estudio integral del paisaje y la planificación del uso de las tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 1994, actualizado IDEAM, 2005.

Contenido pedológico. Se consideró el estudio de suelos realizado por IGAC (1998, actualizado 2002) que convalida la metodología de USDA, donde define las dos formas de relieve existentes en la zona tienen las siguientes características:

a.- El suelo de montaña (MRAf2 y MQAg2) presenta las siguientes características:

- Clase de Unidad Cartográfica: Asociación Símbolo MQAg2 y MRAf2.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- Geomorfología: Paisaje; montaña; tipo de relieve; Filas y vigas.
- Litología o material transportado: Lutitas.
- Relieve: Fuertemente quebrado; pendiente 25-50% y 50-75%
- Clima ambiental: Cálido y seco.
- Formación ecológica según Holdridge; Bosque seco Tropical.
- Régimen climático del suelo: Ustico, isohipertérmico.
- Drenaje: Natural excesivo.
- Profundidad efectiva: Superficial; límitante, roca.
- Vegetación natural: Pasto natural y Rastrojos.
- Uso actual: Ganadería extensiva.

b.- El suelo de valle (LXAd1 y VXEa) presenta las siguientes características:

- Clase de unidad Cartográfica: Asociación Símbolo VXEa
- Geomorfología: Paisaje: Valle tipo de relieve, Terraza.
- Litología a material transportado; Aluviones de textura fina.
- Relieve: Ligeramente ondulado; pendiente 3-7%
- Clima ambiental: Cálido y seco
- Formación ecológica según Holdridge; Bosque seco Tropical
- Régimen climático del suelo: Ustico, isohipertérmico
- Profundidad efectiva: Superficial a moderada, limitada por cascajos y gravilla.
- Drenajes: natural bien drenado.
- Vegetación natural: Guásimo, samán, matarratón, ficus (caucho).
- Uso actual: Cultivos.

E. Subpaisaje (Coberturas y uso actual)

La evaluación y descripción de la cobertura vegetal y uso actual se realizó un levantamiento con un GPS Magellan Explorist 500LE y luego se proyectó a un SIG empleando como referencia la Plancha 344 II A del IGAC a escala 1:25.000 (ver Plano 8 Uso y/o cobertura) y dos recorridos a la cuenca para verificar el tipo de coberturas existentes, donde se identificaron siete (7) áreas de uso y/o cobertura vegetal, las cuales se describen en el Plano 7.

6.9 APPLICACIÓN METODOLOGÍA RAPPAM

Se desarrolló y aplicó la metodología Evaluación y Priorización Rápidas del Manejo de Áreas Protegidas (RAPPAM) de la World Wildlife Fund (WWF) (ver Anexo F), donde se aplicaron los cinco (5) pasos, obteniendo los siguientes análisis y resultados:

PASO 1. Establecimiento del alcance de la evaluación

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- Cuáles son los objetivos específicos para implementar la evaluación del área protegida? Conservar el recurso hídrico y proteger la fauna y flora.
- Cómo y por quién será utilizada la información? Comunidad, alcaldía municipal de Teruel, Corporación Autónoma del Alto Magdalena CAM, Ministerio del Ambiente (Unidad de Parques Naturales).
- Quién participará del proceso? La comunidad (finqueros o dueños de los predios).
- Cómo se darán a conocer los resultados? Mediante documentos (diagnóstico de la cuenca de la quebrada Beberrecio), folletos, afiches, videos, radio y campañas de educación ambiental.
- Qué recursos se encuentran disponibles para llevar a cabo la evaluación? No se cuentan en la actualidad.
- Quién será responsable de la coordinación e implementación de la evaluación? Corporación Autónoma del Alto Magdalena CAM junto con el Ministerio del Ambiente (Unidad de Parques Naturales).
- Cuál es el plazo para completar la evaluación? Un año, contando con un estudio detallado del área protegida local.
- Después de completar la evaluación, ¿qué pasos de seguimiento se tienen previstos? Diseñar y planificar el área protegida.

PASO 2. Evaluación de la información existente

Mapas, fotos aéreas e imágenes satelitales. Se cuenta con la cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) referenciada en la Plancha 344 II-A del 2005 a escala 1:25000.

Investigación sobre la biodiversidad, investigación científica y académica, estudios antropológicos y sociológicos y análisis de amenazas. Se cuenta con el documento “Plan Basico de Manejo 2005 -2009. Programa Parque Nacional Natural Nevado del Huila. Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección Territorial Sur Andina. Popayán. 2005, donde la cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio se ubica en las estribaciones del Parque Nacional Natural Nevado del Huila.

Programas internos e informes de campo. Trabajo de campo realizado en la finca de La Primavera el 21 al 23 de noviembre de 2009 por el Grupo ECOSURC y estudiantes de la Maestría de Ecosistemas Estratégicos de la Universidad Surcolombiana, dentro de los cursos de Ecosistemas y Biodiversidad y el presente trabajo de grado “Diagnóstico y plan de manejo ambiental de la cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio, municipio de Teruel - Huila” para obtener el título de Magister en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos en la Universidad Surcolombiana.

Evaluaciones de las necesidades de capacitación y fortalecimiento de capacidades, informes externos de agencias independientes y las revisiones / evaluaciones legales y de políticas. No se cuenta con esta información

PASO 3. Aplicación del cuestionario de la evaluación rápida

Se siguieron las instrucciones de la WWF que recomienda el uso del taller participativo para la recolección de datos, por tratarse de un enfoque con mayor probabilidad de generar información más confiable y completa, por permitir una participación más amplia de los interesados y tener mayores posibilidades de ser ampliamente aceptado por los directores de las áreas protegidas. Los talleres participativos también permiten a los participantes debatir una interpretación conjunta de cada pregunta, otorgando un enfoque más consistente y estandarizado al sistema general del cuestionario (ver Anexo F).

Se hicieron 4 visitas de campo a la cuenca, donde se realizó la aplicación del cuestionario con la participación de nueve (9) personas que están involucradas con la cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio, las cuales fueron:

- Rafael Yucumá – Presidente Junta Vereda Beberrecio.
- José Ailen Montilla – Presidente Junta Vereda Estambul.
- Lucia Vargas Salazar – Presidenta Junta Vereda La Primavera.
- Pablo EmilioPolanco – Cafetero (parte alta)
- Anacleto Rivera Motta – Cafetero (parte alta)
- Honorio Tello Londoño – Cafetero (parte media)
- Raquel Monje Fernandez – Ganadería (parte baja)
- Gentil Perez Camacho – Ganadería y cultivos (parte baja)
- Yenny Castro – Funcionaria UMATA – Municipio de Teruel.

PASO 4. Análisis de resultado

Del cuestionario de la evaluación rápida se desarrollaron los siguientes numerales:

- 1.- Información básica. (Esta se describe en el PASO 2).
- 2.- Presiones y amenazas.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

3, 4 y 5.- Contexto (Importancia biológica, importancia socio-económico y contexto, vulnerabilidad).

7 y 8.- Planificación (Seguridad legal y diseño del sitio)

PRESIONES Y AMENAZAS

El alcance, el impacto y la permanencia son combinados para calcular un grado general de presión y amenaza para cada actividad. Posteriormente esta información puede ser analizada de varias maneras.

COMPARACIÓN DE PRESIONES Y AMENAZAS MÚLTIPLES

Para definir las áreas protegidas de la cuenca de la quebrada Beberrecio, localizada en jurisdicción de las veredas Alto Beberrecio y Beberrecio, como los predios Rancho Alegre, Rancho Grande, Argelia, Monserrate y San Antonio del municipio de Teruel, pertenecientes a la zona del piedemonte de la Cordillera Central.

Se definieron tres áreas en la cuenca hidrográfica mencionada (ver Plano 1), donde se les asigna las siguientes características:

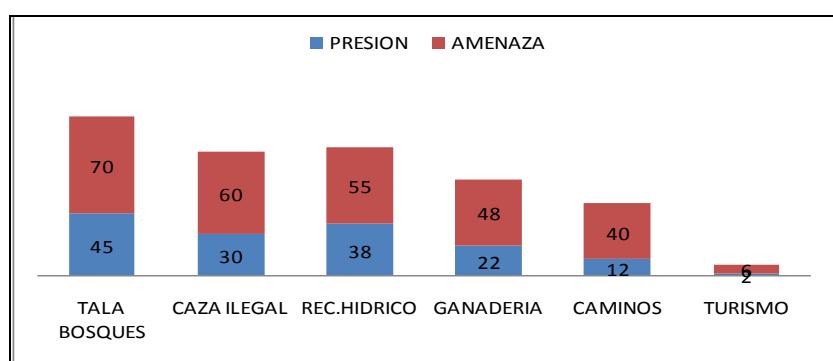
AP1 – Parte alta de la cuenca (264,3 Ha)

AP2 – Parte media de la cuenca (287,5 Ha)

AP3 – Parte baja de la cuenca (321,5 Ha)

Para la cuenca de la quebrada Beberrecio, la tala de bosques, caza ilegal (danta, oso de anteojos, gallito de roca y otros) y el recurso hídrico (agua para cultivos y consumo humano) constituyen la presión y la amenaza más seria, mientras que el turismo sólo constituye una amenaza y presión menor al sistema del área protegida (ver Diagrama 6).

Diagrama 6 Comparación de presiones y amenazas



La zona alta de la cuenca de la quebrada Beberrecio se considera como AP1, por lo tanto presenta mayor amenaza, debido a que es la de menor área por la

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

presencia de cultivos de café, tala de bosques y expansión de la ganadería (ver Diagramas 7 y 8).

Diagrama 7 Evaluación de una amenaza

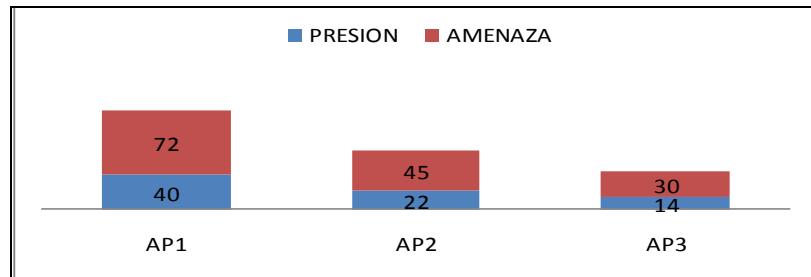
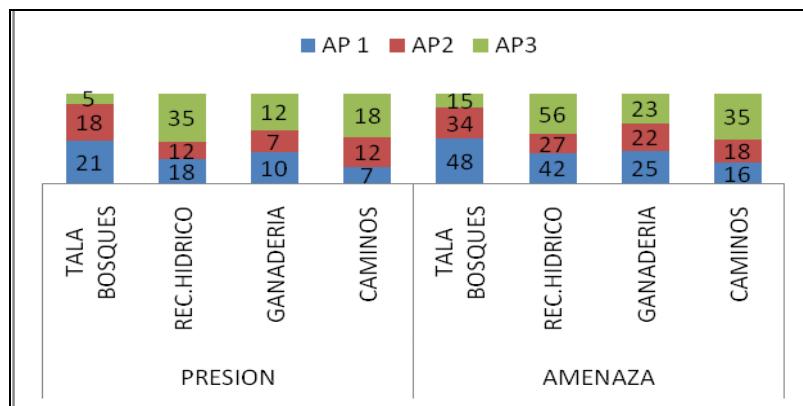
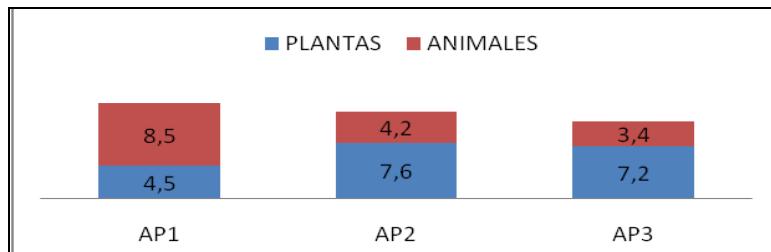


Diagrama 8 Comparación de presiones y amenazas acumuladas del sistema



Respecto a la importancia socioeconómica de especies de plantas animales, las AP2 y AP3 son las más relevantes en la producción ganadera (animales) y se reduce las plantas debido a la gran presencia de potreros y áreas deforestadas (ver Diagrama 9).

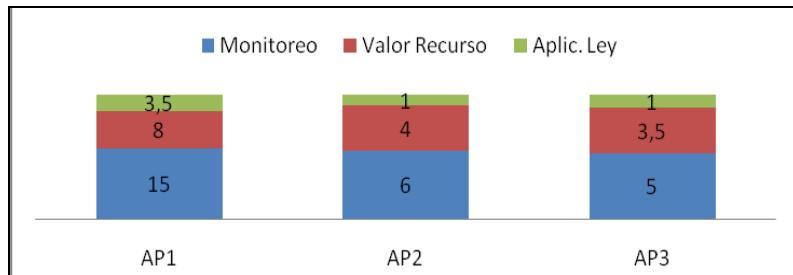
Diagrama 9 Importancia socio económica de especies de plantas y animales



Al analizar las condiciones favorecedoras de tala de bosques y caza ilegal, los cuatro encuestados coincidieron en estos aspectos, recalmando que la zona alta de la cuenca se debe darle más protección y desarrollar programas de recuperación (reforestación con especies nativas robles, cedros, yarumos, entre otros) las partes media y baja de la cuenca (ver Diagrama 10).

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Diagrama 10 Condiciones favorecedoras de tala de bosques y caza ilegal



PASO 5. Identificación de pasos a seguir y recomendaciones

a.- Requerimientos de cobertura vegetal

Para las zonas medias y baja de la cuenca de la quebrada Beberrecio se sugiere hacer programas de reforestación (especies nativas) (ver Fotografías 20 y 21 Condiciones actuales de la cuenca) para no generar endemismo con las especies de animales como la danta o tapir, oso de anteojos, gallito de roca y otros, no solamente requieren de un hábitat con la extensión suficiente para mantener poblaciones viables, sino además de una cobertura indicada para su protección. Esta necesidad surge de la dependencia que tienen estas especies de animales de la cobertura vegetal, no sólo para su alimentación sino como refugio y protección contra depredadores (cazadores ilegales).



**Fotografías 20 Parte media de la cuenca y 21 Parte baja de la cuenca
Problemas de deforestación, tala de bosques, caminos (erosión)**

b. Protección del recurso hídrico

Los caminos (vías destapadas), tala de bosques y ganadería están generando la reducción de caudales de las fuentes hídricas que surten a la quebrada Beberrecio, en la parte media y baja de la cuenca (ver Fotografías 22 y 23).



**Fotografías 22 Parte media de la cuenca y 23 Parte baja de la cuenca
Problemas de deforestación, tala de bosques, caminos (erosión) en la
reducción de caudales aportantes a la quebrada Beberrecio**

Se debe desarrollar un programa de protección de recursos hídricos a las siguientes fuentes de la quebrada Beberrecio:

a.- Fuentes de aguas azufradas

Por la vía que conduce al Municipio de Iquirá, muy cerca del cruce hacia Yaguará y a unos 60 metros de la carretera central, se ubica una fuente de aguas azufradas que manan en medio de un guadual localizado a orillas de la quebrada Beberrecio. Sus características son comunes a otra fuente de los alrededores en cuanto a olor y sabor apariencia del agua. Como su similar, sus aguas son utilizadas para fines medicinales. Debe anotarse que no poseen características termales. Esta fuente es menos frecuentada ya que el tamaño de ella es un poco más pequeña y presenta algunas dificultades para su acceso (ver Fotografía 24).



Fotografía 24 Aguas azufradas tributarias de la quebrada Beberrecio

b. - Cascada El Toti o El Diomate

Es de una belleza imponente. Tiene una altura aproximada de veinte metros y consta de dos caídas separadas entre sí por un charco rodeado por rocas y de regular profundidad que se asoma sobre el vacío y donde la fuerza del agua de la primera cascada forma con el rocío permanentes arcos iris. La segunda caída es más alta que la primera y deposita sus aguas en un pequeño charco rodeado de grandes rocas posiblemente desprendidas de la montaña (ver Fotografía 25 y Tabla 20).



**Fotografía 25 Cascada El Toti o El Diomate
Tributaria de la quebrada Beberrecio**

Tabla 20 Ficha de identificación de la cascada El Toti o El Diomate

| FICHA DE INVENTARIO PATRIMONIO NATURAL | | MUNICIPIO TERUEL |
|--|---|---------------------|
| DENOMINACIÓN: CASCADA "EL TOTI" o "EL DIOMATE" | | CODIGO |
| Ubicación: Finca Charco Alto- Vereda Beberrecio | PROPIETARIO: María de Jesús Cerquera | |
| VALOR: Paisajístico, ecológico | USO: Recreativo | |
| DISTANCIA DE LA ZONA URBANA: 2 Kilómetros aproximadamente | VIAS DE ACCESO: Camino de herradura a la Hacienda El Toti | |
| TRANSPORTE INDICADO: Automotor, a pie | TIEMPO DE RECORRIDO: 30 Minutos | |
| FLORA: Guadua, guayabas de hueso, matorrales | FAUNA: Pequeños peces, serpiente coral, torcasas. | |
| HECHOS RELACIONADOS: Ninguno | | |
| DETERIOROS: Reforestación, basuras | ACCIONES DE CONSERVACION PREVISTAS: Señalización, mejoramiento de acceso, acuerdos con propietarios para facilitar entrada. | |
| OBSERVACIONES: | | |

Fuente: Plan de desarrollo del municipio de Teruel 2008 - 2011.

Las cascadas se encuentran rodeadas de una espesa vegetación que las oculta a los ojos del visitante hasta último momento. Para llegar a las cascadas, se toma por un camino que se desprende del costado sur del templo parroquial del municipio de Teruel y que conduce a la Hacienda El Totí, por esta vía se accede a la parte alta, pero se desvía un poco antes de cruzar la quebrada se llega a la casa de la finca Charco Alto.

Infortunadamente, a causa de los abusos cometidos principalmente por jóvenes que dañan los árboles de cacao, aguacate o café de la parcela próxima, los propietarios han decidido restringir la entrada al lugar pero con una buena charla previa, se puede lograr la autorización de la familia para llegar por el camino más adecuado.

c.- Cascada El Limbo

Se encuentra sobre la vía que conduce a la Vereda Primavera a diez minutos de la escuela. La cascada está compuesta por dos caídas, una pequeña y otra de mayor tamaño. La cascada pequeña es angosta y tiene una altura aproximada de tres metros; al costado derecho de la parte de abajo ha formado una especie de cueva bañada por el rocío que transmite la sensación de una lluvia permanente, esta primera cascada, está separada de la segunda por un pequeño puente y que alcanza una altura aproximada de ocho metros, antes de desembocar en la quebrada de Las Herrerías. El lugar está rodeado de vegetación nativa que forma un pequeño y tupido bosque (ver Fotografía 26 y en la Tabla 21 se hace una descripción detallada de la Cascada El Limbo.



Fotografía 26 Cascada El Limbo tributaria de la quebrada Beberrecio

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Tabla 21 Ficha de identificación de la cascada El Limbo

| FICHA DE INVENTARIO PATRIMONIO NATURAL | | MUNICIPIO TERUEL |
|---|---|---------------------|
| DENOMINACIÓN: CASCADA "EL LIMBO" | | CODIGO |
| Ubicación: Vereda Primavera | PROPIETARIO: Gustavo Patío - Venancio Patío | |
| VALOR: Paisajístico, ecológico | USO: Recreativo | |
| DISTANCIA DE LA ZONA URBANA: 5 Kilómetros aproximadamente | VIAS DE ACCESO: Carretera Primavera - Las Herrerías | |
| TRANSPORTE INDICADO: Automotor, a pie | TIEMPO DE RECORRIDO: 30 Minutos | |
| FLORA: Cachinos, gualandayes | FAUNA: Serpiente coral | |
| HECHOS RELACIONADOS: Ninguno | | |
| DETERIOROS: Ninguno | ACCIONES DE CONSERVACION PREVISTAS: Señalización | |
| OBSERVACIONES: | | |

Fuente: Plan de desarrollo del municipio de Teruel 2008 - 2011.

d.- Meseta La Mesa del Oso

Es una meseta de aproximadamente un kilómetro de longitud por 60 de ancho localizada en las estribaciones de la Cordillera Central. Aparte de su importante valor Paisajístico, la Mesa del Oso guarda vestigios de un importante asentamiento de grupos precolombinos, lo cual se puede concluir de la cantidad de vestigios cerámicos y líticos (volantes de huso) encontrados con profusión en el sitio. Atravesando el lugar se ha construido una carretera que conduce a una mina de mármol próxima, a través de su recorrido se puede apreciar una roca que los vecinos atribuyen forma de tortuga y un metal que posiblemente hizo parte del menaje doméstico de nuestros antepasados. Lastimosamente, el lugar ha iniciado un notable proceso de deterioro por erosión en uno de sus extremos por mal manejo de las tierras (ver Fotografía 27 y Tabla 22).



Fotografía 27 Meseta La Mesa del Oso – Vereda Alto Beberrecio

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Tabla 22 Ficha de identificación de la Mesa del Oso

| FICHA DE INVENTARIO PATRIMONIO NATURAL | | MUNICIPIO TERUEL |
|--|--|----------------------------|
| | | CODIGO |
| DENOMINACIÓN: LA MESA DEL OSO | | |
| Ubicación: Vereda Beberrecio - Arrayanes | PROPIETARIO: Javier Vargas Trujillo - Rómulo Ortiz | |
| VALOR: Paisajístico, ecológico, arqueológico | USO: Ninguno | |
| DISTANCIA DE LA ZONA URBANA: 30 Kilómetros aproximadamente | VIAS DE ACCESO: Carretera Arrayanes | |
| TRANSPORTE INDICADO: Automotor | TIEMPO DE RECORRIDO: 90 Minutos | |
| FLORA: Sin determinar | FAUNA: Sin determinar. | |
| HECHOS RELACIONADOS: Ninguno | | |
| DETERIOROS: Erosión | ACCIONES DE CONSERVACION PREVISTAS: Reforestar | |
| OBSERVACIONES: | | |

Fuente: Plan de desarrollo del municipio de Teruel 2008 - 2011.

c.- Protección de la cuenca alta

Las veredas Beberrecio y los predios La Argelia y Monserrate son zonas cafeteras, donde los campesinos han talado los bosques en las partes bajas y medias remplazándolas por ganadería, y cultivos de café, respectivamente, debido a los bajos rendimientos de producción y presencia de la roya del café, estos han optado en talar la parte alta de la cuenca (que representa el 14,6% del área total de la cuenca) afectando la fauna y flora nativas (cedros, robles, yarumos entre otros) como también la reducción del recurso hídrico (ver Fotografías 28 y 29).



Fotografías 28 y 29 Parte alta de la cuenca se aprecian áreas deforestadas, cultivos de café y tala de bosques

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Al problema de la contaminación de las fuentes habría que agregar el problema de desaparición de los fragmentos de bosques en la zona cafetera debido al afán de los caficultores de expandir el área de cultivo. Esta actitud expansionista contribuyó a la desaparición de las reservas de agua, “ojos de agua”. Una vez extinguida la reserva de agua, los caficultores solicitaron a la Administración Municipal la construcción de acueductos veredales y la Administración entonces extendió kilómetros de tubería para suplir tal necesidad. Sin embargo, dicha solución ha sido sólo temporal puesto que día a día aumenta la demanda de usuarios y los acueductos veredales tienden a colapsar. En última, los acueductos veredales aceleraron la destrucción de los bosques en donde existían “ojos de agua” o reservas de agua y potenció la expansión de la zona de cultivo de café. Algo parecido ocurrió con los bosques localizados en las márgenes del río Pedernal, la María y Río Iquirá. Se talaron los árboles para sembrar café o para la obtención de leña para preparar los alimentos. Sobre las márgenes de dichos ríos se ha detectado una progresiva deforestación lo que puede ocasionar desbordamientos del cauce, derrumbes y avalanchas.²⁰

A partir de la reglamentación de las zonas amortiguadoras del SPNN, con base en procedimientos políticos y participativos, y según las competencias que a nivel nacional, regional y local se han determinado para el manejo y conservación de estas áreas, el Ministerio del Medio Ambiente, las CAR (para la zona sería la CAM) y las entidades territoriales iniciarán el proceso para su constitución.

Con base en una definición y delimitación preliminar de las zonas amortiguadoras, las entidades competentes procederán a la conformación de los comités consultivos en cada zona, en consonancia con los procedimientos vigentes, asegurando que tras un proceso participativo y en concertación con las comunidades locales asentadas en un área dada, se llevará a cabo su declaratoria y constitución legal.

d.- Educación, Capacitación y Divulgación para la gestión y la conservación

Con el fin de facilitar y fortalecer la participación regional y local en la gestión y conservación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), el Ministerio del Medio Ambiente, a través de las Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), deberán establecer un programa de sensibilización de las autoridades y comunidades que participan en el manejo y conservación de las ANP. Adicionalmente, se deben establecer metodologías para consolidar la capacidad organizativa de las pequeñas asociaciones veredales, municipales y de aquellos asentamientos humanos relacionados directamente con las ANP del Sistema Nacional de Área Protegidas (SINANP). Para tal fin, los proyectos de las CAM financiados con recursos del presupuesto nacional, en el tema de educación ambiental, serán destinados con especial atención a las comunidades aledañas o asentadas en ANP del SINAP.

²⁰ Plan de desarrollo del municipio de Teruel. 2008-2011.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Se debe buscar la capacitación de funcionarios del nivel nacional, regional y local, en lo relacionado con la administración y manejo de ANP y el desarrollo de proyectos de investigación y de uso sostenible de Recursos Naturales Renovables (RNR) en las mismas.

e.- Recursos de Fuentes Nacionales e Internacionales

Para el desarrollo de la política de Áreas Protegidas (AP) se cuenta con los recursos establecidos en la Ley No.99 de 1993 y la Ley No.141 de 1994 que constituye el Fondo Nacional de Regalías. Adicionalmente, se cuenta con los aportes del presupuesto nacional, los recursos propios administrados por las entidades, los recursos de crédito y de cooperación internacional. Complementariamente, se buscará canalizar recursos de otros sectores, en particular del Sector Agrícola, Eléctrico y los provenientes de los Fondos de Cofinanciación Nacional.

En el caso particular del Sector Agrícola (cultivo del café), debe fortalecerse la capacidad de negociación con aquellos Fondos que garanticen recursos de crédito para apoyar proyectos de producción sostenible y asistencia técnica en las áreas protegidas, donde estas actividades sean permitidas y en las zonas amortiguadoras de las áreas del Sistema de Parques Nacionales. Con relación al FONAM, al Fondo de Compensación Ambiental y otros Fondos Ambientales, de carácter público y privado, se priorizará el financiamiento de proyectos estratégicos en las Áreas Protegidas. La instancia Coordinadora del Sistema definirá cuales son los proyectos estratégicos y de igual forma promoverá para que las Corporaciones Autónomas Regionales - CAR's -, presenten proyectos en estas regiones, en nuestro caso sería la CAM.

f. – Metas para los próximos diez años

- Realizar la evaluación y estudio del área protegida local de la cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio.
- Establecer las 708 has (cuenca baja y media de la quebrada Beberrecio) en áreas adicionales al Sistema de Parques Nacionales Naturales del Nevado del Huila, ya sea con la ampliación de algunas áreas pequeñas forestales ya existentes y/o creación de nuevas áreas.
- Crear, establecer o poner en funcionamiento 708 has (cuenca baja y media de la quebrada Beberrecio) en Áreas Protegidas Regionales y Locales de instituciones públicas (CAR's, Gobernaciones y Municipios).
- Ampliar la Red de Áreas Protegidas de la Sociedad Civil y minorías étnicas en 75,3 has.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, la administración municipal de Teruel en su Plan de Desarrollo²¹ deberá plantear programas y proyectos que apunte a resolver los siguientes problemas:

- Desaparición de bosques y zonas de protección en las márgenes de la quebrada Beberrecio, La Cañada y La María afluentes del río Pedernal, debido a la expansión cafetera y la utilización de la leña para la preparación de los alimentos.
- Desabastecimiento de agua potable debido a la desaparición de los llamados “ojos de agua”; y la posterior demanda de conexión a acueductos veredales y prediales, donde las fuentes hídricas no darán abasto en el suministro.
- Destrucción del sombrío en los cafetales y baja conectividad de los fragmentos de bosques que pone en peligro las aves nativas y migratorias y en general la biodiversidad de la zona.
- Contaminación de las fuentes de agua de la microcuenca de la quebrada Beberrecio, afectando el río Pedernal con desechos sólidos y lixiviados de café.
- Expansión de la zona cafetera e implementación de prácticas agrícolas como la quema y la aplicación excesiva de químicos de alta toxicidad.

6.9 EVALUACION SOCIECONÓMICA

El análisis y la evaluación socio ambiental del diagnóstico de la zona de estudio, se encuentran de conformidad con las metodologías planteadas por el IDEAM y las CARs, la legislación Colombiana, visitas de campo realizadas y la población involucrada.

6.9.1 Uso Actual de la Tierra, área de producción y zonas ambientales

Referenciando la Tabla 23 se presenta un cuadro resumen de las diferentes unidades de cobertura y uso, áreas y tipos de cultivos presentes en la cuenca de la quebrada Beberrecio (ver Plano 7 Unidades de uso y/o cobertura).

En el Plano 8 Áreas de producción se presentan en detalle las cuatro (4) áreas (PM, PN, ZM y ZC), con su respectivas áreas parciales y porcentajes.

²¹ Plan de desarrollo de Teruel 2008 - 2011.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Tabla 23 Unidades de uso y cobertura – Cuenca Beberrecio

| CÓDIGO | SUBCUENCA | UNIDAD DE COBERTURA Y USO | AREA | % | TIPO DE CULTIVO | |
|--------|-----------------|---------------------------|--------|-------|--------------------------------------|--|
| | | | | | | |
| 1 | Rio Pedernal | Café (Cc) | 36,70 | 4,20 | Café | |
| | como tributario | Café - rastrojos | 1,00 | 0,10 | Café, rastrojos, reclitos de bosques | |
| | la quebrada | Mixtos (Cc/Ra/Pr) | 142,40 | 16,30 | Café, rastrojos, reclitos de bosques | |
| | Beberrecio | Pastos manejados (Pm) | 187,90 | 21,50 | Pastos manejados, café | |
| | | Pastos naturales (Pn) | 466,10 | 53,40 | Pastos naturales | |
| | | Pastos con rastrojos (Pr) | 17,60 | 2,10 | Pastos, rastrojos | |
| | | Rastrojos (Ra) | 21,50 | 2,50 | Rastrojos | |

Además, en el Plano 9 - Zonas ambientales se determinan tres (3) zonas de gran importancia en la cuenca de la quebrada Beberrecio con sus respectivas áreas.

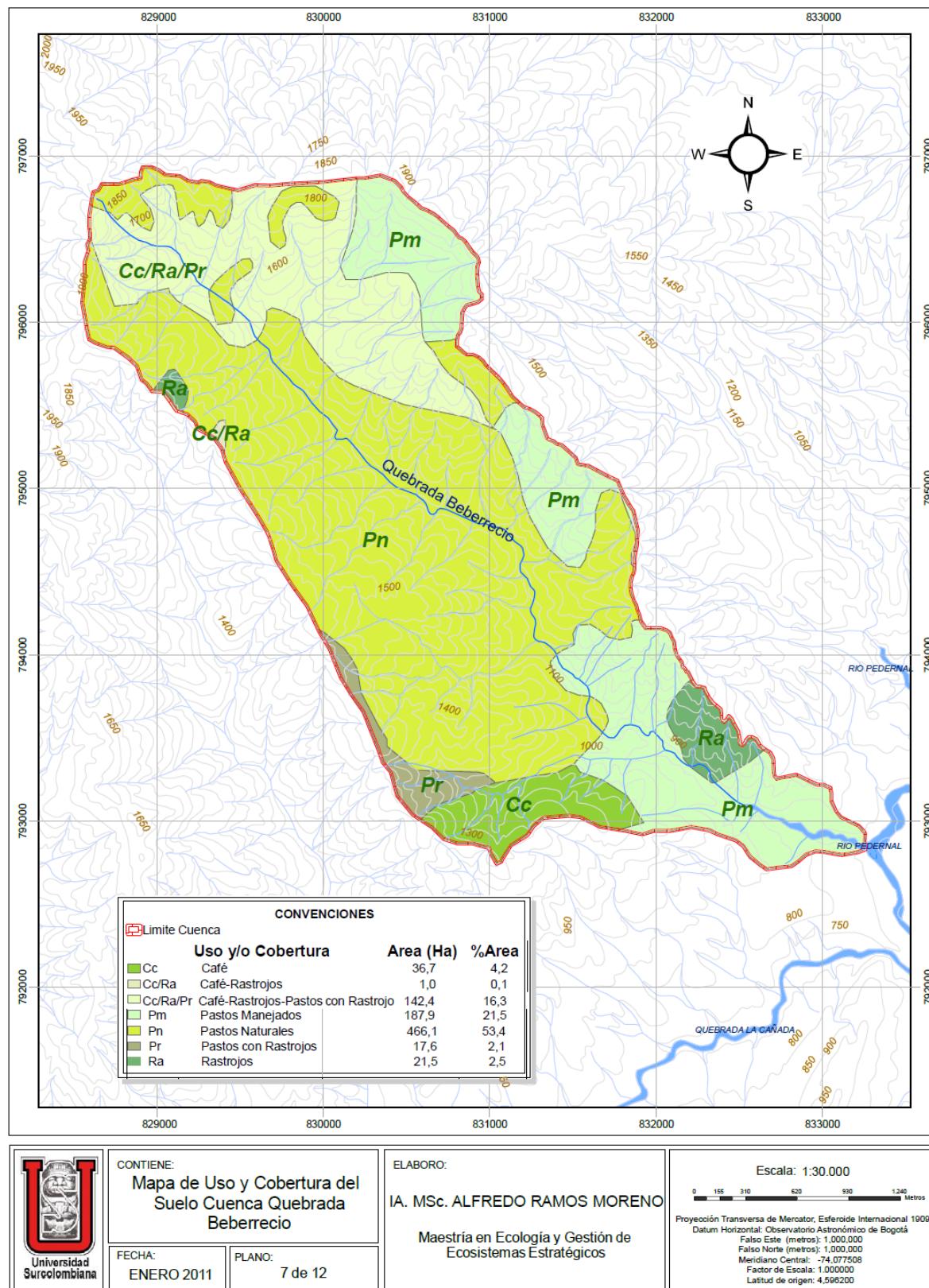
En la zona AAFPt predominan las áreas forestales Protectoras – Productoras, donde además de conservar la vegetación natural, se puedan adelantar actividades de producción sujetas necesariamente al mantenimiento del efecto protector. Actualmente estas áreas se encuentran cubiertas en Bosque Natural Secundario, café y pasto natural.

Para las AAFPtPd se presentan las áreas forestales productoras localizadas en la parte media de la cuenca de la quebrada Beberrecio, actualmente cubiertas en pequeños bosques de galería, pastos naturales y rastrojos. En estas áreas se puede aprovechar el bosque natural o artificial para obtener productos – Forestales. Esta producción puede ser directa si desaparece temporalmente el bosque, o indirecta cuando se obtienen frutales (plátano, guayaba entre otros) o productos secundarios sin implicar la desaparición del Bosque.

Igualmente, en la parte alta de la cuenca de la quebrada Beberrecio se presentan áreas forestales protectoras que deben ser conservadas permanentemente con bosques naturales o artificiales para proteger los recursos naturales renovables. En esta zona solo se permite la obtención de frutos secundarios del bosque. Estas áreas se encuentran cubiertas con café, rastrojo, pastos naturales y pequeñas zonas de bosque natural secundario.

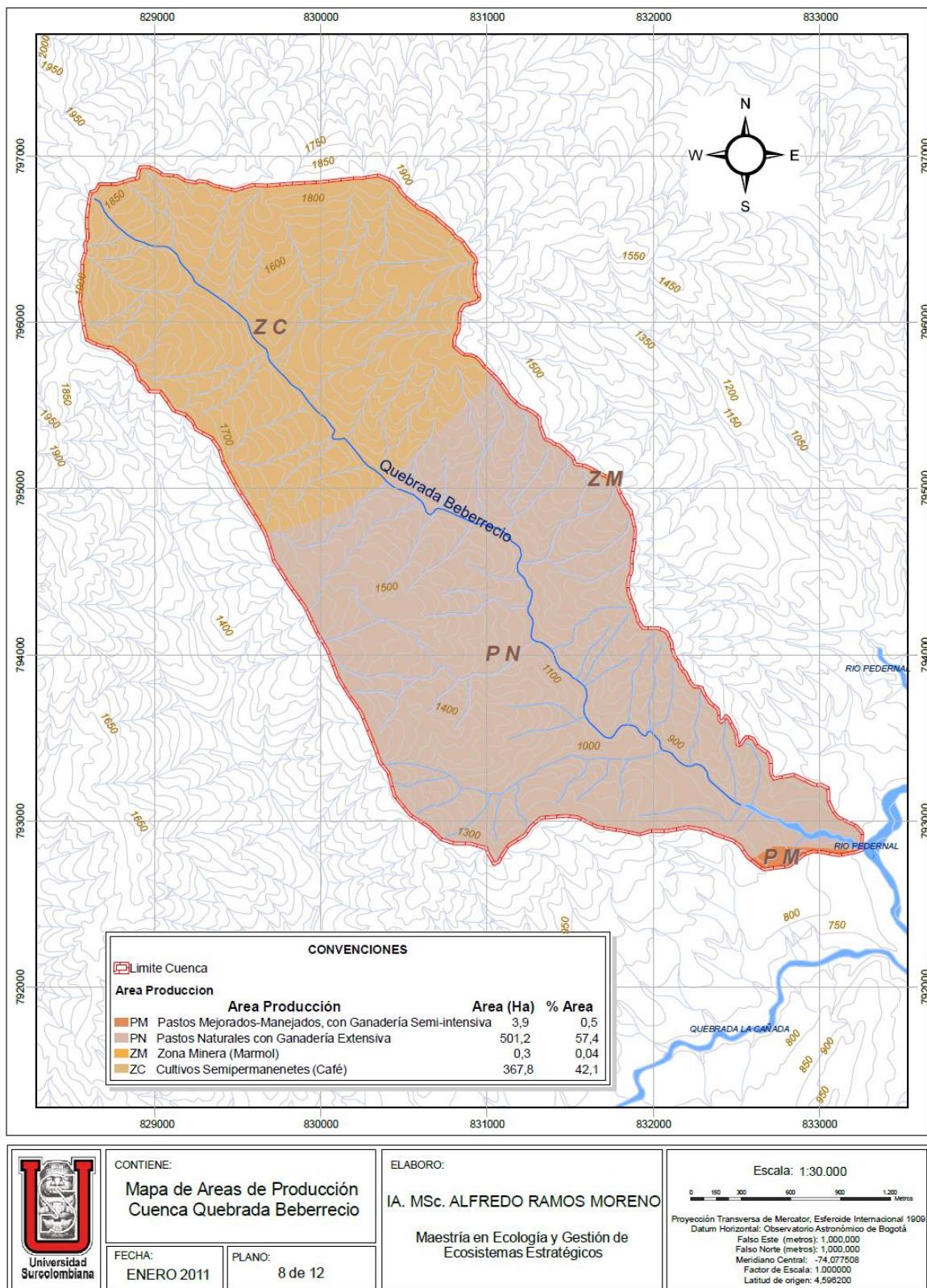
En el área restante (APEb) de la cuenca se presentan áreas de producción agropecuaria intensiva, moderada y de economía baja, donde se pueden desarrollar cultivos permanentes y/o semestrales, con algunas prácticas de manejo como mecanización controlada, sombrío y riego suplementario.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



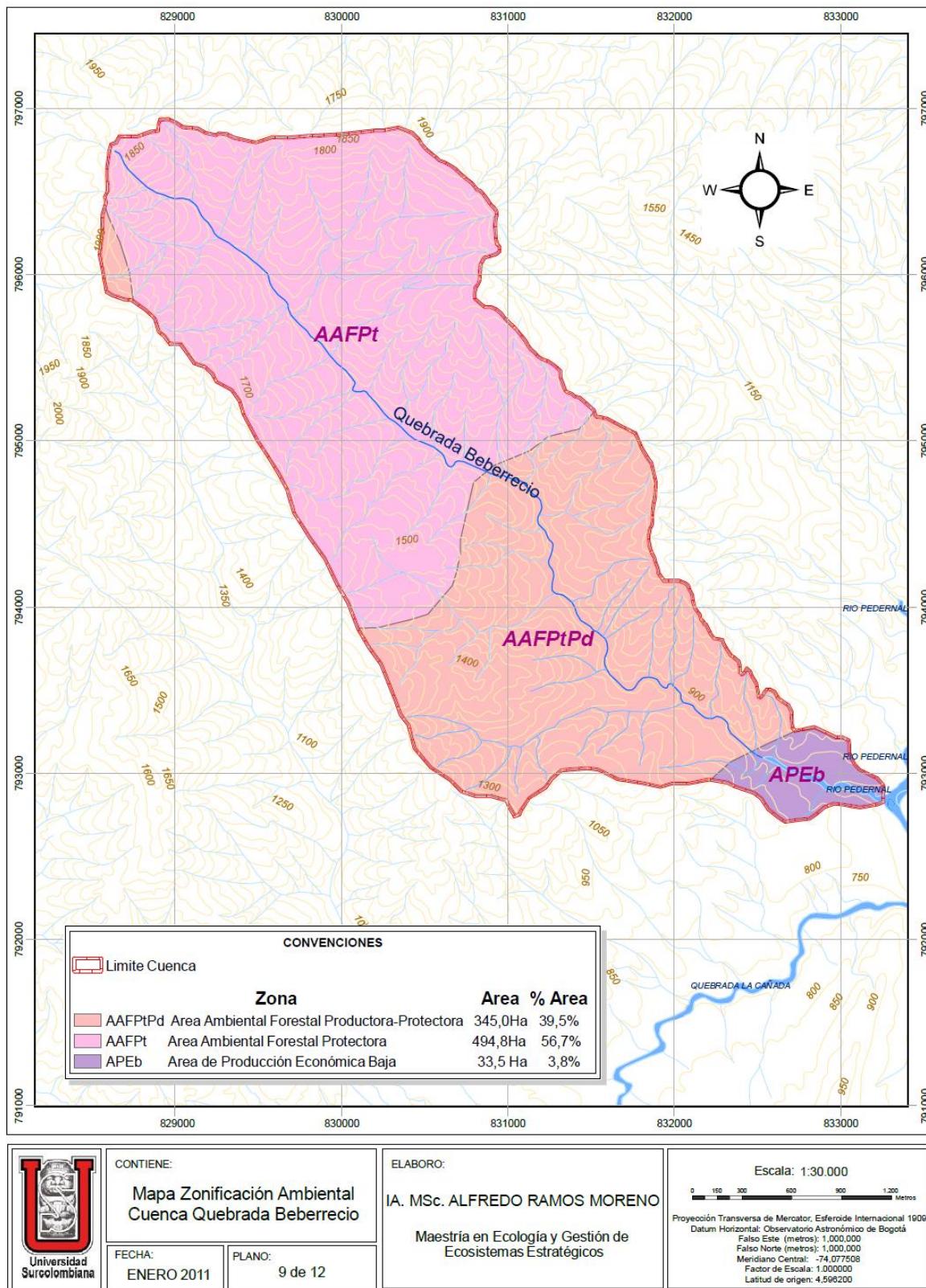
Plano 7 Uso y cobertura del suelo – Cuenca Beberrecio

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



Plano 8 Áreas de producción – Cuenca Beberrecio

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



Plano 9 Zonificación ambiental – Cuenca Beberrecio

6.9.2 Uso y degradación de los recursos naturales renovables

a.- Pérdida de suelos²²

La cuenca de la quebrada Beberrecio presenta una erosión natural de carácter lenta, debido a que el cauce se encuentra protegido por bosques y vegetación riparia (plantas que crecen a orillas de la fuente hídrica). En la parte alta de la cuenca se presentan escorrentías altas, debido a las pendientes mayores al 50%, pero se reducen cuando llegan al cauce de esta quebrada.

Además, por la presencia de las fallas geológicas descritas en el numeral 6.5.1 del presente las pérdidas de suelos producidas no son compensadas, ni por la transformación “in situ” del substrato geológico, ni por las aportaciones aluviales de las escorrentías y tributarios de la quebrada Beberrecio. Esta forma drástica de evolución edáfica es consecuencia de la modificación o de la total destrucción incluso, de aquellos hábitats naturales y primitivos que dejaron de estar protegidos por una cubierta vegetal suficiente que fueron remplazadas por cultivos de café y pastos (ganadería no tecnificada).

En realidad, si se consideran los cultivos de café existentes (parte alta) y la ganadería no tecnificada (parte media y baja) de la cuenca Beberrecio, estos pueden generar en algunos casos baja fertilidad de los suelos considerándose como una de las causas principales de la erosión. Los agricultores que son incapaces o que no desean seguir los sistemas de manejo que prevengan la perjudicial erosión acelerada, generalmente fallan en seguir las demás prácticas necesarias para la obtención de una producción óptima sostenible.

b.- Calidad del agua

Para la cuenca de la quebrada Beberrecio no existe información actualizada de agua, se realizó un análisis puntual de calidad, que se describe en el numeral 6.4.4 Calidad del agua – Protocolo del ICA – IDEAM del presente documento.

En la actualidad el municipio de Teruel se encuentra ejecutando del Programa Censo de Usuarios en cada una de las cuencas de su jurisdicción, el cual tiene como objetivo conocer la oferta de calidad del agua y demanda del recurso en las cuencas de todo el municipio.

c.- Pérdida de la biodiversidad

Se refleja claramente en el cambio de la cobertura inicial, como los bosques naturales, los cuales se conforman por una gran variedad de especies que están siendo remplazados, como consecuencia de la presión antrópica, por potreros (ganadería no tecnificada) y cultivos de café o muy pocas especies de gran valor

²² Plan de Ordenamiento Territorial municipio de Teruel. 2000.

ecológico, este fenómeno se puede observar en la parte alta y media de la cuenca de la quebrada Beberrecio, con menor intensidad en la parte baja, donde las áreas boscosas han sido intervenidas en mayor proporción, las cuales se describen en los numerales 6.6 y 6.8 del presente documento.

Otro factor importante de la pérdida de biodiversidad en la cuenca es el uso de plaguicidas en las actividades agrícolas (cultivos de café) y la presión que están soportando los bosques al ser explotados en forma indiscriminada, sin ningún tipo de manejo, disminuyendo así su abundancia y en algunos casos poniendo en peligro su permanencia.

6.9.3 Vías de acceso (comunicación)

La zona presenta **Caminos Reales**, en especial el **Camino de Guanacas**, antes de la muerte don Diego de Ospina y Medinilla en 1630, aconsejó a la Audiencia celebrar el Contrato para construir esta vía, comunicando a Timaná con Popayán. Teruel era parte integrante como paso obligado en los Caminos Reales (ver Fotografía 30) que comunicaban a Neiva y sucesivamente Palermo, Teruel, Iquira hasta Popayán y de allí hasta Quito (Ecuador).



Fotografía 30 Vías de acceso (Caminos reales) quebrada Beberrecio

Este Camino Real fue en Piedra y por su tránsito se pagaba peaje (Caminos Reales, Obra Inédita, realizada por Jorge Enrique Toledo y Mauricio Riveros), quedando rastros de él en los Predios de la Hacienda San Isidro, en el margen Oriental del Río Pedernal y la quebrada Beberrecio. Pasaban por allí toda la mercancía, esclavos, indios, la soldadesca, clérigos, visitadores, gobernantes, desde Cartagena y desde el Sur en Quito (Ecuador). Por estos caminos reales,

transitó nuestro libertador Simón Bolívar en diciembre de 1821 cuando a su paso hacia la Plata, pernotó en la Vereda del Almorzadero en casa de La Familia Bonilla, lugar histórico del municipio de Teruel.²³

El sistema de transporte existente que parte del municipio de Teruel a las veredas Beberrecio y Alto Beberrecio es el servicio de chivas y camionetas Toyota (ver Fotografías 31 y 32).



Fotografías No. 31 y 32 Servicio de transporte interveredal

6.9.4 Amenazas naturales

En la cuenca de la quebrada Beberrecio se identifican cinco (5) tipos de amenazas naturales identificadas: geológica, geomorfológica, hidrometeorológica, biológica y antrópica.

6.9.4.1 Amenaza geológica

Sismicidad de la Zona Andina. La cuenca Beberrecio por estar en la zona rural del municipio de Teruel en las estribaciones del Parque Natural Nevado del Huila presenta alto grado de sismicidad; además es bien conocido que la Cordillera Central aún presenta gran dinámica en su conformación y estabilidad, con un crecimiento anual aunque muy pequeño, sí es gradual. Según, INGEOMINAS, se han reportado los siguientes sismos en la población de Teruel: el del 16 de noviembre de 1827, 9 de febrero de 1967 (El Paraíso) y 6 de junio de 1994 (avalancha del río Páez), los cuales nos referencia el grado de sismicidad de la zona de estudio.

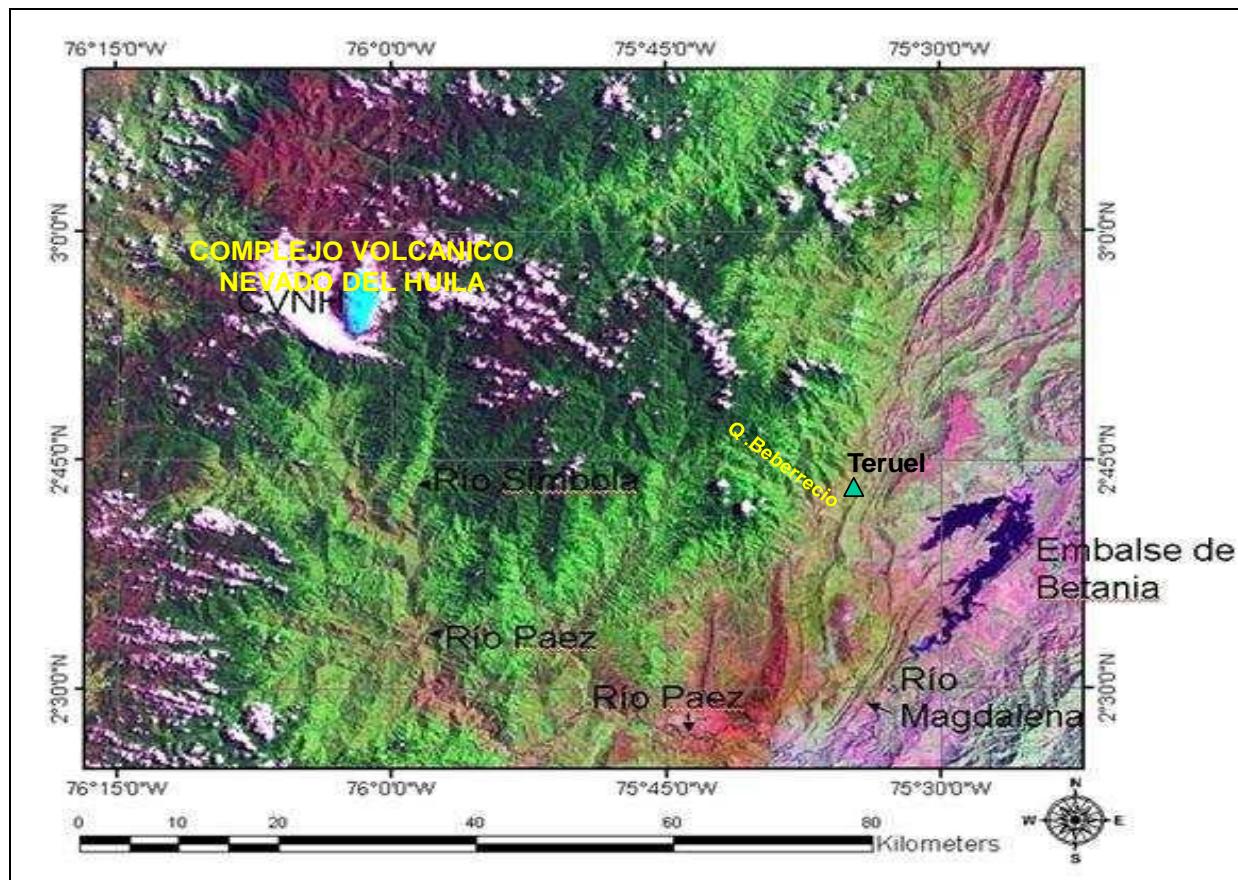
Vulcanismo Volcán Nevado del Huila. La cuenca de la quebrada Beberrecio presenta una separación estimada al Volcán Nevado del Huila (en actividad volcánica) es de más de 50 kms y no tiene fuentes hídricas que nazcan en él que

²³ Plan de Ordenamiento Territorial. Municipio de Teruel. 2000.

DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA

pueden prestar aumentos repentinos de caudales y posibles avalanchas; por consiguiente; el riesgo a consecuencia de una eventual actividad de su cono volcánico es moderado a bajo (ver Figura 6 donde se puede apreciar la distancia de la cuenca al Nevado del Huila). Si tendría en mayor grado el riesgo de caída de cenizas, con sus consecuencias para vivienda, contaminación visual y aire, al igual que efectos negativos en corrientes hídricas y vegetación como los cultivos de café.

Figura 6 Imagen satelital de la zona de influencia de vulcanismo del Nevado del Huila (INGEOMINAS, 2010)



Fuente: Marco Convenio INGEOMINAS - NASA KIWE (INGEOMINAS, 1996. Actualizado 2010)

Desestabilización Falla Geológica “La Chusma Teruel”. Estructura geológica (terraza sedimentaria aluvial) que atraviesa la población de Teruel y la parte media y baja de la cuenca Beberrecio en dirección general NE-SW, como fuente generadora de los problemas de estabilidad en las laderas por las altas pendientes (mayores a 50%), dentro de los estudios geológicos realizados por INGEOMINAS a esta falla se le han detectado indicios de activada neotectónica. La muestra evidente de la falla se observa en las laderas de las lomas en la margen derecha de las quebradas Beberrecio (parte media y baja de la cuenca) y El Pueblo, predios El Totí.

6.9.4.2 Amenaza Geomorfológica

Deslizamientos en la vía destapada Teruel - Vereda Beberrecio. El deslizamiento es activo, y su carácter retrogresivo involucra cada vez mayor área afectada, lo cual significa una mayor posibilidad de represamiento del cauce de la quebrada y mayor amenaza para los predios ubicados en la margen izquierda de la quebrada Beberrecio (por estar en zona de alto riesgo la parte media y alta de la cuenca).

Las causas de este fenómeno se debe a una área erosionada y sin cobertura vegetal, suelo con vocación ganadera (terrazas, Pata Vaca y se favorece por cultivos de pasto y algunos cultivos de café) las lluvias provocan erosión superficial infiltrando y saturando el suelo y provoca deslizamiento ayudados por alta pendiente, como se aprecia en la Fotografía 33.



Fotografía 33 Deslizamientos en vía destapada Teruel – Vereda Beberrecio

Erosión. La tala indiscriminada sobre la montaña (parte alta y media de la cuenca) son remplazados en área para los cultivos de café (forma desordenada y sin ningún tipo de técnica ocupa grandes extensiones); esto ayudo en la alteración del clima disminuyendo los caudales de las fuentes hídricas que abastecen la quebrada Beberrecio, de forma indirecta su parte media – baja de la cuenca se presentan variaciones de temperaturas por encima de los 24°C, el cual está deteriorando el suelo en forma gradual con bajas en la producción ganadera, devaluación del terreno y generando pobreza (ver Fotografía 34).



**Fotografía 34 Problemas de erosión margen derecha quebrada Beberrecio
Meandro en el predio Monserrate - Zona media – baja de la cuenca**

6.9.4.3 Amenaza Hidrometeorológica

Avalancha. En el mes de junio de 1996 el río Pedernal presentó una avalancha (Vereda Corrales límite de la cuenca Beberrecio) derrumbando muros de casas rurales y el puente antiguo de corrales, con un desbordamiento en su cauce a quince (15) metros a lado y lado y arrastre de escombros de árboles, piedra y lodo. Este antecedente es importante, tenerlo en cuenta, ya que podría ocurrir en los afluentes como Beberrecio, La Cañada, La vieja, entre otros.

Heladas y neblina densa. Las heladas han azotado es la zona rural dañando cosechas de fríjol, arveja, lulo y Yuca, dando grandes pérdidas en el sector agrario, en el sector pecuario los terneros han muerto por este fenómeno; las veredas afectadas por este fenómeno son: Río Iquira, La Armenia, La Floresta, La Mina, Beberrecio, Estambul, Corrales y Pedernal. La neblina densa afecta directamente la cosecha cafetera impidiendo que entre al cultivo el calor que es la principal fuente para la maduración del grano que ocasiona la caída y maduración de su fruto.

Inundación. La cuenca Beberrecio no se ve afectada por inundaciones.

Sequías. Las sequías afectan de forma directa el área rural en las veredas Almorzadero, Cajuchal Beberrecio y La Cañada, este fenómeno fue generado principalmente por la alta tasa de deforestación causada en la zona para la generación de pastos y praderas a la vez con las quemas intensivas, como también el fenómeno de El Niño.

6.9.4.4 Amenazas Biológicas

En la población humana

- **Dengue Hemorrágico.** Debido a las sequías intensas (fenómeno de El Niño) y a los empozamientos de agua se genera la reproducción de mosquitos y zancudos debido a este habitat que es propicio, la población veredal de Beberrecio y Alto Beberrecio se desplaza al municipio de Teruel para su control de vacunas, hospitalario y prevención.
- **Area Agropecuaria:** La Broca llegó al municipio de Teruel a finales de 1988 y produjo grandes estragos en el ámbito cafetero, debido al fenómeno de cambio climático como el recalentamiento de sus zonas generando un ambiente propicio en las veredas, Primavera, Sinaí, Pedernal, La María, La Mina, El Mesón, Monserrate y Beberrecio donde se presentaron los primeros indicios de esta enfermedad en el café. Esta ha sido controlada pero no ha sido erradicada en su totalidad por parte de los técnicos de la Federación de Cafeteros quienes prestan la asesoría a la comunidad campesina.
- **Fiebre Aftosa.** La Aftosa es de las enfermedades más difundidas, ocasiona grandes pérdidas por costo de tratamiento, en el municipio de Teruel los reportes han sido mínimos perjudicando en gran medida un diagnóstico claro de la problemática pecuaria. Las veredas que han reportado casos aislados son: Almorzadero, La Castilla, Beberrecio (parte baja de la cuenca), Estambul y La Cañada. Se han presentado algunos casos de Brucelosis.

6.9.4.5. Amenaza Antrópica

Incendios. En la cuenca Beberrecio en su parte se han presentado algunos incendios forestales para la ampliación de potreros (ganadería no tecnificada) (ver Fotografía 35).



Fotografía 35 - Zona de explotación ganadera – Parte baja de la cuenca

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

6.9.5 Zonificación social

La zonificación social de la cuenca de la quebrada Beberrecio está determinada por la información disponible al respecto y de su calidad. Pero ante la carencia de una información de calidad se ha optado por aplicar tres criterios básicos de solidez metodológica y seriedad reconocida, dado que se sustentan en cifras obtenidas a través de censos de población o información catastral. Donde la zona estudiada se clasificó con base en las tasas intercensales de crecimiento poblacional, en el índice de condiciones de vida y la estructura de propiedad de la tierra, los cuales se describen a continuación:

Crecimiento poblacional. Con referencia al indicador de crecimiento poblacional, se encontró que el municipio de Teruel, presenta las siguientes tasas de crecimiento total intercensal (ver Tabla 24).

Tabla 24 Proyección de la población de Teruel por cabecera y resto

| NOMBRE DEPARTAMENTO | NOMBRE MUNICIPIO | CÓDIGO MUNICIPIO | AÑO 2004 | | | | | AÑO 2005 | | | | |
|------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|---------------------|
| | | | POBLACION TOTAL | POBLACION CABECERA | PORCENTAJE CABECERA | POBLACION RESTO | PORCENTAJE RESTO | POBLACION TOTAL | POBLACION CABECERA | PORCENTAJE CABECERA | POBLACION RESTO | PORCENTAJE RESTO |
| HUILA | TERUEL | 41801 | 7575 | 3892 | 51,4 | 3681 | 48,60 | 7587 | 3921 | 51,7 | 3666 | 48,30 |

Fuente: DANE – Colombia. Proyecciones de Población. Estudios Censales. Departamento del Huila 2004 -2005. Bogotá, 2006.

Se consideraron los censos de 2004 y 2005, los cuales se aprecian en la Tabla 23 donde las cifras oscilan entre un máximo de crecimiento en la cabecera municipal de 1,00693 % promedio anual y la zona rural de 1,0041 % de promedio anual en el municipio de Teruel. Con base en estos valores extremos se diseñó la Tabla 25 de calificación de crecimiento poblacional, donde la calificación para el municipio de Teruel está entre 0.5 y 0.7. La población de la vereda Beberrecio presenta 234 habitantes que conforman 44 viviendas por familia, donde 126 son hombres y 108 mujeres (censo del 2005), lo cual es acorde con la tasa de crecimiento calculada.

**Tabla 25 Calificación de crecimiento poblacional según el DANE
a nivel municipal para estudios censales**

| Tasa de Crecimiento % | Calificación |
|-----------------------|--------------|
| 2 a 3 | 0,9 |
| 1 a 2 | 0,7 |
| 0 a 1 | 0,5 |
| de -1 a 0 | 0,3 |
| de -2 a -1 | 0,1 |
| Mayor de -2 | 0,0 |

Fuente: DANE – Colombia. Proyecciones de Población. Estudios Censales. Bogotá. 2003.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Indice de Gini. Es un indicador que se califica a la menor concentración, establecido por el IGAC, Subdirección de Catastro, para la zona rural de Teruel es medio o sea el valor es de 0,7 (ver Tabla 26)

Tabla 26 Calificación por el Índice de Gini

| Calificación | Valor |
|--------------|-------|
| Medio | 0,7 |
| Medio Alto | 0,5 |
| Alto | 0,3 |
| Muy Alto | 0,1 |

Fuente: DNP - IGAC. Subdirección de Catastro. 2003.

Índice de condiciones de vida. En este indicador se miden las cuatro variables mencionadas anteriormente, las cuales han sido agrupadas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y demás entidades participantes en las categorías reseñadas y en las de mayor desarrollo y subdesarrollo extremo que no se aplica a la zona. Para la zona rural de Teruel, este índice tiene una calificación de Medio Bajo que es equivalente a 0,3.

De conformidad con la calificación anterior otorgada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y demás entidades participantes, se procedió darle un valor numérico el cual se presenta en la Tabla 27.

Tabla 27 Valor Calificación ICV

| Calificación | Valor |
|--------------|-------|
| Medio Alto | 0,7 |
| Medio | 0,5 |
| Medio Bajo | 0,3 |
| Bajo | 0,1 |

Fuente: DNP - IGAC. Subdirección de Catastro. 2003.

Esta calificación se privilegia a los municipios de mayor desarrollo con un mayor puntaje y se castiga a los de menor desarrollo con el menor puntaje. La calificación económica aplicada al municipio de Teruel es de 1,3 (ver Tabla 28).

Tabla 28 Calificación económica

| I.GINI | CRECIMIENTO | ICV | TOTAL |
|--------|-------------|-----|-------|
| 0,7 | 0,3 | 0,3 | 1,3 |

Se aprecia que a los indicadores se les ha dado un peso específico en razón a que todos ellos reflejan una realidad regional donde otorgar a una variable una mayor ponderación que a las otras no es justificable y parcializaría los resultados.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Zonificación económica

Con base en los criterios enunciados anteriormente se clasifica el municipio de Teruel una calificación socio - económica de media - baja, según su nivel de desarrollo. En la Tabla 29, se detalla la población conciliada y la omisión censal del indicador de desarrollo de Teruel que es de 0,6.

Tabla 29 Indicadores de desarrollo del municipio de Teruel

| CODIGO DEPARTAMENTO | NOMBRE DEPARTAMENTO | CODIGO MUNICIPIO | NOMBRE MUNICIPIO | POBLACION CONSULTADA | | | OMISION CENSUAL | | |
|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| | | | | POBLACION TOTAL | POBLACION CABECERA | POBLACION RESTO | PORCENTAJE OMISION CENSO TOTAL | PORCENTAJE OMISION CENSO CABEC. | PORCENTAJE OMISION RESTO |
| | | | | JUNIO 30/05 | JUNIO 30/05 | JUNIO 30/05 | CENSO TOTAL | CENSO CABEC. | RESTO |
| 41 | HUILA | 41801 | TERUEL | 8226 | 4081 | 4145 | 0,60 | 0,59 | 0,60 |

Fuente: ICBF. Indicadores de desarrollo. (Demografía, salud, calidad de vida, educación, violencia y situaciones especiales). Departamento del Huila. Bogotá D.C., 2008.

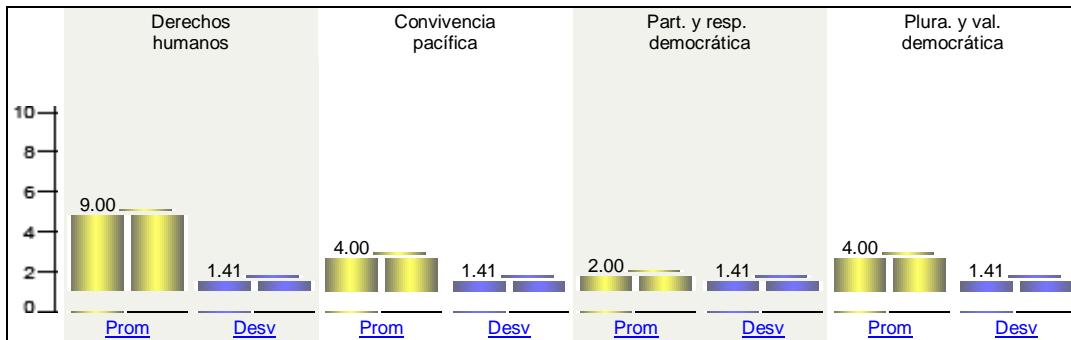
El resto de veredas oscila entre los 850 m.s.n.m. y 1200 m.s.n.m. en la llamada “Tierras de Zona Baja”, cálidas, despobladas, desoladas y dedicadas al cultivo del arroz en menor escala y a la ganadería por ser la mayoría de topografía plana y cubierta de pastizales; y los 1200 m.s.n.m. - 1950 m.s.n.m. en las “Tierras de Zona Alta” (cercanías a las estribaciones del Parque Nacional Natural Nevado del Huila), con gran variedad de pisos térmicos. Es la zona más poblada y donde se cultiva el principal producto de la región: el Café.

Educación

La zona veredal de la cuenca en estudio cuenta con el Centro Docente Rural Beberrecio “La escuela rural Beberéis”, que es de carácter mixto y la metodología impartida es “Escuela Nueva” y ofrece servicio de Educación Básica Primaria, con modalidad académica, funciona desde 1999, cuando se abrió un preescolar. En el 2010, la Secretaría de Educación del Huila reportó 2 estudiantes en el grado quinto (5°) de primaria (ver Diagrama 11 y Tabla 30 donde se describen los contenidos educativos como derechos humanos, convivencia pacífica, participación y responsabilidad democrática y pluralidad y valoración democrática), presentándose una deserción escolar por desmotivación, problemas de maltrato infantil, problemas familiares, explotación laboral de los estudiantes por parte de los padres de familias, entre otros factores.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Diagrama 11 Centro Docente Rural Beberrecio - Grado 5°



Fuente: Secretaría Educación departamento del Huila. 2010.

**Tabla 30 Relación de estudiantes a nivel veredal, municipal y departamental
Promedio y desviación - Nivel de formación**

| ENTIDAD | Número Alumnos | Derechos humanos | | Convivencia pacífica | | Participación y responsabilidad democrática | | Pluralidad y valoración democrática | |
|---------------------------------|----------------|------------------|------|----------------------|------|---|------|-------------------------------------|------|
| | | Prom | Desv | Prom | Desv | Prom | Desv | Prom | Desv |
| Centro Docente Rural Beberrecio | 2 | 9.00 | 1.41 | 4.00 | 1.41 | 2.00 | 1.41 | 4.00 | 1.41 |
| TERUEL | 161 | 6.35 | 2.81 | 4.72 | 3.25 | 2.98 | 2.66 | 4.20 | 2.60 |
| HUILA | 18,621 | 6.93 | 2.71 | 5.57 | 3.05 | 3.91 | 2.98 | 4.97 | 2.69 |

Fuente: Secretaría Educación departamento del Huila. 2010.

Los niños de las comunidades rurales de las veredas Beberrecio, Alto Beberrecio y Monserrate se desplazan a la Institución Educativa Estambul para recibir su educación básica primaria (ver Fotografía 36).



Fotografía 36 Institución Educativa Estambul – Cuenca de Beberrecio

Salud pública

La comunidad veredal de la cuenca Beberrecio recibe del municipio de Teruel los programas y atención de salud pública con la ejecución del Plan de Atención Básica Municipal que desarrolla la Secretaría de Salud Municipal y la ESE Hospital San Roque.

El Plan de Desarrollo Municipal 2008 – 2011 plantea con cada una de las líneas de acción la metodología formulada por el Departamento de Planeación Nacional (DNP) y bajo la asesoría gubernamental en la región de las Secretarías de Planeación Departamental y de Salud, para todas las veredas del municipio de Teruel, en los siguientes aspectos:

- Reducción de las enfermedades inmunoprevenibles, prevalentes de la infancia y mortalidad infantil.
- Implementación de la Política de Salud Sexual y Reproductiva.
- Fortalecimiento de la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional.
- Promoción de Estilos de Vida Saludable para la Prevención y Control de Enfermedades Crónicas no Transmisibles.
- Reducción del Impacto en Salud de la Violencia e Implementación de las Políticas de Salud Mental y de Reducción de la Demanda de Sustancias Psicoactivas.
- Prevención y Control de la Lepra y Tuberculosis.
- Vigilancia en Salud Pública.
- Factores de Riesgo del Ambiente, Consumo, Vectores y Zoonosis.

Cultura

En la zona de la cuenca no desarrollan actos culturales, normalmente la comunidad rural se desplaza los días viernes, sábados, domingos y lunes al municipio de Teruel con la finalidad de participar y formar parte de los actos culturales y deportivos y con una gran riqueza de patrimonio material e inmaterial con gran reconocimiento a nivel departamental y nacional, gracias a sus escritores, fotógrafos profesionales, compositores y artesanos como Jader Rivera Monje, Gilberto Pérez, Leonel Laguna entre otros, y porque no decirlo su banda municipal la cual se destacó durante varios años consecutivos como la mejor del departamento. Al hablar de cultura el municipio cuenta con una sede donde diariamente se promueven los valores artísticos y culturales propios de la región, rescatando así la importancia de los legados culturales del Departamento y la implementación de nuevas alternativas en el trabajo de la madera, el coco y el pindo.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Las fiestas más importantes y de mucha concurrencia por parte de las comunidades veredales de Teruel son: Fiestas de San Pedro en el mes de junio (ver Fotografía 37), donde se hacen desfiles con las reinas por las calles, se baila toda la noche en tablados populares y a la madrugada al ruido de las alboradas (quema de pólvora) por las calles del pueblo, donde la comunidad disfruta hechando agua y harina. Con relación a las fiestas religiosas, la comunidad veredal es muy fervorosa en las patronales de Nuestra Señora de la Candelaria, San Roque, Corpus, etc. Se celebran procesiones con las imágenes adornadas que recorren en andas las calles hasta llegar a la iglesia. Los participantes llevan velas encendidas y en la iglesia se quema un castillo de pólvora y toca la banda del pueblo.



Fotografía 37 Anuncios de las fiestas de San Pedro en Teruel 2011

Deporte

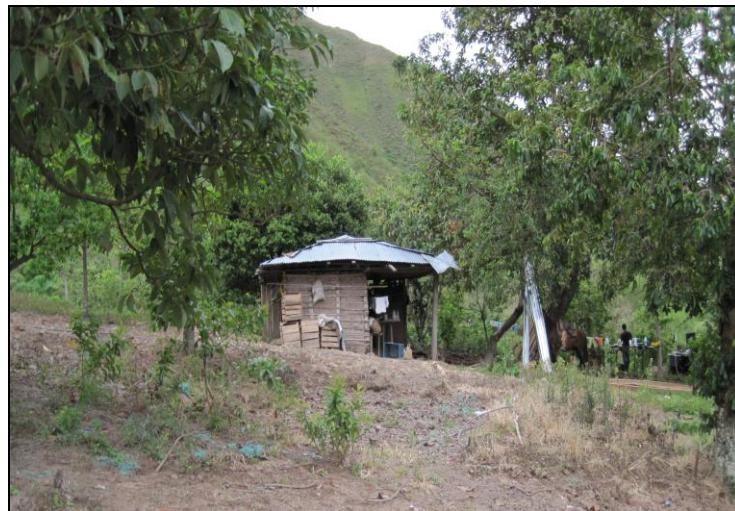
En los últimos años el deporte y la recreación han vivido un proceso de transición marcado por la participación de los diferentes sectores, que busca el aprovechamiento del tiempo libre de la población y la promoción de las prácticas de actividades deportivas (los fines de semana entre la comunidad de la cabecera municipal y la veredal). Para este efecto, se cuenta con diversos escenarios deportivos tanto en el área urbana como rural, que permiten el libre acceso y la práctica frecuente y voluntaria de algunas disciplinas deportivas entre ellas (Fútbol, básquetbol, voleibol, atletismo entre otras.), el cual requiere de adecuación, remodelación y mantenimiento.

Vivienda

Las características y datos de las viviendas rural en la zona de la cuenca es que el 70% son de bahareque y techo de zinc, la mayoría pintadas en blanco, piso y

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

corredor en cemento afinado; la distribución típica rural es: un corredor al frente el cual comunica a 2 o 3 habitaciones y a la cocina que está separada, rodeada de un patio (ver Fotografía 38).



Fotografía 38 Vivienda típica en la zona de la cuenca de Beberrecio

En el área rural del municipio de Teruel al 2008 existían 958 viviendas y la población rural es de 4199 y un déficit de viviendas negativo (- 79) (ver Tablas 31 y 32).

**Tabla 31 Crecimiento poblacional y su proyección rural
Municipio de Teruel**

| AÑO | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| HABITANTES | 4145 | 4153 | 4177 | 4199 | 4232 | 4272 | 4319 | 4372 |

Fuente: Plan de desarrollo municipio de Teruel 2008 – 2011.

Tabla 32 Déficit de vivienda rural en el municipio de Teruel

| ANALISIS ZONA RURAL | 2008 | | 2012 | |
|----------------------------|------|------|------|------|
| No de habitantes/familia | 4 | 3 | 4 | 3 |
| No de habitantes | 4145 | 4145 | 4372 | 4372 |
| No de familias | 1037 | 1382 | 1093 | 1458 |
| No de predios para habitar | 958 | 958 | 958 | 958 |
| Déficit de vivienda | -79 | -424 | -135 | -500 |

Fuente: Plan de desarrollo municipio de Teruel 2008 – 2011.

Hay que tener en cuenta las viviendas a reubicar por zona de riesgo. Estos programas de vivienda nuevos y otros a los que se les quiere dar continuidad, entre otros los predios Argelia, Alto Beberrecio y Monserrate. Sin embargo, se requiere adelantar el proceso de ampliación del perímetro de los predios para su ejecución y no contrarias a lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Teruel.

Propiedad privada y tenencia de tierras

De acuerdo a los registros de la Subdirección de Catastro del IGAC y el INCODER Territorial Huila²⁴, la zona de la cuenca de la quebrada Bebererrecio está conformada por 14 predios aproximadamente. En el Anexo G, se presenta la distribución predial de la cuenca de la quebrada Beberrecio, quedando algunos predios por asignar su codificación por parte del IGAC y el INCODER.

6.10 CONFLICTOS DE USO DEL SUELO

Los conflictos de uso ambiental se generan por la existencia de incompatibilidades significativas entre la oferta y la demanda ambiental. La incompatibilidad se expresa o surge entonces cuando se establece un desequilibrio entre el Uso potencial (Capacidad de uso del suelo, aptitud de uso y vocación) y el Uso que el hombre ha ejercido sobre el recurso.

6.10.1 Aptitud y uso de tierras

Para la evaluación de la aptitud y uso de tierras se aplicó la metodología del IGAC, teniendo como referencia el estudio general de suelos del departamento del Huila IGAC – 2002, donde se definieron tres (3) categorías (ver Tabla 33 y Plano 10):

Tabla 33 Aptitud y uso de tierras – Cuenca Beberrecio

| APTITUD, AREA Y % AREA | | AREA Ha | AREA % |
|------------------------|---|------------|-----------|
| A3/N | Tierras con marginal aptitud no aptas condicionalmente para actividades agropecuarias | 372,30 | 42,60 |
| | | | |
| A2/A3 | Tierra con moderada a marginal aptitud agropecuarias | 6,30 | 0,70 |
| N | Tierras no aptas para actividades agropecuarias | 494,70 | 56,70 |

Tierras no aptas a marginalmente aptas para actividades agropecuarias A3/N. Corresponden a las tierras de las unidades cartográficas MRAf2 y LXAd1

²⁴ IGAC. Subdirección de Catastro. INCODER. Territorial Huila. Registro predial. 2010.

con un área de 372,3 has (ver Tabla 32 y Planos 6 y 10). Estas tierras se presentan en los tipos de relieve de filas y vigas, cuestas, crestones y flatirones asociados, colinas y lomas localizadas en los paisajes de montaña, piedemonte y lomerío de climas medio húmedo y cálido seco y muy seco, con relieves ondulados a moderadamente escarpados y pendientes 3-7-12 – 25 y 50% y aún mayores, con erosión moderada a severa.

Tierras con moderada a marginal aptitud para actividades agropecuarias

A2/A3. Corresponde a la unidad cartográfica MARf2 con un área de 6,3 has, parte alta de la cuenca en el sitio llamado Filo La Mesa del Oso por un costado donde nace la quebrada Beberrecio (ver Tabla 32 y Planos 6 y 10). Presentan esta aptitud aquellas tierras localizadas en los tipos de relieve de filas y vigas asociadas, Hog-backs, crestones y barras asociadas, así como en los vallecitos intermontanos del paisaje de montaña y en las mesas y colinas del lomerío en todos los pisos térmicos; donde el clima, unas veces (precipitaciones mayores a 2000 mm y/o menores de 1000 mm) y las fuertes pendientes (25-50 y 75%) son las mayores limitantes, para que estas unidades puedan tener una mejor aptitud para los tipos de uso (cultivos de café) evaluados, de acuerdo con los resultados del proceso de armonización.

Tierras no aptas permanentemente (N). Corresponden a la unidad cartográfica de suelos MQAg2 (ver Tabla 32 y Planos 6 y 10), que son tierras con condiciones que parecen excluir una producción sostenida del tipo de utilización en cuestión.

6.10.2 Áreas de conservación

Las áreas de conservación se encuentran definidas en el Plano 11, donde se definen las características de las zonas de conservación y sus áreas correspondientes.

Para desarrollar las áreas de conservación se deben trabajar en las siguientes líneas de acción:

- Reducir la expansión de la zona cafetera: creación de programas educativos junto con el comité municipal de cafeteros y los técnicos para convencer a los caficultores de que la extensión no es proporcional a la productividad.
- Evitar la tala de árboles: gestionar recursos de cofinanciación entre varias instituciones gubernamentales y entes privados para la adquisición de biodigestores y estufas que utilicen gas en vez de leña proveniente de bosques. Los caficultores adquirirán las estufas a bajo precio y se comprometen a no talar árboles.
- Prevenir la fragmentación de bosques: apoyar el programa de la red de tarabitas para comunicar veredas y fincas y exigir que se cumplan las normas ambientales en el momento en que se planifique la apertura de

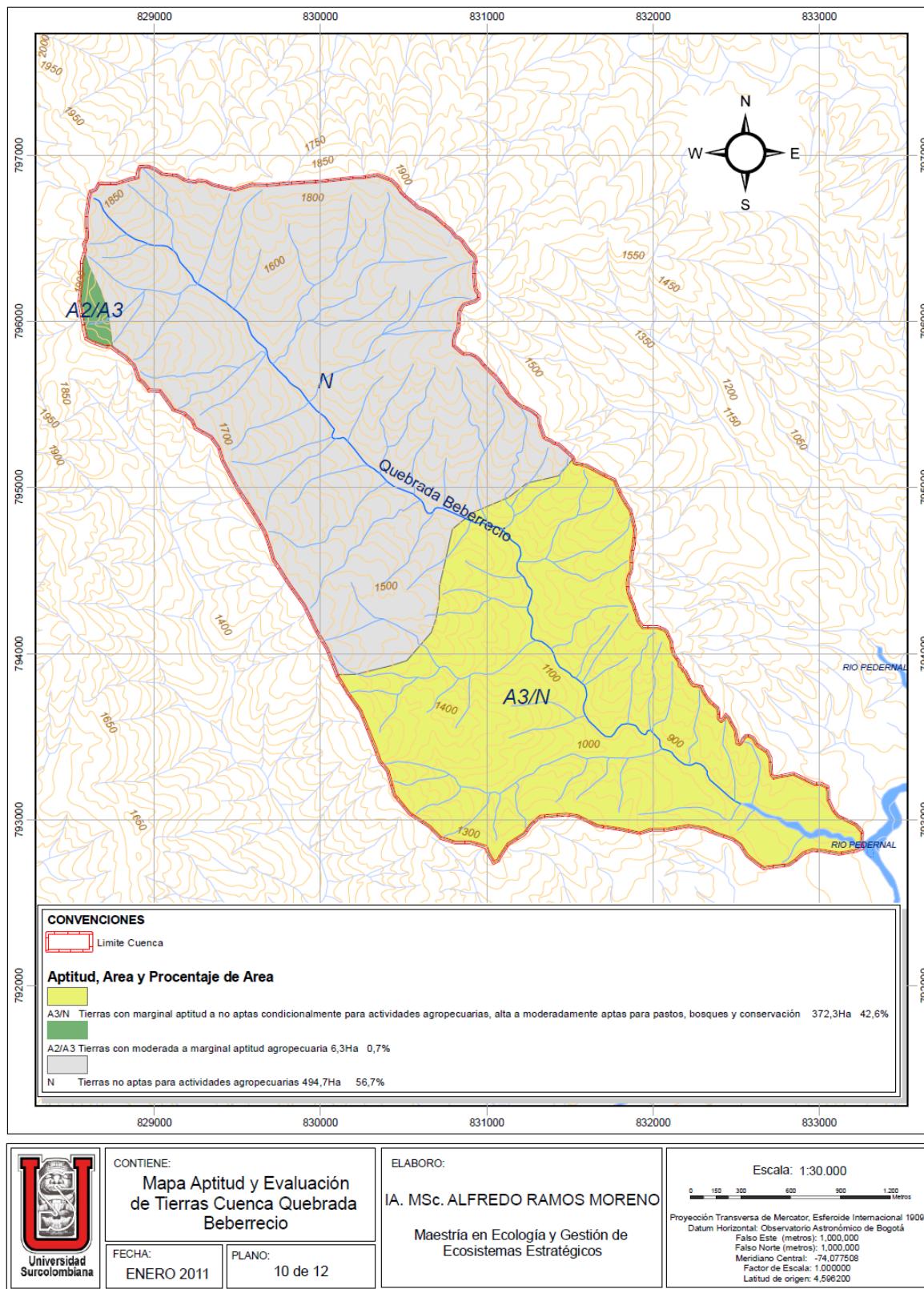
**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

una carretera teniendo en cuenta que no se fragmenten bosques ni se destruya las riveras de los ríos.

- Recuperar el bosque en la rivera de los ríos se debe identificar el estado de las riveras de la quebrada Beberrecio y su desembocadura al río y elaborar un plan de reforestación a corto plazo.
- Abastecer de agua potable en el futuro se debe censar e identificar el estado actual de los nacimientos de agua existentes en los predios cafeteros de la cuenca de la quebrada Beberrecio y crear un plan de recuperación de “ojos de agua” económico y efectivo. Para que la comunidad reconozca la importancia del agua se debe promocionar a través de la radio, medios impresos y charlas colectivas la importancia de tener agua propia en las fincas, la difusión del plan para recuperar los nacimientos y la sensibilización para que la gente aprecie las riquezas naturales de la región.
- Proteger a las aves se deben buscar estrategias para la recuperación del sombrío y la conectividad de los fragmentos de bosques. Para que la comunidad reconozca a sus aves se debe hacer una divulgación por todos los medios de los alcances del programa de CENICAFE “Censo Participativo de Aves” que se viene desarrollando en el municipio desde hace tres años y apoyar los grupos juveniles de observadores de aves.
- Evitar la contaminación se deben de dotar de baterías sanitarias, trampas de grasa, instalación de los sistemas de filtros y fosas para los lixiviados y cáscara de café. En cuanto al uso de desmusigiladores, estimular la compra de los mismos a través de financiamientos apropiados.
- Mejorar la calidad de vida de los caficultores se les deben realizar programas y proyectos de certificación de fincas a través de sellos verdes que permitan la producción de café especial de alta calidad, su comercialización y protección del medio ambiente.
- Adelantar estudios científicos se debe proponer y apoyar programas y proyectos de estudio de la biodiversidad en la zona cafetera y su posterior divulgación.

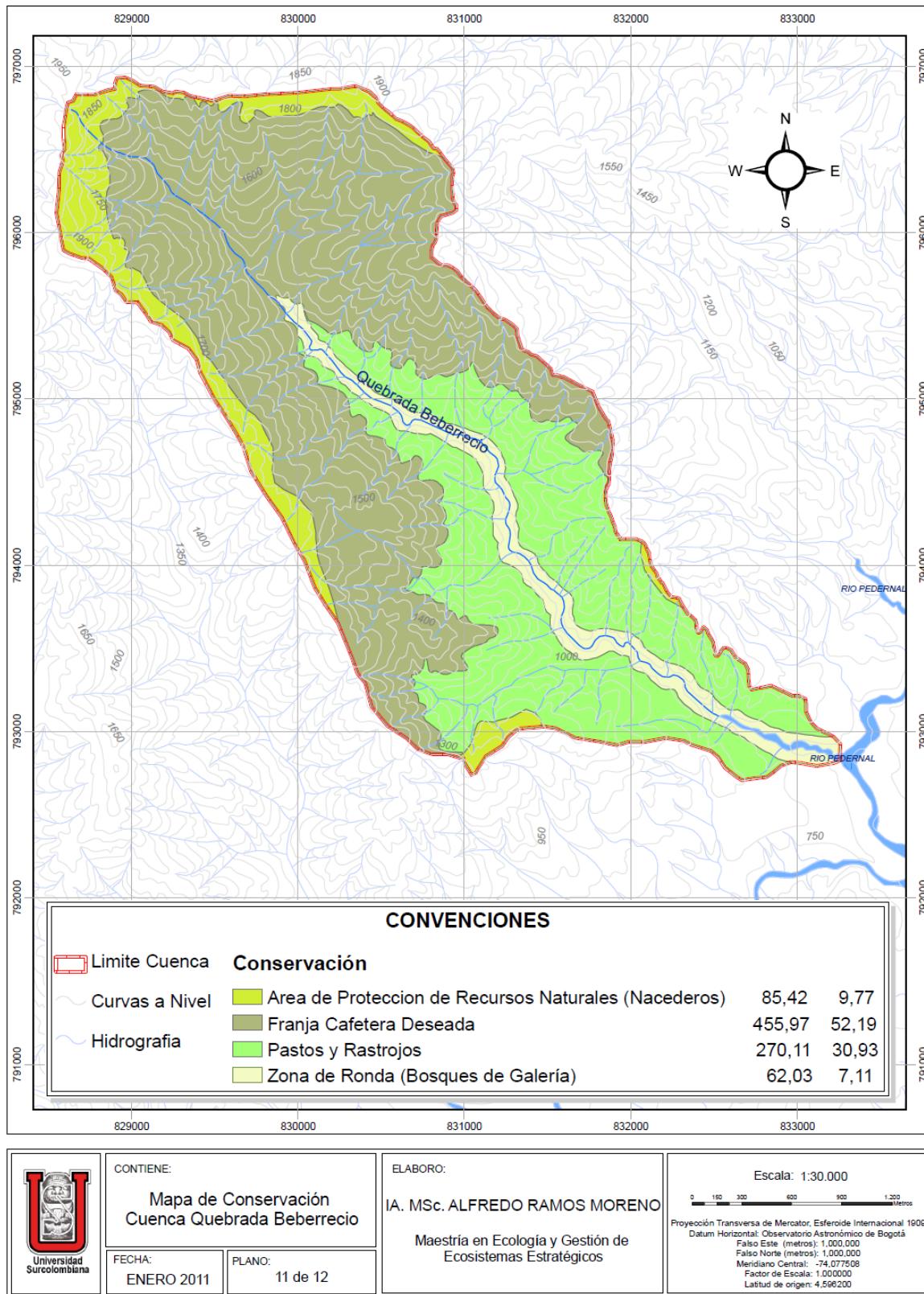
Como observación final el municipio de Teruel deberá gestionar ante los organismos estatales y organizaciones privadas de carácter nacional e internacional para proyectar la imagen de Teruel haciendo énfasis en los parques naturales y el café especial producido bajo los parámetros de agricultura sostenible. Actualmente el municipio es identificado departamentalmente como “Paraíso cafetero del Huila”, debería llamársele de ahora en adelante “Paraíso forestal y cafetero del Huila”. De esta forma uniríamos en una sola frase sus dos más grandes riquezas.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



Plano 10 Aptitud y evaluación de tierras – Cuenca Beberrecio

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**



Plano No. 11 Areas de conservación – Cuenca Beberrecio

6.10.3 Zonas de conflictos por uso del suelo

Para hallar las zonas de conflicto por uso del suelo en la cuenca de la quebrada Beberrecio, se establecieron dos (2) categorías, teniendo en cuenta la oferta ambiental de cada unidad (suelos, capacidad de uso, aptitud, cobertura y uso actual):

Conflict Alto (A). La cuenca presenta 826,4 Has (94,6% del área total) (ver Plano No.12). Corresponde a aquellas áreas donde el uso actual de la tierra no concuerda con el uso potencial recomendado y donde además se han incorporado suelos de alta susceptibilidad a la erosión, siendo su vocación fundamental la forestal o de protección absoluta (ver Plano 12)

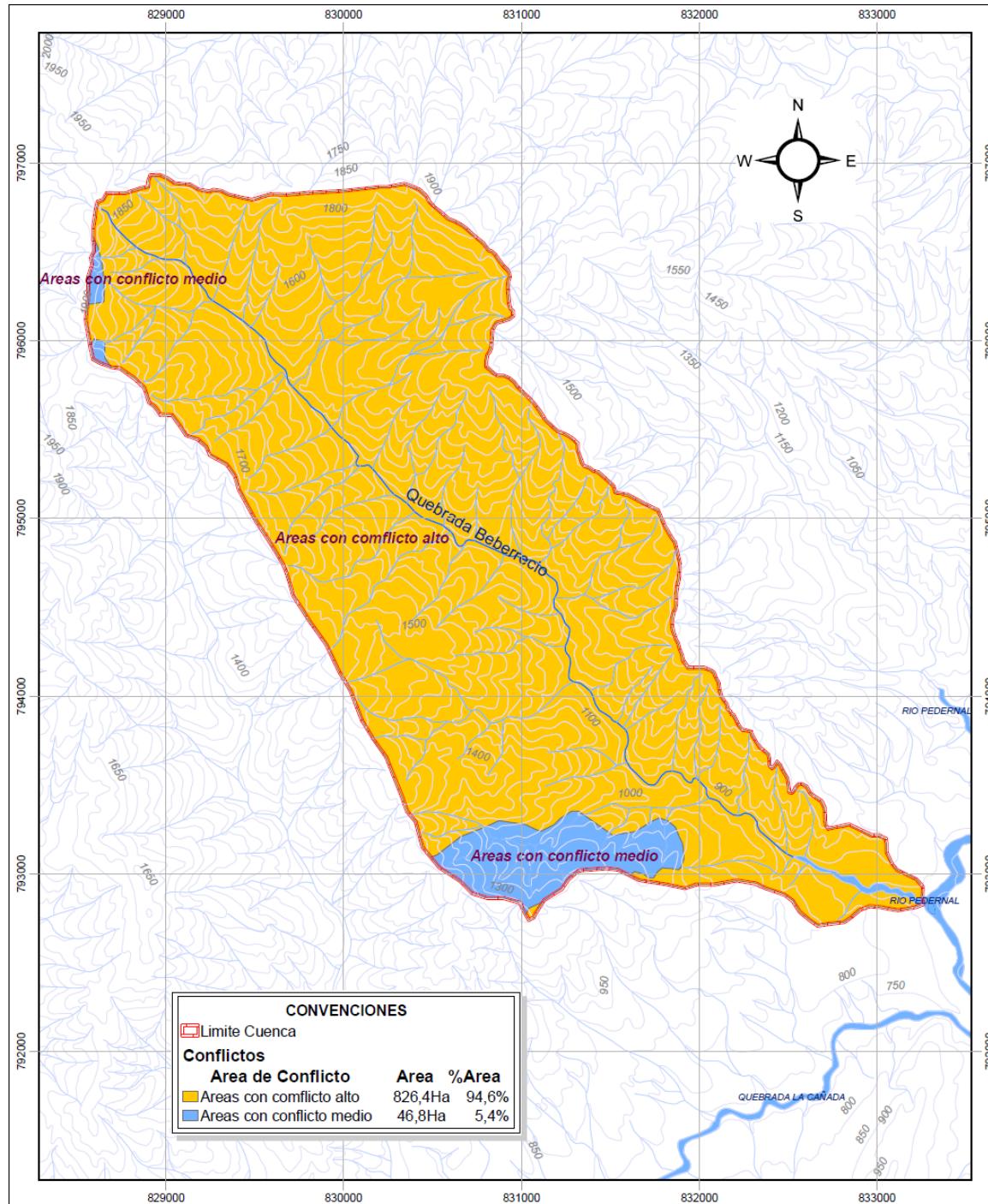
Esta zona corresponde a suelos de capacidad VI y VII con limitantes de profundidad, clima y susceptibilidad a la erosión los cuales se encuentran cubiertos actualmente con pasto natural, pastos con rastrojo, rastrojo y algunas áreas con café, rastrojo, plátano. Estos suelos se deben dedicar a la instalación de bosques protectores – productores, conservación de la vegetación natural, cultivos (con control biológico), agroforestal y reforestación.

Conflict Medio (Medio). La cuenta presenta 46,8 Ha (5,4% del área total) (ver Plano 12). Son aquellas áreas en las que su uso actual, defiere en grado moderado a su aptitud de uso recomendado, siendo utilizadas por encima de su capacidad de soporte, afectando medianamente su producción sostenida.

Corresponde a suelos de capacidad VI y VII, aprovechadas con cultivos permanentes (especialmente café) y pastos naturales y rastrojo en las áreas menos pendientes. Estos suelos por sus limitantes de profundidad, clima y susceptibilidad a la erosión deben observar algunas prácticas de conservación como la implantación de bosques protectores – productores, mejoramiento de praderas y plantación de pastos de corte resistente a la sequía.

Además, se puede observar que la cuenca está caracterizada en su mayor parte de los usos adecuados o muy inadecuados, las categorías Subutilizadas y sobreutilizadas representan una mínima parte del área total de la cuenca, la categoría Adecuada está localizada en su mayor parte en el área cuya oferta es de producción, de pendientes suaves, muy cercana a las riberas de los cauces mayores, mientras la Muy Inadecuada está localizada en su mayor parte en los sectores de pendientes quebradas a escarpadas (lomeríos y crestas) y en las partes altas de las cuencas por la disponibilidad del recurso agua.

DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA



CONTENI

Mapa de Conflictos
Cuenca Quebrada Beberrecio

FECHA:

FECHA: ENERO 2011 PLANO: 12 de 12

FLABORO

IA, MSc. ALFREDO RAMOS MORENO

Maestría en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos

Escala: 1:30.000

Proyección Transversa de Mercator. Esferoide Internacional 1909
Datum Horizontal: Observatorio Astronómico de Bogotá
Falso Este (metros): 1.000.000
Falso Norte (metros): 1.000.000
Meridiano Central: -74.077508
Factor de Escala: 1.000000
Límite de Precisión: 1.00000

Plano No. 12 Conflictos – Cuenca Beberrecio

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Se realizó un análisis comparativo de la aptitud, conservación, zonas ambientales y los conflictos evaluados en la cuenca de la quebrada Beberrecio, se propone la siguiente Matriz de conflictos teniendo en cuenta los Planos 9, 10,11 y 12 (Ver Tabla 34)

Tabla 34 Matriz de conflictos de uso en la cuenca Beberrecio

| USO POTENCIAL | USO ACTUAL DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA BEBERRECIO | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------|-----------------|-----------------------|------------------|------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----|
| | Cuerpos de agua | Areas de captaciones | Bosque secundario | Rastrojos altos | Sistema agroforestal | Cultivos permanentes | Cultivos mixtos | Cultivos transitorios | Pastos naturales | Pastos mejorados | Cultivos misceláneos | Area rural construida | Terrenos degradados | |
| Zonas de manejo y administración | AD | AD | AD | AD | AD | AD | AD | AD | AD | AD | AD | AD | AD | AD |
| Areas de Protección Ambiental | AD | AD | AD | AD | SO | MI | MI | MI | MI | AD | AD | AD | AD | AD |
| Areas de Conservación Ambiental | AD | AD | AD | AD | SO | MI | MI | MI | MI | AD | AD | AD | AD | AD |
| Areas Protectoras - Productoras | AD | AD | AD | AD | SO | MI | MI | MI | MI | AD | AD | AD | AD | AD |
| Areas Productoras - Productoras | AD | AD | AD | AD | SO | SO | MI | MI | MI | AD | AD | AD | AD | AD |
| Areas para el desarrollo Socio - económico con restricciones Mayores | AD | AD | AD | SU | AD | SO | SO | SO | MI | AD | AD | AD | SU | |
| Areas para el desarrollo Socio - económico con restricciones Menores | AD | AD | SU | SU | AD | AD | AD | AD | MI | AD | AD | SU | SU | |
| Zonas de manejo especial por riesgo natural | AD | SO | AD | AD | SO | MI | MI | MI | MI | AD | SO | AD | AD | AD |
| Areas de restauración de ecosistemas | AD | SO | NA | AD | SO | MI | MI | MI | AD | AD | SO | NA | AD | |
| Areas de recuperación de ecosistemas | AD | SO | NA | AD | SO | MI | MI | MI | AD | AD | SO | NA | AD | |
| CONVENCIONES: | AD | Uso Adecuado, armonia = equilibrio | | | | | | | | | | | | |
| | SU | Uso Subutilizado, demanda < oferta | | | | | | | | | | | | |
| | SO | Uso Sobreutilizado, demanda > oferta | | | | | | | | | | | | |
| | MI | Uso Muy Inadecuado, demanda << deterioro de suelos | | | | | | | | | | | | |
| | NA | No Adecuado | | | | | | | | | | | | |

6.11 PROSPECTIVA

6.11.1 Escenario tendencial de la cuenca Beberrecio

El área de estudio es extensa, en ella coexisten paisajes naturales de diferente origen, evolución, características edafológicas, topográficas, geomorfológicas, geológicas, hidrológicas, vegetales y morfodinámica. El escenario tendencial se elaboró en el análisis de la situación actual, análisis de la cobertura vegetal y uso actual del suelo (ver Planos 6 y 7), definición de conflictos (ver Plano 12) y el conocimiento de la cuenca de la quebrada Beberrecio, que se obtuvo a través del trabajo de campo en la elaboración del presente diagnóstico.

De acuerdo a lo anterior, en la cuenca de la quebrada Beberrecio se identificaron los siguientes escenarios tendenciales con sus respectivas áreas (ver Tabla 35):

- TCE. Áreas con tendencia a la conservación, protección y equilibrio
- TRR. Áreas con tendencia a la restauración y regeneración natural
- TUA. Áreas con tendencia al uso y aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales
- TDA. Áreas con tendencia a la degradación por intervención antrópica
- TDN. Áreas con tendencia a la degradación natural

Tabla 35 Escenario Tendencial – Cuenca Beberrecio

| ESCENARIO TENDENCIAL | | AREA Has | AREA % |
|----------------------|---|-------------|-----------|
| TCE | Areas con tendencia a la conservación, protección y equilibrio | 85,4 | 9,78 |
| TRR | Areas con tendencia a la restauración y regeneración natural | 372,3 | 42,63 |
| TUA | Areas con tendencia al uso y aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales | 142,4 | 16,31 |
| TDA | Areas con tendencia a la degradación por intervención antrópica | 33,5 | 3,84 |
| TDN | Areas con tendencia a la degradación natural | 239,7 | 27,45 |
| | TOTAL | 873,3 | 100 |

6.11.2 Escenario alternativo o deseado para la cuenca Beberrecio

Corresponde a las diversas posibilidades de desarrollo territorial de acuerdo con los intereses sectoriales, gremiales y de los diferentes actores sociales.

El escenario deseado para la cuenca debe ser el mantener la calidad del agua que sirve para el abastecimiento de la población entre las clases A y B, es decir, condiciones aptas para el consumo humano y agropecuario, según sea la necesidad. Para esto es necesario implementar cuanto antes, y en los casos que ya existen optimizar su implementación, los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) y Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado a nivel veredal, de acuerdo a las particularidades del municipio de Teruel.

En este sentido la alcaldía y las empresas prestadoras de los servicios públicos en el municipio deben considerar dentro de sus prioridades la ejecución de estos planes con la rigurosidad exigida en la ley, y la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) debe realizar un control y seguimiento exhaustivo a la formulación e implementación de éstos, tomando las medidas necesarias para que se cumplan las acciones adecuadas según las necesidades reales.

Por otro lado, es necesario realizar el ordenamiento de las actividades en los predios principalmente aquellos ubicados en las zonas de ronda, nacimientos y zonas de recarga, así como analizar e implementar alternativas de producción sostenible, lo cual permite, entre otros, mitigar el impacto de los residuos provenientes de las actividades agropecuarias sobre las fuentes hídricas y por ende influye en la calidad del agua.

Es importante así mismo desarrollar en la cuenca una red de monitoreo de la calidad del agua, que considere puntos de muestreo clave en las fuentes hídricas abastecedoras más importantes, así como parámetros adecuados que se monitoreen con cierta frecuencia. Esta red permitirá contar con un conocimiento permanente de la calidad del agua en la cuenca, lo cual optimiza las decisiones que se tomen frente al manejo del recurso hídrico en la misma.

El escenario alternativo es la propuesta de una cuenca con desarrollo sostenible en sus diferentes aspectos, por lo cual el mejor escenario a futuro es aquel en el cual se corrigen los conflictos actuales de uso ajustados a la oferta de la cuenca expresada a través del mapa de uso potencial de las tierras.

Como resultado se proponen los siguientes escenarios alternativos (ver Tabla 36, donde se detallan los escenarios alternativos con sus respectivas áreas):

- ACA. Zonas con alternativas de protección y conservación ambiental
- ARP. Zonas con alternativas de recuperación y restauración para protección y conservación ambiental

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- APP. Zonas con alternativas de recuperación y restauración para producción y protección
- ADS. Zonas con alternativas para el desarrollo socioeconómico
- ADU. Zonas con alternativas de desarrollo urbanístico

El escenario alternativo es aquel en el cual prima la ordenación ambiental de la cuenca, la comunidad apoyara la recuperación de la cobertura de vegetación, en especial en las zonas de recarga hídrica, fuentes de agua, nacederos, rondas, así como en las áreas que se encuentran por encima de 1600 msnm; se consolidará el sistema regional de áreas protegida. Se realizarán programas de conservación y restauración, declaración y formulación de planes de manejo de áreas protegidas, y compra de los predios de importancia hídrica.

Tabla 36 Escenario Alternativo para la cuenca Beberrecio

| ESCENARIO ALTERNATIVO | | AREA Has | AREA % |
|-----------------------|--|-------------|-----------|
| ACA | Zonas con alternativas de protección y conservación ambiental | 305,8 | 35,02 |
| ARP | Zonas con alternativas de recuperación y restauración para protección y conservación | 286,3 | 32,78 |
| APP | Zonas con alternativas de recuperación y restauración para producción y protección | 190,4 | 21,80 |
| ADS | Zonas con alternativas para el desarrollo socioeconómico | 55,2 | 6,32 |
| ADU | Zonas con alternativa para de desarrollo Urbanístico a nivel rural | 35,6 | 4,08 |
| TOTAL | | 873,3 | 100 |

Se demarcará y definirá una zonificación de uso del suelo y ecosistemas, que será reglamentada; esto se acompaña de incentivos, como renta por conservación de bosques y otros estímulos económicos y no económicos. Con relación a los residuos, los municipios se asociarán para tratar sus residuos sólidos con planes de manejo integrales, las aguas residuales será tratadas, como está planteado en el POT del municipio de Teruel. Las zonas de riesgos y amenazas serán manejadas de forma especial.

La comunidad conocerá y empleará los mecanismos de participación en los procesos de planificación. Lo anterior será resultado de la creación de mejores condiciones de comercialización de los productos agropecuarios (ganadería y café), acuicultura y artesanías, mediante centros de acopio y dando valor agregado a los productos.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Se promoverán y desarrollarán tecnologías limpias y de menor impacto sobre el ambiente. Los recursos serán invertidos de acuerdo a los planes formulados y, con ello la gestión será más eficiente, desarrollando mecanismos de seguimiento y evaluación y se establecerán indicadores verificables.

6.11.3 Escenario concertado para la cuenca Beberrecio

La concertación del Plan de Ordenación y Manejo, constituye un mecanismo de participación que responde a los lineamientos que en este sentido instituyó en el país la Constitución de 1991 y que fueron desarrollados posteriormente en la Ley No.99 de 1993. La concertación pretende definir un escenario ambiental futuro entre la comunidad y los entes administradores, apoyado en el conocimiento y el sentir de las comunidades asentadas en la cuenca.

El escenario concertado es el producto del mayor consenso entre los actores sociales y representa la imagen objetiva del modelo territorial que se quiere alcanzar en el horizonte de vigencia (futura) del Plan de Ordenamiento de la Cuenca (POMCA) para la quebrada Beberrecio, el cual se deberá formular en un estudio posterior.

El proceso de la concertación abarca dos momentos en tiempos distintos pero con los mismos actores. Los momentos correspondieron a la etapa inicial de la información y la toma de datos de campo y la elaboración del cuestionario de la metodología RAPPAM en el mes de noviembre de 2010, y otra etapa de formulación y la búsqueda del consenso participativo realizada en el presente diagnóstico, ambas amparadas en la obligatoriedad consultiva que para este tipo de procedimientos prevé la ley.

A partir de la caracterización física, biótica y socioeconómica de la cuenca de la quebrada Beberrecio elaborada en el presente diagnóstico, se realizó el cuestionario de la metodología RAPPAM con el propósito de identificar el sentir de la comunidad, su nivel de conocimiento, el interés por el medio ambiente y el grado de motivación.

Es importante anotar, que este escenario debe ser estudiado y considerado posteriormente con la elaboración del POMCA de la cuenca de la quebrada Beberrecio.

6.12 PROSPECTIVA COMUNITARIA

Los habitantes de la cuenca de la quebrada Beberrecio a que se les aplicó el cuestionario descrito en el numeral 6.9 Metodología RAPPAM manifiestan respecto a los recursos naturales su deseo de ver recuperada las coberturas vegetales mediante acciones de conservación y restauración, que incluye la compra de predios de importancia hídrica (nacimientos y áreas ubicadas a más de 1300

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

msnm de altitud), declaración de áreas protegidas, aislamiento y cercado de nacederos, implementación de viveros comunitarios, fomento de programas y proyectos para el manejo de sistemas agrícolas y silvopastoriles, protección y siembra de árboles nativos en nacederos y en rondas de quebradas y ríos a fin de repoblar y buscar el retorno de la fauna nativa y buscar mejorar el números que es escaso actualmente. Así mismo, un mejoramiento en la oferta y calidad del agua mediante la construcción de acueductos zonales o regionales, construcción de reservorios de agua y la recuperación de la calidad del ambiente mediante la disminución de las basuras en algunos municipios se señala la necesidad de adelantar proyectos para reubicar algunos asentamientos humanos.

Que las entidades del Estado entre ellas la Corporación Regional del Alto Magdalena (CAM), genere alternativas económicas para que disminuyan la presión sobre las áreas conservadas y el uso más adecuado de los recursos, en especial agua y suelo.

Algunos líderes comunales comentan de la necesidad tener una sociedad más organizada para la participar en los temas ambientales y con un mayor nivel de participación y cultura ciudadana hacia el medio ambiente y los ecosistemas, se pidió más educación en temas ambientales y de fortalecimiento de las organizaciones comunitarias mediante la capacitación y la cofinanciación de proyectos.

Se señala que las asociaciones existentes sean más funcionales, libres de politiquería, reconocidas y tomadas en cuenta para la ejecución de proyectos.

Con relación a la educación ambiental, se propone la creación de una cátedra básica en medio ambiente, capacitación en manejo del agua sobre todo en su conservación y tratamiento que causa muchas enfermedades sobre todo en las poblaciones más aisladas y en especial sobre los niños, organización, participación y trabajo en equipo; conservación, gestión de recursos (para líderes comunitarios), actividades productivas, manejo de agroquímicos, funcionamiento de cooperativas y comercialización, reforestación, uso adecuado de los recursos naturales.

Se busca apoyo al ecoturismo mediante infraestructura básica sobre todo en sitios que presentan características ideales para turismo de aventura pero que están alejados y carecen de esta. Como las cascadas El Toti o el Diomate y El Limbo, Santa Bárbara y la Meseta del Filo del Oso que se encuentran ubicadas en la cuenca de la quebrada Beberrecio.

En el tema de empleo, los pobladores desean tener mayores oportunidades de empleo y mejoría de las condiciones del existente; generación de alternativas económicas como turismo, reforestación con frutales y maderables, creación de empresas (Pymes); mejorar las condiciones de comercialización de sus productos, especialmente los agropecuarios y artesanías para obtener ingresos más justos, consolidación de mercados locales a través de capacitación, apoyo a certificación

y procesos de mercadeo y comercialización y mayor integración con los regionales posicionándose como despensa de Neiva y Bogotá; así mismo, fortalecimiento del sector agropecuario mediante tecnificación de los canales de riego existentes (ver Fotografías 39 y 40), promoción de la agricultura orgánica, diversificación de cultivos, implementación de prácticas sostenibles, desarrollo de granjas autosuficientes, establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles.



Fotografías 39 y 40 Canales de riego existentes – Cuenca Beberrecio

Con lo anterior, se lograría un mejoramiento de las condiciones de vida de la población vía mejores ingresos y oportunidades laborales y disminución de la presión sobre los ecosistemas naturales. Un tema recurrente en todos los talleres fue la necesidad de mejorar las vías de comunicación existente que comunican las veredas con los cascos urbanos.

La visión de futuro sobre las instituciones implica mayor presencia, eficiencia y eficacia de tal manera que los recursos sean invertidos en programas que en realidad sirvan al medio ambiente y a la población para mejorar sus ingresos y su nivel de vida.

Cumplimiento de las metas propuestas en los Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Teruel, Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) de la CAM y planes de desarrollo a nivel municipal y departamental, ejercer como autoridad ambiental y no como ocurre corrientemente que se presentan favoritismos las labores de seguimiento y control sobre el uso de los recursos naturales.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Se propone la creación de incentivos como la reducción del impuesto predial, para que estimulen la protección de las áreas conservadas y constituyan una alternativa económica para los dueños de los predios que las contienen.

Se requiere la presencia de funcionarios de la CAM en comunicación directa y efectiva con las comunidades y organizaciones de base. Dando a conocer y divulgando los planes y proyectos que se adelantan en sus municipios, la capacitación en temas ambientales por parte de la CAM y la invitación a participar no sólo en la formulación de los mismos sino en su ejecución, y en general, participar en la realización de obras y programas que realizan las entidades.

6.13 PROPUESTA PRELIMINAR DEL PLAN DE ORDENACION Y MANEJO

Se presenta una propuesta preliminar del Plan de Manejo y Ordenamiento para la cuenca de la quebrada Beberrecio (forma parte de la cuenca del río Pedernal y este del río Yaguará) en Jurisdicción de la CAM mediante programas y proyectos, los cuales están enfocados a mejorar las condiciones ambientales de la cuenca dentro de un marco de desarrollo sostenible. La determinación de estos programas es el resultado del diagnóstico y la zonificación ambiental desarrollada en las etapas previas del estudio y que muestran la problemática socioeconómica y físico-biótica del área en estudio.

6.13.1 Estructura preliminar del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca de la quebrada Beberrecio

Como componente principal del Plan de Manejo propuesto se han establecido los siguientes programas:

- **Programa de Preservación.** Está orientado a la preservación de los recursos existentes en la cuenca estudiada. La estrategia de logro se fundamenta en proyectos como declaración de áreas protegidas.
- **Programa de Conservación.** Está dirigido a la conservación del ecosistema estratégico presente en la cuenca estudiada, como estrategia de logro se tiene establecidos proyectos como conservación de nacimientos, educación ambiental, estudio de flora y fauna y sus usos,
- **Programa de Restauración.** Está orientado a la restauración del ecosistema que debido a su manejo irregular y/o sobreutilización de los recursos hoy se encuentran en conflicto de uso, permitiendo el deterioro acelerado de los ecosistemas y la desprotección. Como también, se orienta a la recuperación de zonas afectadas por procesos de erosión principalmente y que ameritan estudios sobre la estabilización geotécnica y de protección de suelos.

- **Programa de Producción.** Está orientado al mejoramiento de la actividad productiva al interior de las cuencas utilizando mecanismos más amigables con el medio ambiente dentro de una perspectiva de desarrollo sostenible para la región. Como también, se orienta al apoyo de actividades económicamente viables y que conlleven al mejoramiento del nivel de vida de las comunidades asentadas en la cuenca del río Magdalena. Los proyectos se corresponden al fomento agrario, reforma agraria, proyectos piloto para la implementación de alternativas de producción sostenible, apoyo en la construcción de los planes maestros de acueducto y alcantarillado, promoción de sistemas agroforestales entre otros.

Dentro de los sectores agrario, pecuario, minero y vías se tiene:

a.- Sector agrario²⁵

Una de las principales fuentes económicas y el cultivo de mayor importancia a nivel municipal es el café, su producción genera bastante mano de obra, y se encuentra localizado principalmente al Noroccidente, del casco urbano del municipio de Teruel, ocupando suelos de montaña de clima medio húmedo y medio muy húmedo. La extensión de café es de aproximadamente 2321 has; de estas según el comité de cafeteros, 125.63 has deben ser renovadas por siembra, 106.42 has renovadas por soca, e igualmente hay 108.50 has adecuadas para efectuar siembra nueva.

Las variedades de café que se cultivan en la región son tres: típica, castillo o Colombia y caturra. Son 914 los predios cultivados en café y 747 cafeteros. La producción aproximada de café en tiempo de cosecha es de 6750 cargas lo que equivale a 843.750 kilos, y haciendo un sondeo con los compradores de café se tiene que por lo menos el 70% de la producción es vendida verde y el 30% restante es vendido seco.

Revisando la información registrada por el programa guardabosques y el grupo asociativo PROCAFE se encontraron 85 fincas que poseen beneficiaderos ecológicos. Respecto al café, principal producto del municipio de Teruel, tiene proyectos de fertilización con base en el análisis de suelos, renovación de cafetales con incentivos de participación hasta el 20% del área tecnificada en café, mejoramiento de cafetales, conservación de suelos con manejo integrado de arvenses, beneficio ecológico cuyo fin es reducir la contaminación de fuentes de agua y deterioro ambiental de la zona cafetera, causada por el beneficio del grano, manejo integrado de broca para producir café tipo federación sin presencia de broca, post - cosecha y comercialización para mantener la calidad de café Colombiano y comercialización a través de las Cooperativas.

Actualmente hay 18 fincas certificadas con beneficiaderos ecológicos, lo cual favorece la parte ambiental, estas fincas certificadas se encuentran en las

²⁵ Plan de desarrollo del municipio de Teruel. 2008-2011.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

siguientes veredas: La María, Arrayanes, Beberrecio, Río Iquira, El Mesón, La Floresta, El Pedernal y La Mina.

Dentro de las organizaciones del municipio de Teruel a nivel de café se tiene: Grupo Asociativo de Café La Primavera, Grupo Asociativo de Café Las Herrerías, Pre-cooperativa el Pedernal, Aroma de Corrales, Teruel y Café, Grupo de café la María, AGROMATH, CONMULTER; todos los grupos en mención pertenecen a ASOCAT (asociación de organizaciones cafeteras de Teruel) y existe otra organización cafetera independiente de ASOCAT, llamada PROCAFE. Los caficultores de la parte alta de la cuenca de la quebrada Beberrecio están afiliados al Grupo Asociativo de Café La Primavera, PROCAFE y ASOCAT.

El acceso de los productos al comercio se dificulta, debido a que la topografía de algunas veredas es bastante inclinada y no poseen vías para transportar las cosechas, por tal motivo se ve la necesidad de seguir implementando sistemas de transporte por cable (tarabitas) (ver Fotografía 41), de tal forma que se contribuya al desarrollo agropecuario. La vía existente que comunica a las veredas Beberrecio y Alto Beberrecio y los predios La Argelio, Rancho Alegre, Rancho Grande y San Antonio es destapada y en períodos de lluvia se dificulta el acceso de vehículos.



**Fotografía 41 Sistema de transporte por cable (tarabitas)
instaladas por FEDERECAFE**

En menor escala se presenta otro tipo de cultivo permanentemente como el cacao; son cerca de 56 los cacaoteros en el municipio. El cacao tiene producción durante todo el año, no hay un tiempo específico de mayor producción. En 11

veredas del municipio se tiene establecido este cultivo, y según los compradores de cacao, se producen cerca de 79 cargas anuales. En la zona baja de la cuenca de la quebrada Beberrecio se aprecian pequeñas área de cacao. ASOHUPAR es la asociación de cacaoteros de Teruel, la cual tiene 25 usuarios y tiene como objetivo vincular la totalidad de los cacaoteros del municipio.

Dentro de los frutales se tiene, el lulo que se cultiva principalmente en las veredas Río Iquirá, Pedernal, Beberrecio, La Floresta y La Armenia; también se cultiva la mora en sitios como La Armenia, Pedernal, Beberrecio, La Mina y Corrales sacando una producción de aproximadamente siete (7) arrobas cada dos semanas. En menor proporción se tienen la granadilla, badea, maracayá, chalupa, la piña, naranja y mandarina. Hay otros cultivos alternativos, como el plátano, fríjol y el maíz.

Sector pecuario²⁶

En la zona media y baja de la cuenca de Beberrecio hay ganadería intensiva. El número de vacunos, es igual a la cantidad de has en pasto porque se tiene que por cada cabeza de ganado hay una ha de pasto. La producción de leche en Teruel es de 1500-2000 lt/diarios. El sobrepastoreo y la falta de tecnificación para el desarrollo de esta actividad, ha incrementado el deterioro ambiental y edáfico por la compactación que causa la ganadería extensiva. Las variedades de pasto existentes son: Brachiaria, puntero, kikuyo, pasto de corte, estrella, entre otros; en Teruel hay cerca de un 47% de ganaderos que poseen establo y banco de proteínas. Existe una asociación llamada ASOGAN, la cual tiene en proceso vincular a todos los ganaderos del municipio de Teruel.

El sector piscícola el cual desarrolla la actividad con trucha, mojarra, sábalo, carpa, cachama entre otros, cuenta con alrededor de 14 piscicultores que producen y comercializan en el municipio. Siete (7) familias no más trabajan la piscicultura para su propio consumo. Además de esto existe una asociación constituida para la producción de alevinos de Trucha (ASPATRU), la cual se encarga de distribuir los alevinos a los productores de trucha del Teruel de las veredas La Armenia, Pedernal, Alto Beberrecio (Filo del Oso), La Mina y Corrales ubicadas (en altitudes mayores a los 2000 msnm y otros municipios vecinos).

Sector minero²⁷

En el sector minero se encuentra representado por cinco minas existentes las cuales están localizadas en las veredas de: La Primavera, La María, Monserrate, Estambul y Varas- Mesón. La totalidad de estas minas son explotadas sin haber existido una vigilancia permanente por parte de los entes de control, acerca de los permisos legales de explotación.

²⁶ Plan de desarrollo del municipio de Teruel. 2008-2011.

²⁷ Ibidem.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

La parte agropecuaria se ve afectada en gran intensidad, por los desastres naturales, porque al ocurrir fenómenos como deslizamientos, avalanchas, derrumbes, vendavales y granizadas, se deterioran los cultivos establecidos, porque se altera su ciclo productivo o se arrasa por completo con las plantaciones establecidas, los principales cultivos que sufren consecuencias ante estas situaciones son: café, plátano, maíz y yuca. Los años en los que más han ocurridos desastres naturales son 2003, 2005 y 2007, debido a las olas invernales de estos periodos, al igual que al inicio del presente año en el cual se han presentado damnificados por causa de intensas lluvias y tormentas eléctricas.

Teniendo en cuenta la situación actual antes mencionada y las agendas comunitarias realizadas con la población, las necesidades más enfáticas para el sector agropecuario son: implementación de beneficiaderos ecológicos para mejorar la producción del café y disminuir la contaminación ambiental, la compra de predios para la protección de cuencas hidrográficas, construcción de secadero comunitario para incrementar los ingresos de los cafeteros, Implementación del fondo de inversión para ofrecer créditos oportunos y fáciles, implementación de tarabitas para el transporte de los productos, y construcción del centro de acopio para la producción lechera.

Sector vías²⁸

Para la cuenca de la quebrada Beberrecio se han adelantado las siguientes vías, que se describen a continuación (ver Tabla 37):

Tabla 37 Red terciaria – Cuenca Beberrecio

| RED TERCIARIA MUNICIPIO DE TERUEL - HUILA | | | |
|---|--|--------|----------|
| No | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD |
| 1 | Vía CASCO URBANO - VARAS MESÓN - BEBERRECIO - PARAÍSO - RÍO IQUIRA | Km. | 20,5 |
| 2 | Vía CASCO URBANO - PRIMAVERA - LAS HERRERAS - ARRAYANES | Km. | 12,6 |
| 3 | ESTAMBUL - ALTO ESTAMBUL | Km. | 4,2 |

Fuente: Plan de desarrollo del municipio de Teruel. 2008-2011.

Dichas vías se encuentran en mal estado debido a la falta de mantenimiento frecuente y mejoramiento, el bajo número de obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía superficial, estabilidad de taludes, los factores adversos del clima, los bajos recursos económicos del municipio de Teruel en este sector, y la falta de maquinaria disponible para ejecutar dichas obras.

Un 95% de las vías terciarias requieren de un buen mantenimiento cumpliendo con todas las especificaciones técnicas, con el fin de garantizar la estabilidad de la

²⁸ Plan de desarrollo del municipio de Teruel. 2008-2011.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

obra, y a la vez la construcción de diferentes obras de arte para el manejo de aguas.

6.13.2 Proyectos transversales a la cuenca de la quebrada Beberrecio

a.- Programa de Seguimiento y Control

- Implementación de la red de monitoreo de la calidad del agua en la desembocadura de la quebrada Beberrecio sobre al río Pedernal.
- Implementación y complementación de la red hidrometeorológica en el punto Monserrate y desembocadura al río Pedernal.

b.- Programa de Conservación

- Proyecto de Uso y ahorro eficiente del agua
- Educación Ambiental
- Conservación de nacimientos
- Conservación y uso sostenible de la fauna
- Red de monitoreo de la calidad de agua en la cuenca Beberrecio

c.- Programa de Restauración

- Restauración de ecosistemas en la zona de ronda de la quebrada
- Proyecto Piloto para la implementación de alternativas de producción sostenible
- Restauración de ecosistemas

d.- Programa de Recuperación

- Reglamentación de corrientes hídricas secundarias
- Estudio para la definición de rondas hídricas en fuentes secundarias
- Declaratoria de un área protegida del zonobioma Húmedo Tropical y el Orobiooma Andino de la Cordillera Central (bosque subandino) de la cuenca de la quebrada Beberrecio
- Estudio de los procesos erosivos en la cuenca de la quebrada Beberrecio

e.- Programa de Producción

- ✓ Promoción de la actividad piscícola
- ✓ Proyecto piloto de fomento ganadero de carne
- ✓ Promoción de sistema agroforestal con especies nativas

7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

7.1 FUNDAMENTOS DEL PLAN AMBIENTAL

La Cuenca de la quebrada Beberrecio recorre la zona sur occidental del municipio de Teruel, departamento del Huila y es de importancia por estar ubicada en las estribaciones del Parque Nacional Nevado del Huila donde se podrán adelantar acciones de conservación, restauración y protección de la cuenca buscando su regulación ambiental y equilibrio ecológico.

Lo anterior define la prioridad para contar con acciones para el ordenamiento ambiental y manejo de recursos naturales, integrando elementos relevantes de ordenamiento, calidad del recurso hídrico y el manejo sostenible de los ecosistemas, y reservas naturales presentes en la zona, así como la conservación y uso racional de su biodiversidad asociada, la concertación con los diferentes actores institucionales y sociales, la investigación y la validación de alternativas productivas sostenibles y un acuerdo colectivo para orientar el desarrollo regional en armonía con la base natural de los recursos. Estas acciones constituyen la base orientadora para el desarrollo sostenible de la región y por consiguiente de todos los proyectos productivos y de desarrollo social.

El diagnóstico del medio biofísico y de los aspectos socio-económicos del área de la cuenca identificó la situación real del estado actual de los recursos naturales, tendencias futuras y la necesidad inmediata de iniciar acciones integradas dentro de un plan general de conservación y manejo, que oriente el aprovechamiento y desarrollo futuro de dichos recursos. Primordialmente, las acciones dentro del plan deben orientarse a restaurar las zonas de recarga y reserva hídrica.

Por la importancia socio-económica del área, su baja población demográfica, su alto aporte productivo de bienes y servicios para el municipio de Teruel y para la comunidad local, la zona se ha identificado como prioritaria en donde se pongan en marcha sistemas especiales de conservación y manejo para proteger los recursos naturales existentes y la restauración de sus recursos degradados, especialmente el recurso hídrico y suelo.

Los antecedentes señalados y los análisis del diagnóstico dan las bases para orientar el PLAN AMBIENTAL con acciones de conservación, restauración, protección y producción sostenible para el área, el cual debe estar dirigido a:

- Desarrollo socio - económico sostenible sin degradación del ambiente.
- El restablecimiento del equilibrio ecológico y de los ecosistemas presentes en la zona.

De acuerdo a lo anterior el Plan considera los siguientes componentes estratégicos:

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- La restauración de zonas críticas o degradadas (zona baja y media de la cuenca de la quebrada Beberrecio), poniendo atención especial a zonas frágiles donde la ganadería, como también los cultivos de café (zona media y alta de la cuenca) han venido alterando ecosistemas de gran importancia para la sostenibilidad ambiental de la región.
- La planificación agro - productiva del uso de la tierra, teniendo en cuenta la situación social existente, los sistemas productivos y las características económicas de la población, buscando la aplicación de tecnologías limpias.
- La adopción de medidas de saneamiento básico principalmente relacionadas con el recurso hídrico.
- El cambio de actitud de la población de la cuenca en relación al uso, conservación y protección de los recursos naturales a través de la educación y la capacitación.
- La generación y transferencia de conocimientos para la utilización eficiente de la oferta ambiental sin deteriorar los diferentes ecosistemas del área incluyendo nuevas tecnologías e insumos.
- El fortalecimiento institucional que rige la administración de los recursos naturales renovables, buscando la coordinación interinstitucional de todas las entidades públicas y privadas con responsabilidades ambientales en el área de la Cuenca de la quebrada Beberrecio.

7.2 CRITERIOS ORIENTADORES EN LA FORMULACION DEL PLAN

Dentro de los criterios de orientación que se tuvieron en cuenta para la cuenca de la quebrada Beberrecio (como afluente tributario del río Pedernal, ya que este forma parte de la cuenca del río Yaguará) se deberá considerar el proceso de formulación del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Yaguará realizado por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), donde se resalta el criterio de la SOSTENIBILIDAD, entendido como la meta u objetivo final del proceso de ordenación y manejo. Se busca que todas las acciones adelantadas sean sostenibles en el mediano y largo plazo tanto económicamente, como ambientalmente. Durante todo el proceso de ordenamiento se parte de una serie de criterios fundamentales para el ejercicio de planificación, que permitirá conceptualizar criterios orientadores del proceso como:

Sostenibilidad económica y financiera. Se deberán llevar a cabo acciones económicamente viables, buscando responsabilidad compartida de todos y cada uno de los actores a nivel local, regional y nacional. Para la financiación del Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca Beberrecio se deberán usar los siguientes recursos:

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- Con el producto de las tasas retributivas, compensatorias y por utilización de aguas.
- Con el producto de las contribuciones por valorización.
- Con el producto de los empréstitos internos o externos que el Gobierno Nacional, departamento del Huila o CAM contraten.
- Con las donaciones que hagan las autoridades ambientales, las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras.
- Con los recursos provenientes del 1% de que trata el parágrafo del artículo 43 de la Ley No. 99 de 1993.
- Con los recursos provenientes de las transferencias del sector eléctrico.
- Con recursos del Fondo Nacional de Regalías se creará una línea de financiamiento para apoyar estudios de preinversión y factibilidad del proyecto que deberá ser presentado por las entidad territorial (Gobernación del Huila, CAM o el municipio de Teruel de manera individual, conjunta o asociadamente o a través de los Consejos Regionales de Planificación Económica y Social, CORPES, o las entidades que hagan sus veces de conformidad con la Ley No.141 de 1984.
- Con los recursos de la Ley No.715 de 2001 del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (Recursos de la Nación), se deduce el 4% cada año para distribuirse así: 0.52 % para Resguardos indígenas, 0.08% para distribuirlo entre los municipios cuyos territorios limiten con el río Grande de la Magdalena en proporción a la ribera de cada municipio, según la certificación del instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Fuentes económicas y financieras que se identifiquen en el componente financiero del plan de ordenación y manejo.

Conservación y manejo sostenible de la Biodiversidad. Es primordial buscar la conservación, manejo y protección de áreas vulnerables o afectadas con valor ambiental como zonas de humedales, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, bosques naturales, rondas de los cauces y quebradas secundarias de la cuenca de la quebrada Beberrecio. Es urgente detener la degradación de los ecosistemas, de los recursos hídricos y de las reservas forestales. En la actualidad se observa un proceso rápido y sin precedentes de pérdida de diversidad, en gran medida se debe a la extracción y consumo de recursos naturales sin criterios de sostenibilidad. La presión sobre las zonas ambientales es grande con acciones productivas y cambios de uso a zonas de reserva forestales a cultivos de café y un crecimiento en general de las actividades socioeconómicas, afectando los recursos, zonas y especies naturales.

Cuenca hidrográfica como unidad prioritaria de planificación y gestión. La cuenca hidrográfica es la unidad territorial ideal para adelantar procesos de planificación y gestión integral de los recursos naturales e hídricos, por encima de las fronteras político - administrativa, facilitando procesos de monitoreo, seguimiento y evaluación.

Articulación de la planificación con la gestión territorial. Son muchos los actores involucrados en el desarrollo de la cuenca. Las múltiples actividades que

se desarrollan en un territorio pueden afectar de una u otra forma los recursos naturales y especialmente el recurso hídrico. Por lo tanto es necesario lograr la articulación de procesos de planificación como son los POT, EOT, Planes de Desarrollo Municipal y Departamental, el PGAR y el PAT de la CAM, así como las políticas y normativa de orden nacional.

Coordinación y participación interinstitucional y comunitaria. En cualquier proceso de planificación se debe buscar la participación de todos los actores involucrados. Es necesario tener en cuenta los espacios y mecanismos de coordinación interinstitucional que permitan el trabajo conjunto de las instituciones de su capacidad para articularse en ejecución de proyectos definidos en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA) desarrollado por la CAM para esta región del Huila. Es indispensable potenciar de los instrumentos de coordinación existentes y la creación en su caso de otros que se consideren necesarios. Igualmente, en todo el proceso de planificación es indispensable la participación de la sociedad, quien será el sujeto afectado o beneficiado con las diferentes acciones adoptadas.

Producción Limpia (Mecanismos de Desarrollo Limpios). Cualquier actividad productiva desarrollada dentro del territorio de la cuenca de la quebrada Beberrecio deberá aplicar sistemas de producción limpios, sostenibles, buscando eficiencia y eficacia mediante el ahorro de recursos y mayor productividad y competitividad en el sistema económico.

Mejoramiento de la calidad de vida. El fin primordial de cualquier acción desarrollada en una región debe ser encaminada al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Se deben tener en cuenta las tendencias de crecimiento, migración y distribución de la población, la presión antrópica sobre el territorio, los índices de calidad de vida de la población, etc.

7.3 OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

7.3.1 Objetivo general

Lograr el aprovechamiento sostenible, la conservación, restauración y protección adecuada de los recursos naturales renovables del área de la cuenca de la quebrada Beberrecio, a través de un proceso de planificación integral que considere los aspectos socioeconómicos, técnicos, institucionales y ambientales y con énfasis en los recursos hídricos.

7.3.2 Objetivos específicos

- Lograr los objetivos de calidad establecidos para el recurso hídrico de la cuenca de la quebrada Beberrecio.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- Buscar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables según su potencialidad y técnicas disponibles, buscando una producción y rendimiento sostenidos con la menor alteración posible del medio ambiente.
- Implementar en áreas críticas planes detallados y proyectos específicos tendientes a lograr el control y rehabilitación de áreas severamente degradadas.
- Poner en marcha programas y proyectos de conservación, de restauración, de protección y productivos, que sustenten el Plan General.
- Regular y preservar los recursos hídricos para el uso doméstico, agropecuario, y otros.
- Promover la Producción Limpia, encaminada a reorientar la producción introduciendo tecnologías limpias y sistemas de gestión ambientalmente sanos en sus procesos.
- Promover e incentivar la participación de la población rural en las actividades del aprovechamiento adecuado y de prácticas de conservación de los recursos naturales renovables.
- Capacitar al personal técnico del municipio de Teruel (Alcaldía – UMATA) y población campesina del área en aspectos técnicos de la conservación y manejo de los recursos tierra y agua y de las cuencas hidrográficas.
- Implementar planes de acción específicos para áreas naturales que deben estar bajo regímenes especiales de administración.
- Desarrollar una gestión ambiental sostenible, con el fin de aumentar la renovabilidad del capital natural y prevenir el deterioro ambiental de los ecosistemas de mayor valor por sus servicios ecológicos.

7.4 AREAS DE ZONIFICACION

De acuerdo a la metodología del IDEAM, para el ordenamiento de la cuenca de la quebrada Beberrecio esta se clasifica en las siguientes áreas:

Áreas de conservación: Zonas de aptitud ambiental que deben ser mantenidas en su condición natural para garantizar el equilibrio ecológico y ambiental para garantizar la oferta de los bienes ambientales, particularmente del recurso hídrico (ver Plano 11).

Áreas de restauración: Zonas que han sido afectadas por intervenciones antrópicas y deben ser intervenidas para tratar de devolverlas a su condición natural, mediante procesos de restauración inducidos o de regeneración. Dentro de esta categoría, se agrupan todas aquellas zonas identificadas en el desarrollo del estudio, que deben ser destinadas exclusivamente a procesos de recuperación de sus suelos, estabilidad y/o mejoramiento de su capacidad de carga y de la cobertura protectora (ver Planos 8, 9 y 10).

Áreas de protección: Zonas que por su alto valor ambiental y económico deben ser protegidas de acciones que afecten su importancia económico ambiental. Incluye los cuerpos de agua, zonas de infraestructura social como vías de comunicación o transporte de bienes públicos (ver Planos 9 y 11).

Áreas de producción: Zonas destinadas a actividades productivas (Agropecuarias, industriales, mineras, socioeconómicas). Se deben aplicar acciones mejoren su productividad, garantizando su sostenibilidad ambiental y económica a mediano y largo plazo (ver Planos 8 y 10)

7.5 PROGRAMAS ESTRATEGICOS

Siguiendo la metodología del IDEAM, para el ordenamiento de la cuenca de la quebrada Beberrecio esta debe tener en cuenta los siguientes programas:

a.- Programa estratégico de saneamiento básico

Este programa como tal considera la elevación futura de los niveles de calidad de vida de la población rural del área de drenaje y plantea la necesidad de adoptar mecanismos y programas que permitan alcanzar dicha calidad bajo la concepción del desarrollo social, económico y ambiental municipal, considerando entre sus más importantes proyectos los siguientes:

- Construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales al nivel de fincas (Baterías sanitarias y pozos sépticos).
- Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos al nivel de veredas (Beberrecio, Alto Beberrecio y Monserrate) y predios (rural) mencionados en el numeral 6.9.5 Zonificación social – Propiedad privada (tenencias de tierras).
- Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos a nivel de veredas (Beberrecio, Alto Beberrecio y Monserrate) y predios (rural) mencionados en el numeral 6.9.5 Zonificación social – Propiedad privada (tenencias de tierras).
- Manejo y control de residuos sólidos y líquidos derivados de los sistemas de producción cafetera y ganadera.

b.- Programa estratégico de abastecimiento de agua potable

Para lograr un adecuado manejo de la oferta del agua con criterios de sostenibilidad, es decir, para atender los requerimientos sociales y económicos del desarrollo en términos de cantidad, calidad y distribución espacial y temporal del recurso, se debe dar prioridad a la protección y recuperación de los nacimientos de los cursos de agua que abastecen los sistemas de acueducto al nivel de veredas; es por ello que la Administración Municipal de Teruel deberá velar por la conservación de los recursos de la cuenca de la quebrada Beberrecio, como afluente complementario del río Pedernal, siendo está catalogada como área de utilidad pública por parte de la CAM al formar parte de la cuenca del río Yaguará.

Se promoverá el desarrollo de acciones debidamente planificadas en cuyo proceso se busquen metodologías que permitan concertadamente con la CAM,

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

involucrar los actores políticos, administrativos, sociales y económicos, para dar un adecuado manejo a los recursos naturales buscando la recuperación de las fuentes abastecedoras o de potencial utilización para el abastecimiento de los acueductos al nivel veredal y municipal. Se deben considerar los siguientes proyectos:

- Construcción de sistemas de agua potable a nivel de veredas (Beberrecio, Alto Beberrecio y Monserrate).
- Estudio de fuentes de abastecimiento de agua.

c.- Programa estratégico de conservación y protección de cuerpos de agua

El agua constituye un elemento vital y articulador de la naturaleza, por lo tanto su manejo debe ser el tema central de la gestión ambiental y el ordenamiento territorial, ya que interrelaciona con los otros recursos naturales, el medio ambiente y la actividad humana, pues con ella se satisfacen las necesidades básicas de abastecimiento de agua, alimentos y energía. Comprende la protección de fuentes hídricas a través de proyectos de revegetalización o reforestación con especies nativas que permitan crear un área de amortiguación en los nacimientos de los cursos de agua, que brinden las condiciones necesarias para el establecimiento de la regeneración natural. Para este programa se incluyen los siguientes proyectos:

- Planes de regulación de corrientes y programa recuperación de cauces.
- Medición de caudales para aguas de riego.
- Reglamentación de cuencas.
- Protección con rondas en la red primaria y proyectos legales (concesión de aguas).
- Identificación de predios en zonas hídricas propensas a ampliación de la frontera agrícola (cultivos de café).
- Estudio de niveles de crecientes para diferentes periodos de retorno en la quebrada Beberrecio.
- Programa de uso eficiente del agua y control permanente de la demanda hídrica.
- Saneamiento Ambiental y manejo hídrico de los tributarios (Cascadas El Toti y El Limbo y fuentes de escorrentía superficial) a la quebrada Beberrecio.

Las estaciones de medición corresponden principalmente a la red de referencia del IDEAM, por ser puntuales sirven como soporte en el ámbito regional, pero no son suficientes para el seguimiento del régimen hídrico, evaluación de oferta, disponibilidad, etc, en la escala y resolución que se requiere para la gestión y toma de decisiones sobre el agua. Los requisitos para la toma de muestra (análisis físico químico y microbiológico del agua) se describen en la Tabla 38. Con relación a los análisis de las muestras se adelantan los procesos de muestreo, preservación y transporte, luego el procesamiento de la muestra en un laboratorio

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

analítico o certificado y aforos se deberán tener en cuenta la metodología y protocolos descritos en las Tablas 39, 40 y 41.

Tabla 38 Requisitos para toma de muestras de agua para análisis químicos y microbiológicos

| Parámetro | Envase | Preservante | Volumen mínimo necesario (mL) | Tiempo máximo de análisis |
|--|---------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1) pH | P o V | Analizar inmediatamente | 100 | 2 horas |
| 2) Demanda Bioq. del oxígeno(DBO_5) | P o V | Refrigerar a 4º C | 1000 | 6 horas |
| 3) Sólidos suspendidos | P o V | Refrigerar a 4º C | 1000 | 7 días |
| 4) Oxígeno disuelto | V | Fijar o acidificar de inmediato en campo, luego titular | 300 | 8 horas |
| 5) Coliformes totales | P(E) o V(E) | Refrigerar a 4º C | 200 | 6 horas |
| 6) Fósforo total | V | H_2SO_4 pH 1,5 Refrigerar a 4º C | 200 | 7 días |
| 7) Nitrógeno total | | | | |
| Nitritos | P o V | Adicionar H_2SO_4 hasta pH< 2 y Refrigerar a 4º C | 200 | 28 días |
| Amoniaco | P o V | Analizar lo más pronto posible o adicionar H_2SO_4 hasta pH<2 y Refrigerar a 4º C | 500 | 7/28 días |
| Nitrógeno Kjeldahl | P o V | Adicionar H_2SO_4 Refrigerar a 4º C | 800 | 7 días |
| 8) Nitratos | P o V | Adicionar H_2SO_4 hasta pH< 2 y Refrigerar a 4º C | 200 | 28 días |
| 9) Conductividad | P o V | Refrigerar a 4º C | 500 | 28 días |
| 10) SAR | | | | |
| Sodio | P(A) o V(A) | Adicionar HNO_3 pH=2 | 100 | 6 meses |
| Calcio | P(A) o V(A) | Adicionar HNO_3 pH=2 | 250 | 6 meses |
| Magnesio | P(A) o V(A) | Adicionar HNO_3 pH=2 | 250 | 6 meses |

Notas: Refrigerar: almacenar a 4 ºC en la oscuridad

P = Plástico (tipo polietileno o similar)

V = Vidrio

P (E) = Plástico Esterilizado

V (E) = Vidrio Esterilizado

P(A) = Plástico enjuagado con ácido

V(A) = Vidrio enjuagado con ácido

Fuente: CEPIS OPS/OMS – Guía de Muestreo de Agua – Abril de 2004

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Tabla 39 Indicadores de los parámetros obtenidos en las muestras de agua

| PARÁMETROS INDICADORES | MÉTODOS ESTANDAR |
|--|--|
| 1) pH | APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 H) |
| 2) Demanda Bioq. del oxigeno(DBO ₅) | APHA-AWWA-WPCF (parte 5210 B) |
| 3) Sólidos suspendidos (SS) | APHA-AWWA-WPCF (parte 2540 D) |
| 4) Oxígeno disuelto (OD) | APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 O G) |
| 5) Coliformes totales (CT) | APHA-AWWA-WPCF (parte 9222 B) |
| 6) Fósforo total (P) | Colorimétrico –Vanadomolybdófósfato ácido APHA-AWWA-WPCF (parte 4500-P C) |
| 7) Nitrógeno total (N) Nitritos Amoniaco Nitrógeno Kjeldahl | NO ₃ +NO ₂ +NH ₃ +N APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 NO ₂ B) APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 NH ₃ B/F) APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 Norg B) Reducción cadmio |
| 8) Nitratos (NO ₃) | APHA-AWWA-WPCF (parte 4500-NO ₃ , E) Electrométrico |
| 9) Conductividad | APHA-AWWA-WPCF (parte 2510, B) Se calcula a partir de la ecuación de la FAO (1992) (*) |
| 10) Razón de adsorción de Sodio (SAR) Sodio Calcio Magnesio | APHA-AWWA-WPCF (parte 3500 Na D) APHA-AWWA-WPCF (parte 3500 Ca D) APHA-AWWA-WPCF (parte 3500 Mg E) |

Fuente: APHA-AWWA-WPCF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.1992.

Tabla 40 Plan de Monitoreo de aguas superficiales y sedimentos (Ríos, lagos, lagunas, embalses, aguas costeras)

| Indicadores | Metodología Analítica | Frecuencia de monitoreo(1) |
|---|--|-----------------------------------|
| pH | APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 H) | Mensual/Trimestral |
| Demandra Bioq. del oxigeno(DBO ₅) | APHA-AWWA-WPCF (parte 5210 B) | Mensual |
| Sólidos suspendidos | APHA-AWWA-WPCF (parte 2540 D) | Mensual |
| Oxígeno disuelto | APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 O G) | Mensual |
| Coliformes totales | APHA-AWWA-WPCF (parte 9222 B) | Mensual |
| Fósforo total | Colorimétrico –Vanadomolybdófósfato ácido APHA-AWWA-WPCF (parte 4500-P C) | Mensual |
| Nitrógeno total | NO ₃ +NO ₂ +NH ₃ +N | Mensual |
| Nitritos | APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 NO ₂ B) | Mensual |
| Amoniaco | APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 NH ₃ B/F) | Mensual |
| Nitrógeno Kjeldahl | APHA-AWWA-WPCF (parte 4500 Norg B) | Mensual |

Fuente: APHA-AWWA-WPCF: Organizaciones que establecen los métodos estándar para análisis de aguas de consumo y residuales en EUA.

(1) Se completará una frecuencia mensual/trimestral por 1 año, de acuerdo a la capacidad analítica de cada país y luego, de acuerdo a la información obtenida, se confeccionará un nuevo cronograma de frecuencia para cada país.

Tabla 41 Guías para establecer los puntos de muestreo y aforos

| Caudal anual promedio (m³/seg) | Clasificación | Puntos de muestreo transversales | Puntos de muestreo verticales |
|--|----------------------|--|--------------------------------------|
| Menor de 5 | Arroyo pequeño | 2 | 1 |
| De 5 a 150 | Arroyo a río | 4 | 2 |
| De 150 a 1000 | Río | 6 | 3 |
| Mayor de 1000 | Río grande | Mínimo 6 y agregar mas estaciones a medida que el tamaño del río se amplía | 4 |

Fuente: ROJAS, R. Guía de Muestreo de Agua- CEPIS OPS/OMS-Abril 2004

d.- Programa estratégico de desarrollo agropecuario

Con este programa se busca obtener un desarrollo sostenible en el área de drenaje, basado en programas de capacitación e implementación de tecnologías conservacionistas, que permitan a la población campesina orientar el manejo de las actividades económicas de acuerdo a la aptitud de uso del suelo de cada área, garantizando el adecuado manejo de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores mediante un mejor rentabilidad, dando competitividad de los productos en los mercados tanto internos como externos.

Se busca un mejor aprovechamiento sostenible de los recursos naturales; adoptando alternativas adecuadas de desarrollo de los sistemas agropecuarios, forestales, agroforestales, agropastoriles y/o agrosilvipastoriles, que garanticen el mejoramiento productivo, la rentabilidad y los ingresos como elemento de importancia para elevar la calidad de vida de sus pobladores. Igualmente, es importante desarrollar proyectos que garanticen el autoconsumo de la población. Para desarrollar este programa se deben incluir los siguientes proyectos:

- Fomento de actividades de producción limpia.
- Incentivo para establecer, mantener y recuperar sistemas de producción forestal y agroforestal en zonas de aptitud forestal y agroforestal.
- Realización del control de contaminación por agroquímicos en zonas agrícolas y descarga de aguas residuales de las fincas y beneficiaderos (cultivos de café).
- Establecimiento de cercas vivas.
- Incentivar la actividad piscícola, como alternativa económica a pequeña escala.
- Desarrollo de empresas agropecuarias tecnificadas (centros de acopio y cadenas productivas).
- Estudio viabilidad de distritos de riego a pequeña escala (programas de riego en ladera por parte del INCODER).
- Planes de recuperación de suelos degradados.

e.- Programa estratégico de desarrollo agroindustrial

Dentro de los proyectos incluidos en este programa se encuentran:

- Estudio, monitoreo y control emisiones - residuos en zonas agroindustrial (producción de café, involucrar planes de manejo).
- Monitoreo a procesos de empresas agropecuarias tecnificadas (programa de la Federación Nacional de Cafeteros).

f.- Programa estratégico de desarrollo sostenible de la minería

Dentro de los proyectos incluidos en este programa se encuentran: de las áreas degradadas por actividades mineras como es el caso de las explotaciones en canteras activas, inactivas y abandonadas.

- Manejo Integrado de la Minería (Vereda Primavera, La María, Monserrate, Estambul y Varas - Mesón).
- Control de la explotación de canteras con planes de manejo.

g.- Programa estratégico de desarrollo socio - económico

El desarrollo futuro del área de drenaje no se puede entender sin el mejoramiento de la capacidad de trabajo y el entendimiento de los procesos de desarrollo planteados, por parte de sus pobladores y de los actores económicos, por ello es importante considerar al factor humano como eje estructurante del desarrollo social, la viabilidad económica y la sostenibilidad ambiental. Es de suma importancia mantener proyectos de Educación Ambiental dirigida a la comunidad en general, buscando despertar la conciencia y cultura ambiental necesaria para convertirlos en veedores del buen uso de sus recursos y gestores de los programas propuestos.

Dentro de los proyectos incluidos en este programa se encuentran:

- Planes de turismo receptivo, agroturismo y ecoturismo.
- Programa de educación ambiental.
- Programas que despierten el sentido de pertenencia de la población flotante (desplazados).
- Parques Ecológicos.

h.- Programa estratégico de conservación, restauración y uso sostenible de ecosistemas estratégicos

La cuenca de la quebrada Beberrecio posee una gran riqueza ambiental representada por áreas protegidas, ecosistemas y biodiversidad. De la

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

sostenibilidad de estas riquezas depende el desarrollo y sostenibilidad de esta. Se destaca la presión irracional sobre algunos recursos, principalmente los forestales.

Se considera dentro de esta estrategia todas las políticas necesarias para ejercer control sobre las formas de ocupación del territorio y estimular el desarrollo económico y social, de acuerdo con los potenciales limitantes medioambientales y de uso del suelo que presenta el área. Incluye acciones que sirven de soporte al ordenamiento del área de drenaje en relación con la regulación y ocupación del territorio, particularmente en lo relacionado con las cuencas hidrográficas, zonas de reserva y protección, con la intención de conservar, preservar, recuperar y desarrollar el aprovechamiento de sus recursos naturales con fines puramente conservacionistas, de modo que le permitan a dichos ecosistemas mantener y mejorar su oferta de bienes y servicios ambientales. Igualmente es importante adelantar proyectos de investigación sobre los elementos biogeográficos del área de drenaje, el conocimiento del patrimonio natural y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

Dentro de los proyectos incluidos en este programa se reportan para la cuenca de la quebrada Beberrecio (ver Planos 7, 8, 9, 10 y 11):

- Fomento del Ecoturismo (Cascadas El Toti y El Limbo, meseta el Filo del Oso, Santa Barbara)
- Restauración de ecosistemas (zona media y baja de la cuenca).
- Zonas de conservación de fauna (toda la cuenca).
- Protección y reforestación zonas de nacimientos de agua para abastecimiento de acueductos (zonas altas y medias de la cuenca)
- Proyecto adquisición de predios de reserva hídrica (zona alta y media de la cuenca).
- Reglamentación de áreas importantes para la conservación de aves (toda la cuenca).
- Cambio del uso del suelo en zonas de aptitud ambiental (zona alta y media de la cuenca)
- Investigación biótica en las zonas de Reserva Natural Protectora (zona alta y media de la cuenca)
- Conservación de ecosistemas (toda la cuenca)

i.- Programa estratégico de riesgos y amenazas

Siendo este aspecto tan relevante dado las condiciones de amenaza y riesgo evidenciadas en el área, se considera dentro de esta política el desarrollo de diversas actividades tendientes a prevenir, controlar y mitigar el grado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

Como tal, dicha estrategia considera que los principales fenómenos naturales que representan amenaza en la zona de estudio son de origen geológico, en especial la actividad sísmica y los fenómenos geomorfológicos relacionados con los procesos de movimientos de masas y desertificación.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

La planificación y control del aprovechamiento de la tierra basado en el conocimiento de los peligros naturales existentes y los riesgos de desastre que de ellos puede derivarse, es la herramienta fundamental para la prevención y mitigación de desastres; es por ello, que el presente Plan propone los siguientes proyectos:

- Localización precisa de sitios inestables para la prevención de riesgos (laderas con pendientes mayores al 25%).
- Construcción de pequeños reservorios para prevenir erosión en zonas de ladera en la parte baja de la cuenca de la quebrada Beberrecio.
- Investigación para la definición de áreas potenciales en el manejo preventivo de la desertificación.
- Control de incendios forestales y recuperación de taludes en zonas inestables en la vía destapada Teruel hacia la vereda Beberrecio.
- Adelantar el estudio detallado de la actividad tectónica de las fallas (geología estructural) y su incidencia en la amenaza sísmica de la cuenca de la quebrada Beberrecio.

7.6 PROGRAMAS O LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN AMBIENTAL

7.6.1. PROGRAMA I – Bosques y Áreas de Reserva Natural

Esta línea está dirigida a establecer acciones de ordenación y manejo del recurso bosque como un aportante de bienes y servicios ambientales esenciales para mantener la estructura ecológica principal de la cuenca, que permitan recuperar y estabilizar la masa boscosa, para propiciar la regulación de caudales y minimizar el aporte de sedimentos a las fuentes hídricas. La disminución paulatina de la cobertura boscosa en la parte alta de la cuenca de la quebrada Beberrecio es un problema creciente, por cuanto estas áreas han venido siendo absorbidas por actividades productivas con el establecimiento de un sistema de ganadería extensivo inapropiado para la topografía, así como una cultura agrícola de limpia y quema, que ha disminuido la productividad de los suelos.

Proyecto No.1 - Consolidación del Área Forestal Protectora de la Cuenca

Objetivo General

Consolidar el área de reserva forestal para garantizar la preservación de sus ecosistemas, mantener la oferta ambiental que allí se origina y avanzar en la recuperación de la estructura ecológica principal de la cuenca de la quebrada Beberrecio.

Objetivos Específicos

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- Adquirir los predios de la nueva área de reserva forestal bajo criterios técnicos de conectividad.
- Reubicar a las familias del municipio de Teruel menos favorecidas bajo un programa de INCODER.
- Establecer un Plan de Administración y Manejo para las áreas destinadas a la preservación.
- Implementar acciones para generar la recuperación de coberturas vegetales revirtiendo las incidencias de las actividades agropecuarias.
- Desarrollar líneas de investigación para contribuir al conocimiento de las características bióticas del área protegida con miras a fortalecer las acciones de manejo.
- Implementar Proyectos de aprovechamiento de recursos no maderables del bosque que permitan promover alternativas productivas sostenibles.

Proyecto No.2 - Recuperación, Protección, y Manejo de Coberturas Forestales como Elemento Integral de los Sistemas Productivos

Objetivo General

Promover e implementar acciones para asegurar la conservación de coberturas forestales que incentiven el mantenimiento y la formación de corredores biológicos entre agroecosistemas, para favorecer la conectividad y asegurar la oferta hídrica de la cuenca de la quebrada Beberrecio.

Objetivos Específicos

- Propiciar la recuperación, protección y manejo de nacimientos, rutas hídricas y recargas de acuíferos.
- Definir e implementar estrategias que permitan asegurar el manejo y conservación de zonas boscosas.
- Implementar alternativas eficientes y ambientalmente sostenibles para disminuir el uso de leña, principalmente en la cocción de alimentos.

Este proyecto incluye de manera general el desarrollo de las siguientes actividades:

- Aislamientos de zonas de protección y reubicación de bebederos.
- Producción de material vegetal de tipo forestal con especies nativas.
- Revegetalización de áreas con cobertura vegetal protectora.
- Promoción de la figura de conservación "Reserva de la Sociedad Civil".
- Capacitación para identificación y manejo eficiente de recursos energéticos.

PROGRAMA II - Calidad y Administración del Recurso Hídrico

Corresponde a una de las líneas de acción más importantes en la cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio debido a que justamente, es la única

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

fuente para las actividades agropecuarias en la vereda Beberrecio y Alto Beberrecio.

Actualmente se evidencian en la cuenca múltiples problemas generados por los impactos negativos causados por diferentes actividades antrópicas como son las prácticas agropecuarias inadecuadas que generan escorrentía y por consiguiente altos niveles de sedimentación, y contaminación de afluentes de la quebrada Beberrecio por aguas residuales de tipo doméstico y agropecuario por residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

Otra problemática a la que se enfrenta hoy en día la Cuenca es la falta de control de las concesiones que actualmente se encuentran en funcionamiento, donde no existen sistemas de medición para verificar que el caudal captado corresponda con lo concedido. Además, existen varias tomas de agua en el cauce de la quebrada que aun no están reglamentadas. En la parte media y baja de la cuenca (zonas más productivas) son bastante marcados los períodos de sequía, trayendo consigo escasez del recurso hídrico y por ende, reducción en la rentabilidad de sus sistemas productivos; por tal razón, es de gran interés generar proyectos de aprovechamiento y uso eficiente del recurso hídrico en esta zona.

Proyecto No.3 - Administración, Uso Eficiente y Seguimiento a la Reglamentación de Usos del Agua

Objetivo General

Optimizar el uso y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico en la cuenca hidrográfica de la quebrada Beberrecio.

Objetivos Específicos

- Reglamentar y monitorear el uso del recurso hídrico en la cuenca Hidrográfica de la quebrada Beberrecio.
- Permitir el aprovechamiento y uso eficiente del recurso hídrico mediante su almacenamiento con estructuras eficientes y sistemas de riego localizado.
- Fortalecer el uso eficiente y racional del recurso hídrico en las juntas veredales de acueducto establecidas en la cuenca y en el área rural.

Este proyecto contempla la ejecución de las siguientes actividades:

- Visitas de seguimiento y monitoreo a concesiones y sitios de captación de aguas.
- Construcción e instalación de obras de toma de agua y de estructuras aforadoras.
- Construcción y/o instalación de sistemas de almacenamiento de aguas lluvias a pequeña escala en la cuenca.
- Diseño e instalación de sistemas de riego localizado a pequeña escala,

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- Optimización para el funcionamiento de acueductos veredales y tomas prediales.
- Visitas técnicas a experiencias relacionadas con el ahorro y uso eficiente del agua.

Proyecto No.4: Gestión Integral para la descontaminación de fuentes hídricas

Objetivo General

Disminuir los índices de contaminación de la quebrada Beberrecio por vertimientos y disposición inadecuada de residuos sólidos.

Objetivos Específicos

- Mejorar la calidad de vida de los habitantes de la cuenca mediante la instalación de baterías sanitarias faltantes en la misma.
- Validar el funcionamiento de sistemas alternativos para la descontaminar las aguas residuales por las actividades agropecuarias en la cuenca.
- Disminuir la cantidad de residuos producidos por la comunidad, por medio del re-uso y/o reciclaje.
- Generar cambios culturales en la comunidad que faciliten el desarrollo de prácticas de separación de residuos sólidos en la vivienda, según sean aprovechables o no.
- Mejorar la calidad de vida de los usuarios mediante la creación de hábitos sanos de almacenamiento de residuos en el hogar o en general en el sitio de producción.

El proyecto incluye la ejecución de las siguientes actividades:

- Monitoreo de la calidad del agua mediante análisis de laboratorio de los parámetros físico - químicos y microbiológicos.
- Construcción de baterías sanitarias e instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Capacitación a los usuarios en el manejo integral de aguas residuales y residuos sólidos.
- Implementación en los predios de módulos para la clasificación de residuos sólidos.
- Construcción de módulos de abonos orgánicos.
- Construcción de fosas impermeabilizadas para rellenos sanitarios al nivel veredal.

PROGRAMA III - Suelos, tierras y sistemas productivos

Para el caso de los sistemas productivos es determinante hacer énfasis, inicialmente en la investigación de alternativas viables que propendan por cambios de prácticas culturales que durante años se han venido implementando en la

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

cuenca de una manera equivocada, lo que ha llevado a su actual estado de degradación. Prueba de esa situación lo constituye la cuenca que presentan conflicto medio y alto por el uso inadecuado del suelo, área que equivale a un gran porcentaje de la superficie de la cuenca (Plano 12).

Proyecto No.5 - Reconversión ambiental y manejo sostenible de los sistemas productivos de la Cuenca Hidrográfica de la quebrada Beberrecio

Objetivo General

Propiciar la reconversión socio-ambiental de los sistemas productivos en la cuenca, guardando armonía con la reglamentación de los usos del suelo, de tal forma que contribuyan a la conservación y/o recuperación de los recursos naturales (suelo, bosque y agua, principalmente).

Objetivos Específicos

- Mejorar las condiciones de infiltración y protección del suelo que permitan disminuir los niveles de sedimentación, y a la vez, mejorar la fertilidad del suelo en la cuenca con la reconversión ambiental de actividades productivas insostenibles.
- Integrar en las unidades productivas el componente agrícola y animal e implementar buenas prácticas de manejo para el desarrollo de las actividades agropecuarias.

Proyecto No.6 - Creación, Reglamentación e Implementación del Fondo de Apoyo a Iniciativas Productivas y de Conservación de los Recursos Naturales Renovables

Objetivo General

Consolidar las actividades productivas ambientalmente sostenibles que se desarrollen en el área de la cuenca, así como las iniciativas de conservación, recuperación y/o preservación de los recursos naturales renovables.

Objetivos Específicos

- Estimular la reconversión ambiental de sistemas productivos.
- Fortalecer la asociatividad comunitaria.
- Promocionar y apoyar la comercialización de productos agropecuarios para mercados verdes.
- Apoyar la consolidación de la zona forestal protectora de la cuenca, mediante la administración, cuidado y recuperación del área con la participación comunitaria.

Proyecto No.7 Gestión del Plan y Coordinación Técnica-Operativa para la Implementación de acciones de manejo y ordenación de la Cuenca Hidrográfica de la quebrada Beberrecio

Objetivo General

Fortalecer en los aspectos técnicos, organizativos e interinstitucionales el proceso de ordenación y manejo de la cuenca, consolidando los espacios de coordinación y de participación de actores, y afianzando un esquema de seguimiento y evaluación participativo sobre las acciones implementadas.

Objetivos Específicos

- Lograr una comunicación permanente y transversal al nivel interinstitucional y comunitario, para el área urbana y rural, sobre las acciones que se desarrollan en torno al ordenamiento de la cuenca.
- Poner en marcha un esquema de organización y participación comunitaria que permita ejercer un control social al interior de las comunidades y hacia los actores institucionales para la ejecución, seguimiento y evaluación del plan.
- Propiciar la vinculación de otros actores institucionales fundamentales para la sostenibilidad del proceso a largo plazo, con prioridad en la Comunidad Educativa, a fin de construir una conciencia ambiental.

PROGRAMA IV. EVALUCION DE INDICADORES EXISTENTES

Teniendo como base la revisión bibliográfica, las experiencias recogidas de las entrevistas, reuniones institucionales, y en particular de los resultados del Taller Nacional de Expertos realizado en Bogotá el 17 y 18 de noviembre del 2009, se presenta la síntesis de esta evaluación.

Los indicadores seleccionados que tienen desarrollos importantes, integran aspectos relevantes del tema hídrico y se han utilizado en alguna medida son: el Índice de Escasez en varias versiones, agua superficial principalmente; Índice de calidad de agua, varias versiones e Índice de Vulnerabilidad por disponibilidad de agua.

Índice de escasez. Es indicador de condiciones de disponibilidad en términos de abundancia o escasez de agua, representado en la relación porcentual de la demanda de agua para diferentes usos (m^3) sobre la oferta hídrica (m^3), en una unidad hídrica de análisis para un período determinado. Se puede decir que es un indicador de presión sobre el recurso, que permite establecer las condiciones de disponibilidad de agua para diferentes condiciones, medias o secas, y de sostenibilidad de uso en la medida que se generen escenarios futuros con estimativos de sus componentes basados en proyecciones.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Este indicador ha generado mucha expectativa desde su concepción inicial para el Estudio Nacional de Agua (1998) e Informe del Medio Ambiente en Colombia (1998), ya que se considera de particular utilidad para evaluar el estado y comportamiento del recurso, evaluar las presiones que se ejercen sobre él régimen hidrológico, la cantidad y calidad en diferentes unidades de análisis, diferentes condiciones hidrológicas en períodos específicos y para evaluar escenarios futuros.

La Metodología de Cálculo de Índice de Escasez consignada en la normatividad vigente es diferente a la utilizada en el Estudio Nacional de Agua para 2008 e Informe de Medio Ambiente de 2004, lo cual, entre otros, no permite comparar los resultados del indicador aunque se usen las mismas unidades de análisis y períodos.

Índice de escasez agua subterránea. El Índice de escasez para aguas subterráneas se define en el Decreto No.155 de 2004 que reglamenta las tasas por utilización de agua, la relación entre la sumatoria de los caudales captados en el acuífero y los caudales explotables del mismo. La Resolución No.872 de 2006 establece la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas subterráneas. Se estableció teniendo en cuenta que con la Resolución No.865 de 2004 se adoptó una metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales, lo cual inició la fragmentación del concepto de oferta unitaria en el marco del ciclo único del agua.

Se considera útil planificar, ordenar el uso del recurso hídrico , para la gestión a nivel local, generar alternativas de solución o mejoramiento, promover el conocimiento de las aguas subterráneas, monitorear el estado aguas subterráneas, definir variables y realizar estudios locales.

Índice de Calidad de Agua. Es indicador de Calidad de Agua (ICA) permite determinar las condiciones generales de la calidad de un cuerpo de agua, y en alguna medida reconocer problemas de contaminación en un punto determinado en un intervalo de tiempo específico. Permite representar el estado en general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas.

El Índice de calidad de agua, como el de escasez ha tenido variaciones metodológicas y de alcance del indicador, en relación con el número y tipo de parámetros que lo componen y la forma de ponderarlos para el cálculo. Hay varias desarrollos tanto a nivel nacional como regional, no hay criterios metodológicos unificados. Es un indicador no sensible a problemas puntuales o escala local, no tiene en cuenta el uso, requiere gran volumen de información, es más físico químico que integral, no incluye variables bióticas y se sesga a actividad humana (antrópicos).

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Tiene dificultad su aplicación regional por los pocos laboratorios acreditados y que solo se certifican unos parámetros, no es claro que pasa con el resto de parámetros que integran el ICA. Además no hay criterios y metodologías unificadas, existen varios ICA, IDEAM y otros, además de baja capacidad técnica, institucional para el monitoreo del indicador.

Se considera importante evaluar la aplicación de otros Índices de contaminación como el ICOMO (índice de contaminación de materia orgánica), Índice de contaminación por mineralización ICOMI, entre otros, que utiliza menos parámetros y da explicación sobre procesos que el ICA no puede explicar debido a que se pierde información por la técnica de agregación en que se fundamenta.

Índice de Vulnerabilidad por disponibilidad de agua. Es un indicador cualitativo del grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una disponibilidad de agua. Se obtiene a partir de interrelacionar el índice de escasez o de presión de la demanda sobre la oferta con la capacidad de regulación hídrica del sistema suelo-cubierta vegetal para una unidad de análisis determinada. A pesar de ser cualitativo, da una visión de la situación de vulnerabilidad para que un sistema hídrico mantenga una disponibilidad de agua tal que no comprometa las condiciones de sostenibilidad de recurso y de las actividades que de él dependen. Permite, también, en la medida que se estimen proyecciones para el índice de escasez y se establezcan situaciones relacionadas con el agua, de bosques y del suelo, determinar posibles escenarios futuros.

8. CONCLUSIONES

El área hidrográfica del Beberrecio en el municipio de Teruel, departamento del Huila se clasifica como MICROCUENCA jurídicamente y su correspondiente clasificación para la identificación de la misma corresponde a B.4.6.0.3.

Este es un diagnóstico, documento técnico básico de consulta, para la comunidad de la microcuenca Beberrecio, el municipio de Teruel, la Gobernación del Huila, la CAM, el IDEAM y la Universidad Surcolombiana en los aspectos hidroclimáticos, geológicos, geomorfológicos, suelos, zonas ambientales, uso y coberturas, áreas de producción, aptitud y evaluación de tierras, áreas de conservación y conflictos en cumplimiento de la Guía Técnico Científico para cuencas del IDEAM. Dicho diagnóstico es pionero a nivel de microcuencas en el departamento del Huila, siendo limitado estos estudios por sus altos costos.

El diagnóstico define la microcuenca de la quebrada Beberrecio en (7) zonas de vida y seis (6) ecosistemas naturales. Además, las estimaciones, de las escorrentías y caudales de la microcuenca definen las curvas a nivel 1550 a 1950, los mayores rendimientos de escurrimiento en la zona media de esta, zona hídrica a proteger en la zona media de la cuenca por los mayores aportes.

Según el estado de conservación de la microcuenca Beberrecio la definen como EN (en peligro) y VU (vulnerable). Por lo tanto, es prioritario que la CAM la incluya dentro de un programa de área protegida y/o de reserva hídrica.

Los parámetros fisiográficos y geomorfológicos de la microcuenca Beberreccio la en clima cálido con diferentes paisajes y caracterizados por presentar relieves que varían entre moderado, fuertemente quebrado a escarpado, con áreas onduladas a fuertemente onduladas, suelos superficiales y limitados por el material geológico, con erosión en cárcavas, desprendimientos y erosión laminar de moderada a severa, siendo éstos los mayores limitantes para las unidades presentes. Estos suelos se deben dedicar a la recuperación de bosques protectores – productores, conservación de la vegetación natural, cultivos multiestrata, agroforestería y reforestación

Según los escenarios proyectados para la microcuenca Beberrecio se definen dos áreas: con Tendencia a la restauración y regeneración natural (TRR) con 372,3 hectáreas (42,63 % del área total) y con tendencia a la degradación natural con 239,7 hectáreas (27,47% del área total), donde se deben desarrollar los planes de conservación y restauración. El escenario alternativo (prima la ordenación ambiental), la comunidad de Beberrecio debe apoyar la recuperación de la cobertura de vegetación, en especial en las zonas de recarga hídrica, fuentes de agua, nacederos, rondas, así como en las áreas que se localizan por encima de 1600 msnm; se debe consolidar el sistema regional de áreas protegida con la realización de programas de conservación y restauración, declaración y

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

formulación de planes de manejo de áreas protegidas, y compra de los predios de importancia hídrica.

El programa y directrices de concientización y sensibilización de la comunidad de Beberrecio se orienta a facilitar y fortalecer la participación regional y local en la gestión y conservación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), el Ministerio del Medio Ambiente, a través de las Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), quien deberá establecer un programa de sensibilización de las autoridades y comunidades que participan en el manejo y conservación de las ANP.

Adicionalmente, se deben establecer metodologías para consolidar la capacidad organizativa de las pequeñas asociaciones a nivel veredal y de aquellos asentamientos humanos relacionados directamente con las ANP del Sistema Nacional de Área Protegidas (SINANP). Para tal fin, los proyectos de las CAM financiados con recursos del presupuesto nacional, en el tema de educación ambiental, serán destinados con especial atención a las comunidades aledañas o asentadas en ANP del SINAP.

9. RECOMENDACIONES

Se debe formular el Plan de Manejo y Ordenamiento (POMCA) para la cuenca de la quebrada Beberrecio, a partir del presente diagnóstico, el preliminar del plan de manejo y ordenamiento y plan de manejo ambiental respectivo. Con la finalidad de conocer los programas, actividades y costos para el control y seguimiento del POMCA.

Es importante resaltar que para generar los indicadores de la Resolución No.643 de 2004 del MAVDT, la mayoría de las regiones no cuenta con información acorde con los requerimientos para aplicar adecuadamente las metodologías consignadas en la normatividad. Se plantea la necesidad de indicadores más sencillos y menos redundantes que sinteticen e integren muchos de los que existen y que sean viables.

Se debe hacer un inventario de la flora y fauna (taxonomía) para incluirlo en el desarrollo del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) de la microcuenca Beberrecio.

Con relación a las Unidades Cartográficas (Contenido Pedológico) en el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca (POMCA) etapa posterior del Diagnóstico y Plan de Manejo Ambiental, se requiere del estudio de suelos a nivel semidetallado (mapa agrológico, perfiles, calicatas, análisis físico químicos y descripción de las asociaciones) para definir los planes y programas de cultivos (sistemas de riego y drenaje), explotaciones forestales, producción pecuaria, conservación de suelos (control de erosión y arrastre de sedimentos) y uso potencial de suelos.

Los bioindicadores, en particular los macro invertebrados, se plantean como alternativa para evaluación y seguimiento de la calidad de agua (estudios limnológicos) con posibilidades de monitoreo y generación de información con participación de la comunidad a costos muy razonables. Este indicador no está considerado actualmente entre los mínimos o en los de línea base.

El tema de riesgo, se considera de particular importancia en relación con las amenazas hidrológicas, la vulnerabilidad de sistemas hídricos por disponibilidad de agua, la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, del abastecimiento para la población y en general actividades sociales y productivas. El riesgo es uno de los temas estratégicos considerado dentro de la Política y Plan Hídrico que formula el Ministerio del Ambiente. Este tema ha tenido poco desarrollo en términos conceptuales, metodológicos y de formulación de indicadores de amenazas y vulnerabilidad que permitan avanzar hacia indicadores de riesgo.

La reglamentación y la gerencia del sistema de indicadores del agua permitirán a futuro garantizar la estabilidad, utilidad y sostenibilidad del sistema de indicadores, tener lecturas adecuadas para referenciar la toma de decisiones y la formulación de planes del recurso hídrico.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Se propone un “Plan de trabajo para el escalamiento de un sistema de indicadores del agua en la cuenca de la quebrada Beberrecio”, que comprende siete etapas a seguir, el propósito para cada etapa, los resultados y productos, la entidad responsable (CAM) y el tiempo aproximado que se requeriría:

- Elaboración de documento de referencia
- Diseño de una agenda de trabajo para la consolidación del documento final.
- Reuniones técnicas con actores del nivel nacional, departamental y regional para consolidación del documento.
- Realización de ensayos piloto controlados para evaluar la coherencia, pertinencia y asequibilidad del sistema.
- Acuerdo interinstitucional para la adopción del sistema.
- Reglamentación del sistema de indicadores de agua.
- Estructuración de un sistema de seguimiento y evaluación.

Con relación al sector educativo de la comunidad de Beberrecio, una de las alternativas con la cual se puede disminuir la deserción escolar, es la implementación de un profesional experto en estos temas, puede ser un Psicólogo, el cual le brinde apoyo a los estudiantes, padres de familia, y profesores, realizando un seguimiento y control a cada uno de estos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALVARADO, Huberney y SERRATO, Vicente. Diagnóstico y plan de manejo integral de la Microcuenca El Hato municipio de Tarqui. Neiva, 1993. 269p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrícola). Universidad Surcolombiana, Neiva, 1993. 269p.

ANDRADE, A. Zonificación ecológica como base para el estudio integral del paisaje y la planificación del uso de las tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 1994, actualizado IDEAM, 2005.

APHA-AWWA-WPCF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 1992.

ARAUJO, Gustavo Sneyder y VALDERRAMA, Jorge Eduardo. Diagnóstico y plan de manejo para la gestión comunitaria de la cuenca hidrográfica quebrada Majo, municipio de Garzón, Huila. Neiva, 2005. Trabajo de grado (Ingeniero agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería.

ARBOLEDA O., Duván Andrés. Limnología aplicada a la acuicultura. REDVET Revista electrónica de Veterinaria, Vol. VII, Núm. 11, noviembre-sin mes, 2006, pp. 1-24. Madrid, España.

CENTRO ORIENTE, CORPES, Plan de Recuperación y Manejo de la Cobertura Vegetal Cuenca del río Las Ceibas. Ibagué, octubre 1990.

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO CIENTIFICO, CIDEC. Estudio socio económico de las Subcuencas Pilotos de los ríos Yaguará y Las Ceibas. USCO. 1984. VOL. I.

CONTRALORÍA DEPARTAMENTAL DEL HUILA. Estudio Anual sobre del Estado de los Recursos Naturales y Medio Ambiente del río Las Ceibas. Neiva, 2000.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, CAM, Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Alta del río Magdalena - POMAM, Santa fe de Bogotá octubre de 1996.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, CAM. Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Las Ceibas. Neiva. 2007.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, CAM, Evaluación de las Amenazas Potenciales de Origen Geológico e Hidrometeorológico y Caracterización Geotécnica Preliminar de las Cabeceras Municipales del Departamento del Huila, Amenazas por Inundaciones y Sequías en 8 Cabeceras Municipales del Departamento del Huila. Neiva, diciembre 1999.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

CAR. Corporación Autónoma Regional. Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá. Bogotá D.C. 2006.

DANE – Colombia. Proyecciones de Población. Estudios Censales. Departamento del Huila 2004 -2005. Bogotá, 2006.

DANE – Colombia. Proyecciones de Población. Estudios Censales. Bogotá. 2003.

Doreenbos, J. y W.O. Pruitt (1977). Las necesidades de agua de los cultivos. Riego y Drenaje. 24 FAO. 195pp. (Este trabajo ha sido actualizado por la FAO mediante el de Allen et al. 1998).

DOUROJEANNI, Axel. Políticas públicas para el desarrollo sustentable: La gestión integrada de cuencas. Lima, 1994.

EOT. Esquema Ordenamiento Territorial. Municipio de Teruel. Departamento del Huila. 2000.

ESPINAL, Sigifredo. Notas ecológicas sobre el Huila. Medellín: Universidad Nacional de Colombia Seccional Medellín, 1990. 91 p.

ETTER, Andrés. Introducción a la Ecología del paisaje. Un marco de integración para los levantamientos rurales. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Subdirección de Docencia e Investigación. Unidad de levantamientos rurales. Bogotá. 88 p. 1991.

ETTER, A. et al, Puinawai y Nukak. Caracterización ecológica general de dos reservas nacionales naturales de la Amazonía Colombiana. Instituto de Estudios Ambientales. Universidad Javeriana. Bogotá. 2001.

FAUSTINO J. Manejo de Cuencas con Enfoque en la Prevención de Desastres Naturales. Material para Curso Corto. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Tegucigalpa Honduras. 2002.

FAUSTINO J. Gestión Ambiental Para el Manejo de Cuencas Municipales. Curso Corto. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Managua, Nicaragua. 1996.

GREGORY J.K. and WALLING E.D. Drenage Bassin Analysis. The Bath Press. Victoria, Australia. 1985. 451 p.

GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH) (Cooperación Técnica Alemana). Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica Chira Piura; Gobierno Regional de Piura; GTZ; IRAGER: Bases conceptuales y acuerdos estratégicos para el diseño e implementación del “Sistema de gestión de la cuenca del río Piura”. Lima. 2006.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH) (Cooperación Técnica Alemana). Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica Chira Piura; Gobierno Regional de Piura; GTZ; IRAGER: Caracterización y orientaciones estratégicas para el desarrollo de la cuenca del río Piura. Lima. 2006.

GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH) (Cooperación Técnica Alemana). Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica Chira Piura; Gobierno Regional de Piura; GTZ; IRAGER: Guía del facilitador: Procesos de planificación participativa para la gestión de cuencas hidrográficas. Lima. 2006.

HOLDRIDGE, Leslie R. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1982. 216 p.

ICBF. Indicadores de desarrollo. Demografía, salud, calidad de vida, educación, violencia y situaciones especiales. Departamento del Huila. Bogotá D.C., 2008.

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Precipitaciones en Colombia. Bogotá D.C. 2002.

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Decreto No.1729 de 2002. Guía Tecno científica. Bogotá D.C. 2002.

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Protocolo Índices de Calidad de Aguas. 2009.

IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Estudios suelos semidetallados. Plancha 344 Tesalia. Bogotá. 1998. Actualizado 2002.

IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Paisajes Fisiográficos de Orinoquía y Amazonía ORAM. 1999.

IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Fotografía Aérea C1587, S 27556 del 4 de septiembre de 1975.

IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Indicadores económicos. Subdirección de Catastro. Bogotá. 2003.

IGAC. Subdirección de Catastro. INCODER. Territorial Huila. Registro predial. 2010.

Imagen©Terremetrics – Google. Map Link/Teleatlas. Europa Technologie. Tomada Noviembre 30 de 2010.

INGEOMINAS. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero Ambiental y Nuclear. Geología Básica. Plancha 344 Tesalia. Bogotá D.C. 2002.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

INGEOMINAS. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero Ambiental y Nuclear. Mapa Geológico del departamento del Huila. 2002.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica y Protocolo de Cartagena sobre seguridad en la Biotecnología. Santa fe de Bogotá D.C.: Instituto Humboldt. 99p. 2000.

Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Representatividad de ecosistemas protegidos a nivel Nacional (Fuente: Mapa de Ecosistemas, Andrés Etter, 1998). Bogotá: Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos. Alexander von Humboldt. Documentos PDF a nivel nacional y por área protegida. 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE, INDERENA, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Programa de Investigación en Política y Legalización de Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad, Programa de Biología de la Conservación. Bogotá, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE, INDERENA. Acción Institucional en el Planeamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Neiva, 1987.

INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES, NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE, INDERENA. Estudio Integral de las Subcuencas Piloto de los ríos Las Ceibas y Yaguará vol. 11. Neiva, 1985.

INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE, INDERENA. Síntesis de la Problemática y Propuestas de Acciones en la cuenca del río Las Ceibas. Neiva, 1989.

INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE, INDERENA. Proyecto Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del río Magdalena. 1983.

INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE, INDERENA e ICA. Diagnóstico de Recursos Naturales, Agrícola, Pecuario y Población de las Cuencas Hidrográficas de las Ceibas y Yaguará. Neiva, 1983.

INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE, INDERENA. Estudios Físicos de la Cuenca del río Las Ceibas, Alternativas de Conservación y Manejo. Neiva, 1980.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE, INDERENA. Informe Final del Proyecto Cuenca Alto Magdalena - PROCAM. Bogotá, 1988.

JIMÉNEZ F. Manejo de Cuencas y Prevención de Desastres. Curso Corto. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Managua Nicaragua. 2002.

LLAMAS, J. "Hidrología general: Principios y aplicaciones". Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. 1993.

MAIDMENT D.R. 1992. Handbook of Hydrology. McGraw Hill. New York.

Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección Territorial Sur Andina. Plan Básico de Manejo 2005-2009. Programa Parque Nacional Natural Nevado del Huila. Popayán. 2005.

Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. MAVDT. IDEAM. Codificación Nacional de Cuencas Hidrográficas. Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia. Bogotá. 2004.

Ministerio de Desarrollo. Titulo B. Tabla C.2.1. Calidad de la fuente. Resolución No.1096 de 2000.

Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. MAVDT. Plan Básico de Manejo 2005 -2009. Programa Parque Nacional Natural Nevado del Huila. Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección Territorial Sur Andina. Popayán. 2005.

Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. MAVDT. Reserva Natural Estricta/Area Natural Silvestre; Parque Nacional; Monumento Natural; Area de Manejo de Habitat/Especies; Paisaje Terrestre y Marino Protegido; Area Protegida con Recursos Manejados. Bogotá D.C. 2005.

OLAYA A. Alfredo y SÁNCHEZ R. Mario. Ecosistemas Estratégicos del Huila. Grupo de Investigación Ecosistemas Surcolombianos, ECOSURC. Facultad de Ingeniería. Universidad Surcolombiana. Neiva. 2003.

OLAYA, Alfredo y SÁNCHEZ, Mario. Significado ecológico y sociocultural de los ecosistemas estratégicos del Huila. En: OLAYA, Alfredo y SÁNCHEZ, Mario, editores. Del Macizo Colombiano al Desierto La Tatacoa: la ruta del río Magdalena en el Huila. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2005. pp. 17-29.

OLAYA, A. Alfredo. Guía para la formulación del pre-diagnóstico y plan de manejo preliminar de la cuenca hidrográfica quebrada La Guagua, como un ecosistema estratégico del municipio de Palermo. Neiva: Universidad Surcolombiana, 2010.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

PENNA, G. WILLIAM. Programa de Protección y Manejo de la Cobertura Vegetal Cuenca río Las Ceibas – INDERENA. Neiva, 1989.

PIZARRO T., R. Elementos Técnicos de Hidrología I. Instructivos Técnicos. Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura. IV Región, Chile. 1986. 78 p.

PIZARRO T., R. Elementos Técnicos de Hidrología III. Proyecto regional mayor sobre uso y conservación de recursos hídricos en áreas rurales de América Latina y el Caribe. Editorial Universidad de Talca. Talca, Chile. 1993. 136 p.

PNUD (Programa De las Naciones Unidas para el Desarrollo). Manual y Guías para La Gestión Ambiental y el Desarrollo Sostenible. New York, N.Y. 1992.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE - OFICINA REGIONAL PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE, PNUMA. Proyecto de Estadística e Indicadores Ambientales del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, Criterios de Indicadores Ordenación Forestal Sostenida 2001. Panamá, 2003.

QUINTERO, Marcela et al. Modelo de optimización para evaluación ex ante de alternativas productivas y cuantificación de externalidades ambientales en cuencas andinas, Modelo de evaluación económica, social y ambiental de usos de la tierra (ECOSAUT). Proyecto Regional Cuencas Andinas, CIP/ GTZ, Lima 2006. ISBN: 92-9060-269-4.

RAMÍREZ, A, & VIÑA, G. Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. p. 70 – 72. 1998.

ROJAS, R. Guía de Muestreo de Agua- CEPIS OPS/OMS. Abril 2004.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DEL PERÚ. Facultad de recursos naturales y del ambiente. Guía metodológica de cuencas. Lima. 2002.

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA, USCO. Facultad de Ingeniería Especialización de Ingeniería Ambiental. Valoración Económica Aproximada de los Costos Ambientales de la Cuenca del río Las Ceibas. Neiva, 1999.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA JAVERIANA – Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo, IDEADE. Diagnóstico Integrado para la Zona de La Siberia, Informe Final. Bogotá, 1995.

USDA. United States Department of Agricultural. US: Keys to Soil Taxonomy" Ninth Edition, 2003.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

VELEZ, Roxana: Proceso de difusión de información. La experiencia del Proyecto Regional Cuencas Andinas. Proyecto Regional Cuencas Andinas, CIP/ GTZ, Lima 2006. ISBN: 92-9060-280-5.

VERSTAPPEN H. Th. Applied Geomorphology. Geomorphological Surveys for Environmental Development. ITC. Enschede, The Netherlands. 1983. 437 p.

VILLOTA, H. 1991. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá D.C.

WACHHOLTZ, R.; HEROLD - MERGL, A. Contribución al análisis de riesgo de desastres en la Cuenca Alta del Río San Pedro. Proyecto Gestión de Riesgo y Seguridad Alimentaria en la Cuenca del Río San Pedro – Norte Potosí, GTZ, Bolivia 2004.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Anexo A. Cálculos de áreas de la cuenca Quebrada Beberrecio

| ALTITUD | AREA | A * E MEDIA | % AREAS | % AREAS |
|--------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| MEDIA (msnm) | (M ²) | | | ACUMULADAS |
| 740 | 26.804,202 | 19.835.109,48 | 0,30692720 | 100,00 |
| 775 | 137.122,888 | 106.270.238,16 | 1,57015470 | 99,69 |
| 825 | 137.129,776 | 113.132.065,53 | 1,57023358 | 98,12 |
| 875 | 124.704,316 | 109.116.276,12 | 1,42795321 | 96,55 |
| 925 | 195.495,831 | 180.833.643,90 | 2,23856647 | 95,12 |
| 975 | 249.166,027 | 242.936.876,67 | 2,85312843 | 92,89 |
| 1025 | 277.563,435 | 284.502.520,73 | 3,17829897 | 90,03 |
| 1075 | 330.230,575 | 354.997.868,46 | 3,78137523 | 86,85 |
| 1125 | 419.857,132 | 472.339.273,23 | 4,80766312 | 83,07 |
| 1175 | 490.654,617 | 576.519.174,68 | 5,61834473 | 78,27 |
| 1225 | 517.436,930 | 633.860.239,51 | 5,92502129 | 72,65 |
| 1275 | 560.115,058 | 714.146.699,55 | 6,41371625 | 66,72 |
| 1325 | 536.935,550 | 711.439.603,75 | 6,14829437 | 60,31 |
| 1375 | 575.483,341 | 791.289.593,92 | 6,58969403 | 54,16 |
| 1400 | 10.861,340 | 15.205.875,73 | 0,12437007 | 47,57 |
| 1425 | 556.767,649 | 793.393.900,15 | 6,37538603 | 47,45 |
| 1475 | 611.355,897 | 901.749.948,38 | 7,00046034 | 41,07 |
| 1500 | 4.947,423 | 7.421.134,55 | 0,05665152 | 34,07 |
| 1525 | 540.350,525 | 824.034.550,81 | 6,18739827 | 34,01 |
| 1575 | 489.442,360 | 770.871.716,70 | 5,60446353 | 27,83 |
| 1600 | 2.261,080 | 3.617.727,52 | 0,02589097 | 22,22 |
| 1625 | 482.265,455 | 783.681.363,95 | 5,52228285 | 22,20 |
| 1675 | 430.659,178 | 721.354.122,39 | 4,93135423 | 16,67 |
| 1700 | 575,766 | 978.802,02 | 0,00659293 | 11,74 |
| 1725 | 321.989,966 | 555.432.691,11 | 3,68701438 | 11,74 |
| 1775 | 277.329,319 | 492.259.540,94 | 3,17561817 | 8,05 |
| 1800 | 208.005,521 | 374.409.937,80 | 2,38181133 | 4,87 |
| 1825 | 81.315,200 | 148.400.240,00 | 0,93111694 | 2,49 |
| 1875 | 59.779,439 | 112.086.447,56 | 0,68451714 | 1,56 |
| 1900 | 5.349,093 | 10.163.276,71 | 0,06125092 | 0,88 |
| 1925 | 56.483,507 | 108.730.751,33 | 0,64677638 | 0,81 |
| 1960 | 14.642,970 | 28.700.221,70 | 0,16767244 | 0,17 |
| TOTALES | 8.733.081,366 | 11.963.711.433,03 | 100,00 | |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Anexo B. Registro de variables climáticas del IDEAM

| IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|---|---------|-------|---------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|----------|
| FECHA DE PROCESO : 2010/08/02 | | | ESTACION : 2108503 SAN RAFAEL | | | | | | | | | | | | |
| LATITUD 0245 N TIPO EST CO DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1984-SEP | | | LONGITUD 7534 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO TERUEL FECHA-SUSPENSION | | | | | | | | | | | | |
| ELEVACION 1030 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE PEDERNAL | | | | | | | | | | | | | | | |
| AÑO | EST | ENT | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | VR ANUAL |
| MEDIOS | | | 194,1 | 198,1 | 240,2 | 227,2 | 165,9 | 70,8 | 47,1 | 40,1 | 93,2 | 242,9 | 293,8 | 255,0 | 2.068,4 |
| MAXIMOS | | | 472,9 | 473,7 | 451,9 | 407,4 | 355,9 | 155,1 | 134,1 | 108,6 | 257,0 | 638,6 | 494,9 | 426,4 | 638,6 |
| MINIMOS | | | 38,5 | 20,8 | 93,3 | 44,5 | 35,8 | 10,5 | 13,0 | 4,2 | 21,8 | 48,9 | 144,4 | 59,1 | 4,2 |
| IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC) | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE PROCESO : 2010/08/02 | | | ESTACION : 2108503 SAN RAFAEL | | | | | | | | | | | | |
| LATITUD 0245 N TIPO EST CO DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1984-SEP | | | LONGITUD 7534 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO TERUEL FECHA-SUSPENSION | | | | | | | | | | | | |
| ELEVACION 1030 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE PEDERNAL | | | | | | | | | | | | | | | |
| AÑO | EST | ENT | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | VR ANUAL |
| MEDIOS | | | 24,8 | 25,2 | 24,3 | 23,6 | 23,2 | | 23,3 | 24,0 | 24,1 | | | | 27,5 |
| MAXIMOS | | | 24,8 | 25,2 | 24,3 | 23,6 | 23,2 | | 23,3 | 24,0 | 25,2 | | | | 24,2 |
| MINIMOS | | | 24,8 | 25,2 | 24,3 | 23,6 | 23,2 | | 23,3 | 24,0 | 23,3 | | | | |
| IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE PROCESO : 2010/08/02 | | | ESTACION : 2108007 STA ROSA HDA | | | | | | | | | | | | |
| LATITUD 0238 N TIPO EST PM DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1979-OCT | | | LONGITUD 7534 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO YAGUARA FECHA-SUSPENSION | | | | | | | | | | | | |
| ELEVACION 0650 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE YAGUARA | | | | | | | | | | | | | | | |
| AÑO | EST | ENT | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | VR ANUAL |
| MEDIOS | | | 219,8 | 147,1 | 215,5 | 280,2 | 143,0 | 44,5 | 28,3 | 18,0 | 76,7 | 219,4 | 284,9 | 272,9 | 1.950,3 |
| MAXIMOS | | | 620,7 | 427,3 | 487,1 | 2.220,0 | 389,2 | 144,2 | 130,8 | 89,1 | 242,5 | 427,3 | 629,5 | 500,0 | 2.220,0 |
| MINIMOS | | | 12,4 | 16,0 | 13,0 | 12,8 | 17,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,8 | 62,7 | 146,0 | 90,0 | 0,0 |
| IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE PROCESO : 2010/08/02 | | | ESTACION : 2108003 YAGUARA | | | | | | | | | | | | |
| LATITUD 0240 N TIPO EST PM DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1958-NOV | | | LONGITUD 7531 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO YAGUARA FECHA-SUSPENSION | | | | | | | | | | | | |
| ELEVACION 0600 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE YAGUARA | | | | | | | | | | | | | | | |
| AÑO | EST | ENT | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | VR ANUAL |
| MEDIOS | | | 142,0 | 151,2 | 199,0 | 176,9 | 118,2 | 59,3 | 34,7 | 27,9 | 50,1 | 201,2 | 254,8 | 202,6 | 1.617,9 |
| MAXIMOS | | | 371,8 | 380,0 | 464,8 | 390,0 | 301,0 | 362,0 | 141,0 | 217,0 | 184,6 | 687,0 | 483,4 | 394,5 | 687,0 |
| MINIMOS | | | 5,0 | 19,0 | 43,0 | 31,9 | 15,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 65,0 | 77,5 | 44,0 | 0,0 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

| IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---|------------|---------|-----------|-----------|----------|
| FECHA DE PROCESO : 2010/08/02 | | | | | | | | | | ESTACION : 2108005 CARACOL EL | | | | | |
| LATITUD 0246 N TIPO EST PM DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1985-MAY | | | | | | | | | | LONGITUD 7536 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO TERUEL FECHA-SUSPENSION 1995-JUL | | | | | |
| ELEVACION 1080 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE PEDERNAL | | | | | | | | | | | | | | | |
| AÑO | EST | ENT | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | VR ANUAL |
| MEDIOS | | | 183,0 | 218,2 | 230,2 | 234,5 | 186,4 | 50,2 | 58,5 | 42,8 | 101,8 | 329,4 | 290,9 | 223,6 | 2.149,5 |
| MAXIMOS | | | 329,9 | 267,9 | 511,8 | 444,5 | 259,3 | 95,0 | 177,2 | 114,1 | 226,6 | 588,4 | 458,4 | 336,9 | 558,4 |
| MINIMOS | | | 97,2 | 84,9 | 124,9 | 45,0 | 75,8 | 28,4 | 16,6 | 5,8 | 34,5 | 72,6 | 135,2 | 58,1 | 5,8 |

| IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|---|---|--|-----------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| PRECIPITACION ANUAL O PROMEDIO AÑOS | | | Enero | Febrero | Marzo | Abri | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | |
| ESTACIONES | VALORES | TOTAL (mm) | | | | | | | | | | | | | |
| MSNM | | | | | | | | | | | | | | | |
| SanRafael (1984-1987) (1988-1999) Altura: (1030) | Medio Medio Minimo Máximo | 1918.4 2041 185.8 38.5 312.1 | 176.2 200.3 228.2 20.8 473.3 | 136.5 107.7 232.8 44.5 364.3 | 158.0 107.7 43 316 | 258.4 409.6 | 203.0 316 | 34.6 153.7 | 28.2 134.1 | 34.6 108.6 | 103.5 155 | 346.8 638.6 | 232.0 442 | 206.6 426.4 | 231 59.1 |
| La Armenia (1976-1991) Altura: (2700) | | 1980.2 | 160.7 | 161.3 | 157.0 | 214.5 | 215.2 | 117.7 | 94.1 | 89.1 | 155.9 | 241.2 | 192.0 | 181.5 | |
| La Mina (1975-1991) (1992-1999) Altura: (1800) | Medio Medio Minimo Máximo | 1824.5 1609 123.5 6.9 241.4 | 145.1 123.5 155.2 56.3 369.2 | 157.9 44.8 167.4 77.3 304.6 | 154.4 304.6 | 212.0 345 | 197.4 299 | 79.8 154.6 | 74.3 226.6 | 72.5 262.4 | 130.9 202.4 | 245.0 510.9 | 192.0 290.1 | 163.2 201.7 | 133.6 28.9 |
| El Caracol (1985-1991) (1992-1995) Altura: (1080) | Medio Medio Minimo Máximo | 1954.8 1032 165.2 84.9 97.2 84.9 329.9 267.9 | 169.2 84.9 184.7 124.9 348.4 | 205.1 232.1 287.5 45 444.5 | 164.9 124.9 | 190.9 45 | 159.8 75.8 | 46.6 259.3 | 61.9 — | 42.8 — | 101.5 — | 287.2 — | 260.1 — | 268.8 — | |
| Microcuenca N°. 1 (1985-1991) (1992-1995) Altura : (1140) | Medio Medio Minimo Máximo | 1947.9 1979 187.9 88.9 128.1 249.8 | 163.7 187.9 198.7 88.9 126.9 347.7 | 218.4 184.7 238.2 40.6 68.6 412.6 | 145.2 126.9 | 183.9 40.6 | 164.5 68.6 | 48.4 25.3 | 60.6 14.5 | 24.5 5.3 | 96.8 34.1 | 370.1 67.3 | 237.3 141.5 | 234.5 141.5 | 226.7 58.4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 317.9 |

IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL
VALORES MEDIOS MENSUALES DE TERMOMETRO HUMEDO (oC)
FECHA DE PROCESO : 2010/03/23 ESTACION : 2108503 SAN RAFAEL

LATITUD 0245 N TIPO EST CO DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1984-SEP
LONGITUD 7534 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO TERUEL FECHA-SUSPENSION
ELEVACION 1030 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE PEDERNAL

A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR
ANUAL *

| | | | |
|-----------|--------|--------|--------|
| 2009 1 01 | 20.6 3 | 20.7 3 | 20.7 3 |
| 2010 1 01 | 20.1 3 | 21.2 3 | 20.7 3 |

| | | | | | |
|---------|------|------|------|------|--------|
| MEDIOS | 20.1 | 21.2 | 20.6 | 20.7 | 20.7 3 |
| MAXIMOS | 20.1 | 21.2 | 20.6 | 20.7 | 21.2 3 |
| MINIMOS | 20.1 | 21.2 | 20.6 | 20.7 | 20.1 3 |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2010/03/23

ESTACION : 2108503 SAN RAFAEL

LATITUD 0245 N TIPO EST CO DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1984-SEP
LONGITUD 7534 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO TERUEL FECHA-SUSPENSION
ELEVACION 1030 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE PEDERNAL

A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR
ANUAL *

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|
| 1999 | 2 | 01 | 302.7 | 473.3 | 394.1 | 215.8 | 138.2 | 155.1 | 37.5 | 12.3 | 257.0 | 203.6 | 216.4 | 366.7 | 2772.7 | | |
| 2000 | 2 | 01 | 253.4 | 473.7 | 359.4 | 179.2 | 136.3 | 105.3 | 17.3 | 29.3 | 217.3 | 129.1 | 161.8 | 368.1 | 2430.2 | | |
| 2001 | 2 | 01 | 175.9 | 64.1 | 201.1 | 66.5 | 202.2 | 40.5 | 29.5 | 11.4 | 64.5 | 200.8 | 429.6 | 261.1 | 1747.2 | | |
| 2002 | 2 | 01 | 98.3 | 144.5 | 273.2 | 207.1 | 326.9 | 119.5 | 45.6 | 29.5 | 49.6 | 179.8 | 146.3 | 261.2 | 1881.5 | | |
| 2003 | 1 | 01 | 118.2 | 79.5 | 171.3 | 142.7 | 49.7 | 116.9 | 22.6 | 4.2 | 145.3 | 142.4 | 251.5 | 220.4 | 1464.7 | | |
| 2004 | 1 | 01 | 306.7 | 88.6 | 146.6 | 407.4 | 35.8 | 24.2 | 88.6 | 11.8 | 30.8 | 340.2 | 347.7 | 230.6 | 2059.0 | | |
| 2005 | 1 | 01 | 205.2 | 360.9 | 323.8 | 136.2 | 131.2 | 28.7 | 54.6 | 38.6 | 75.6 | 247.0 | 315.8 | 371.0 | 2288.6 | | |
| | | | 2006 | 1 | 01 | 149.4 | 286.1 | | 80.5 | 75.6 | 30.3 | 36.5 | 282.0 | 434.6 | 382.1 | 1757.1 3 | |
| | | | 2007 | 1 | 01 | 93.2 | 30.0 | 283.8 | 342.7 | 211.0 | 39.7 | 84.5 | 48.0 | 28.3 | 259.5 | 269.5 | 290.6 |
| | | | 2008 | 1 | 01 | 277.9 | 286.3 | 277.9 | 251.4 | 278.9 | 23.3 | 61.1 | 84.6 | 119.7 | 299.2 | 494.9 | 261.4 |
| | | | 2009 | 1 | 01 | 472.9 | 230.0 | 451.9 | 213.4 | 122.4 | 56.7 | 41.0 | 41.3 | 21.8 | 163.4 | 213.3 | 152.1 |
| | | | | 2010 | 1 | 01 | 107.4 | 102.6 | | | | | | | | 210.0 3 | |
| MEDIOS | | | 213.4 | 218.3 | 288.3 | 216.2 | 155.7 | 71.4 | 46.6 | 31.1 | 95.1 | 222.5 | 298.3 | 287.8 | 2144.8 | | |
| MAXIMOS | | | 472.9 | 473.7 | 451.9 | 407.4 | 326.9 | 155.1 | 88.6 | 84.6 | 257.0 | 340.2 | 494.9 | 382.1 | 494.9 | | |
| MINIMOS | | | 93.2 | 30.0 | 146.6 | 66.5 | 35.8 | 23.3 | 17.3 | 4.2 | 21.8 | 129.1 | 146.3 | 152.1 | 4.2 | | |

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL
VALORES TOTALES MENSUALES DE BRILLO SOLAR (Horas)

FECHA DE PROCESO : 2010/03/23

ESTACION : 2108503 SAN RAFAEL

LATITUD 0245 N TIPO EST CO DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1984-SEP
LONGITUD 7534 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO TERUEL FECHA-SUSPENSION
ELEVACION 1030 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE PEDERNAL

A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR
ANUAL *

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|----------|
| 1999 | 1 | 01 | 96.4 | 108.6 | 134.9 | 94.6 | 128.8 | 3 | 132.3 | 138.2 | 151.5 | 106.9 | 3 | 141.3 | 101.9 | 3 | 135.0 | 1470.4 3 |
| 2000 | 1 | 01 | 124.9 | 129.1 | 110.7 | 107.6 | 107.1 | 153.4 | 136.5 | 148.8 | 117.0 | 3 | 121.1 | 104.5 | 113.9 | 3 | 1474.6 3 | |
| 2001 | 1 | 01 | 191.8 | 129.0 | 113.0 | 123.1 | 100.6 | 109.7 | 121.1 | 97.1 | 13 | 128.2 | 154.2 | 133.7 | 124.6 | | 1526.1 3 | |
| 2002 | 1 | 01 | 164.0 | 119.8 | 121.9 | 77.7 | 87.6 | 113.0 | 118.4 | 91.2 | 141.0 | 130.3 | 137.3 | 3 | 183.4 | | 1485.6 3 | |
| 2003 | 1 | 01 | 167.0 | 3 | 107.9 | 3 | 105.0 | 95.6 | 3 | 105.4 | 117.2 | 103.8 | 123.4 | 110.7 | 3 | 128.4 | 144.0 | 147.8 |
| 2004 | 1 | 01 | 162.4 | 162.2 | 150.2 | 102.8 | 96.4 | 116.4 | 111.2 | 109.2 | 113.8 | 115.1 | 111.7 | 3 | 129.1 | | 1456.2 3 | |
| | | | 2005 | 1 | 01 | 117.6 | 118.0 | 126.1 | 89.6 | 65.1 | 3 | | | | | | 516.4 3 | |
| | | | | | | 2009 | 1 | 01 | | | | 121.1 | * | | 121.1 | 3 | | |
| | | | | | | 2010 | 1 | 01 | | | | | | | | 139.2 | 3 | |
| MEDIOS | | | 146.3 | 126.7 | 123.1 | 98.7 | 98.7 | 123.7 | 121.5 | 120.2 | 119.6 | 131.7 | 122.0 | 139.0 | | 1471.3 | | |
| MAXIMOS | | | 191.8 | 162.2 | 150.2 | 123.1 | 128.8 | 153.4 | 138.2 | 151.5 | 141.0 | 154.2 | 144.0 | 183.4 | | 191.8 | | |
| MINIMOS | | | 96.4 | 107.9 | 105.0 | 77.7 | 65.1 | 109.7 | 103.8 | 91.2 | 106.9 | 115.1 | 101.9 | 113.9 | | 65.1 | | |

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

** AUSENCIAS DE DATO ** ** ORIGENES DE DATO **

- | | | |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1 : Preliminares Ideam | 1 : Ausencia del observ | 1 : Registrados |
| 2 : Definitivos Ideam | 2 : Desperfecto instru. | 3 : Incompletos |
| 3 : Preliminares Otra Entidad | 3 : Ausencia instrument | 4 : Dudosos |
| 4 : Definitivos Otra Entidad | 4 : Dato rechazado | 6 : Est. Regresion |
| | 6 : Nivel superior | 7 : Est. Interpolacion |
| | 7 : Nivel inferior | 8 : Est. Otros metodos |
| | 8 : Curva de gastos | 9 : Generados (Series) |
| | 9 : Seccion inestable | |
| | A : Instr. sedimentado | |
| | M : Maximo no extrapol. | |
| | * : Datos insuficientes | |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Anexo C. Resultados laboratorios de muestras de agua

|  <p>LABORATORIO DE AGUAS ANALISIS FISICO QUIMICO MICROBIOLOGICO DATOS DE LA MUESTRA No.008762</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>FUENTE</td><td>QDA. BEBERRECIO – P. MONTECRISTO</td></tr> <tr><td>PROCEDENCIA</td><td>TERUEL - HUILA</td></tr> <tr><td>ENVIADA POR:</td><td>ALFREDO RAMOS M.</td></tr> <tr><td>FECHA DE TOMA</td><td>NOVIEMBRE 30 - 2010</td></tr> <tr><td>FECHA DE RECEPCION</td><td>DICIEMBRE 1 - 2010 8:10 A.M.</td></tr> <tr><td>TIPO DE ANALISIS</td><td>AGUA DE RIO - VARIOS</td></tr> </table> <p>RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>OLOR</th><th>NORMAL</th></tr> <tr><td>SABOR</td><td>ACEPTABLE</td></tr> <tr><td>COLOR VERDADERO</td><td>UNC 14,0</td></tr> <tr><td>TURBIEDAD</td><td>NTU 18</td></tr> <tr><td>TEMPERATURA</td><td>°C (20,8) In situ</td></tr> <tr><td>PH</td><td>UND 7,1</td></tr> <tr><td>CONDUTIVIDAD</td><td>umho/cm 28,0</td></tr> <tr><td>SST</td><td>mg/L 22,0</td></tr> <tr><td>NITRITOS</td><td>mg/L - N-NO2 0,28</td></tr> <tr><td>ALCALINIDAD TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 12,1</td></tr> <tr><td>ACIDEZ TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 2,6</td></tr> <tr><td>DUREZA TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 5,4</td></tr> <tr><td>NITROGENO TOTAL</td><td>mg/L - N 0,2</td></tr> <tr><td>FOSFORO TOTAL</td><td>mg/L - P 0,010</td></tr> <tr><td>HIERRO TOTAL</td><td>mg/L - Fe -</td></tr> <tr><td>SULFATOS SO4</td><td>mg/L SO4 -</td></tr> <tr><td>OXIGENO DISUELTO</td><td>mg/L 14,6</td></tr> <tr><td>DBO5</td><td>mg/L 4,8</td></tr> <tr><td>DQO</td><td>mg/L 10,5</td></tr> </table> <p>ANALISIS BACTERIOLOGICO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>COLIFORMES TOTALES</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0</td></tr> <tr><td>ESCHERICHIA COLI</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0</td></tr> <tr><td>MICROORG. MESOFILOS</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0</td></tr> </table> <p>OBSERVACIONES: CNB Muestra Alterada. Datos en parentesis tomados en campo. JEFE DE LABORATORIO DLN I.Q. M.P.1345 AUXILIAR LABORATORIO JGC</p> | FUENTE | QDA. BEBERRECIO – P. MONTECRISTO | PROCEDENCIA | TERUEL - HUILA | ENVIADA POR: | ALFREDO RAMOS M. | FECHA DE TOMA | NOVIEMBRE 30 - 2010 | FECHA DE RECEPCION | DICIEMBRE 1 - 2010 8:10 A.M. | TIPO DE ANALISIS | AGUA DE RIO - VARIOS | OLOR | NORMAL | SABOR | ACEPTABLE | COLOR VERDADERO | UNC 14,0 | TURBIEDAD | NTU 18 | TEMPERATURA | °C (20,8) In situ | PH | UND 7,1 | CONDUTIVIDAD | umho/cm 28,0 | SST | mg/L 22,0 | NITRITOS | mg/L - N-NO2 0,28 | ALCALINIDAD TOTAL | mg/L - CaCO3 12,1 | ACIDEZ TOTAL | mg/L - CaCO3 2,6 | DUREZA TOTAL | mg/L - CaCO3 5,4 | NITROGENO TOTAL | mg/L - N 0,2 | FOSFORO TOTAL | mg/L - P 0,010 | HIERRO TOTAL | mg/L - Fe - | SULFATOS SO4 | mg/L SO4 - | OXIGENO DISUELTO | mg/L 14,6 | DBO5 | mg/L 4,8 | DQO | mg/L 10,5 | COLIFORMES TOTALES | N.M.P. / 100 ml | 0 | ESCHERICHIA COLI | N.M.P. / 100 ml | 0 | MICROORG. MESOFILOS | N.M.P. / 100 ml | 0 |  <p>LABORATORIO DE AGUAS ANALISIS FISICO QUIMICO MICROBIOLOGICO DATOS DE LA MUESTRA No.008763</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>FUENTE</td><td>QDA. BEBERRECIO – RIO PEDERNAL</td></tr> <tr><td>PROCEDENCIA</td><td>TERUEL - HUILA</td></tr> <tr><td>ENVIADA POR:</td><td>ALFREDO RAMOS M.</td></tr> <tr><td>FECHA DE TOMA</td><td>NOVIEMBRE 30 - 2010</td></tr> <tr><td>FECHA DE RECEPCION</td><td>DICIEMBRE 1 - 2010 8:20 A.M.</td></tr> <tr><td>TIPO DE ANALISIS</td><td>AGUA DE RIO - VARIOS</td></tr> </table> <p>RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>OLOR</th><th>NORMAL</th></tr> <tr><td>SABOR</td><td>ACEPTABLE</td></tr> <tr><td>COLOR VERDADERO</td><td>UNC 16,0</td></tr> <tr><td>TURBIEDAD</td><td>NTU 25</td></tr> <tr><td>TEMPERATURA</td><td>°C (24,5) In situ</td></tr> <tr><td>PH</td><td>UND 7,5</td></tr> <tr><td>CONDUTIVIDAD</td><td>umho/cm 32,0</td></tr> <tr><td>SST</td><td>mg/L 27,0</td></tr> <tr><td>NITRITOS</td><td>mg/L - N-NO2 0,34</td></tr> <tr><td>ALCALINIDAD TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 13,2</td></tr> <tr><td>ACIDEZ TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 2,4</td></tr> <tr><td>DUREZA TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 5,2</td></tr> <tr><td>NITROGENO TOTAL</td><td>mg/L - N 0,22</td></tr> <tr><td>FOSFORO TOTAL</td><td>mg/L - P 0,012</td></tr> <tr><td>HIERRO TOTAL</td><td>mg/L - Fe -</td></tr> <tr><td>SULFATOS SO4</td><td>mg/L SO4 -</td></tr> <tr><td>OXIGENO DISUELTO</td><td>mg/L 14,4</td></tr> <tr><td>DBO5</td><td>mg/L 5,6</td></tr> <tr><td>DQO</td><td>mg/L 11,3</td></tr> </table> <p>ANALISIS BACTERIOLOGICO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>COLIFORMES TOTALES</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>ESCHERICHIA COLI</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>MICROORG. MESOFILOS</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0</td></tr> </table> <p>OBSERVACIONES: CNB Muestra Alterada. Datos en parentesis tomados en campo. JEFE DE LABORATORIO DLN I.Q. M.P.1345 AUXILIAR LABORATORIO JGC</p> | FUENTE | QDA. BEBERRECIO – RIO PEDERNAL | PROCEDENCIA | TERUEL - HUILA | ENVIADA POR: | ALFREDO RAMOS M. | FECHA DE TOMA | NOVIEMBRE 30 - 2010 | FECHA DE RECEPCION | DICIEMBRE 1 - 2010 8:20 A.M. | TIPO DE ANALISIS | AGUA DE RIO - VARIOS | OLOR | NORMAL | SABOR | ACEPTABLE | COLOR VERDADERO | UNC 16,0 | TURBIEDAD | NTU 25 | TEMPERATURA | °C (24,5) In situ | PH | UND 7,5 | CONDUTIVIDAD | umho/cm 32,0 | SST | mg/L 27,0 | NITRITOS | mg/L - N-NO2 0,34 | ALCALINIDAD TOTAL | mg/L - CaCO3 13,2 | ACIDEZ TOTAL | mg/L - CaCO3 2,4 | DUREZA TOTAL | mg/L - CaCO3 5,2 | NITROGENO TOTAL | mg/L - N 0,22 | FOSFORO TOTAL | mg/L - P 0,012 | HIERRO TOTAL | mg/L - Fe - | SULFATOS SO4 | mg/L SO4 - | OXIGENO DISUELTO | mg/L 14,4 | DBO5 | mg/L 5,6 | DQO | mg/L 11,3 | COLIFORMES TOTALES | N.M.P. / 100 ml | 0,1 | ESCHERICHIA COLI | N.M.P. / 100 ml | 0,1 | MICROORG. MESOFILOS | N.M.P. / 100 ml | 0 |
|--|----------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------|--------------|------------------|---------------|---------------------|--------------------|------------------------------|------------------|----------------------|------|--------|-------|-----------|-----------------|----------|-----------|--------|-------------|-------------------|----|---------|--------------|--------------|-----|-----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|-------------|--------------|------------|------------------|-----------|------|----------|-----|-----------|--------------------|-----------------|---|------------------|-----------------|---|---------------------|-----------------|---|---|--------|--------------------------------|-------------|----------------|--------------|------------------|---------------|---------------------|--------------------|------------------------------|------------------|----------------------|------|--------|-------|-----------|-----------------|----------|-----------|--------|-------------|-------------------|----|---------|--------------|--------------|-----|-----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|--------------|-------------|--------------|------------|------------------|-----------|------|----------|-----|-----------|--------------------|-----------------|-----|------------------|-----------------|-----|---------------------|-----------------|---|
| FUENTE | QDA. BEBERRECIO – P. MONTECRISTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROCEDENCIA | TERUEL - HUILA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENVIADA POR: | ALFREDO RAMOS M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE TOMA | NOVIEMBRE 30 - 2010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE RECEPCION | DICIEMBRE 1 - 2010 8:10 A.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPO DE ANALISIS | AGUA DE RIO - VARIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OLOR | NORMAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SABOR | ACEPTABLE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOR VERDADERO | UNC 14,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TURBIEDAD | NTU 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA | °C (20,8) In situ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PH | UND 7,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDUTIVIDAD | umho/cm 28,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SST | mg/L 22,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NITRITOS | mg/L - N-NO2 0,28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ALCALINIDAD TOTAL | mg/L - CaCO3 12,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACIDEZ TOTAL | mg/L - CaCO3 2,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DUREZA TOTAL | mg/L - CaCO3 5,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NITROGENO TOTAL | mg/L - N 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOSFORO TOTAL | mg/L - P 0,010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HIERRO TOTAL | mg/L - Fe - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SULFATOS SO4 | mg/L SO4 - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OXIGENO DISUELTO | mg/L 14,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DBO5 | mg/L 4,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DQO | mg/L 10,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLIFORMES TOTALES | N.M.P. / 100 ml | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESCHERICHIA COLI | N.M.P. / 100 ml | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MICROORG. MESOFILOS | N.M.P. / 100 ml | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FUENTE | QDA. BEBERRECIO – RIO PEDERNAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROCEDENCIA | TERUEL - HUILA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENVIADA POR: | ALFREDO RAMOS M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE TOMA | NOVIEMBRE 30 - 2010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE RECEPCION | DICIEMBRE 1 - 2010 8:20 A.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPO DE ANALISIS | AGUA DE RIO - VARIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OLOR | NORMAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SABOR | ACEPTABLE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOR VERDADERO | UNC 16,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TURBIEDAD | NTU 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA | °C (24,5) In situ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PH | UND 7,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDUTIVIDAD | umho/cm 32,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SST | mg/L 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NITRITOS | mg/L - N-NO2 0,34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ALCALINIDAD TOTAL | mg/L - CaCO3 13,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACIDEZ TOTAL | mg/L - CaCO3 2,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DUREZA TOTAL | mg/L - CaCO3 5,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NITROGENO TOTAL | mg/L - N 0,22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOSFORO TOTAL | mg/L - P 0,012 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HIERRO TOTAL | mg/L - Fe - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SULFATOS SO4 | mg/L SO4 - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OXIGENO DISUELTO | mg/L 14,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DBO5 | mg/L 5,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DQO | mg/L 11,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLIFORMES TOTALES | N.M.P. / 100 ml | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESCHERICHIA COLI | N.M.P. / 100 ml | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MICROORG. MESOFILOS | N.M.P. / 100 ml | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

|  <p>LABORATORIO DE AGUAS ANALISIS FISICO QUIMICO MICROBIOLOGICO DATOS DE LA MUESTRA No.008762</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>FUENTE</td><td>QDA. BEBERRECIO – P. MONTECRISTO</td></tr> <tr><td>PROCEDENCIA</td><td>TERUEL - HUILA</td></tr> <tr><td>ENVIADA POR:</td><td>ALFREDO RAMOS M.</td></tr> <tr><td>FECHA DE TOMA</td><td>NOVIEMBRE 30 - 2010</td></tr> <tr><td>FECHA DE RECEPCION</td><td>DICIEMBRE 1 - 2010 8:10 A.M.</td></tr> <tr><td>TIPO DE ANALISIS</td><td>AGUA DE RIO - VARIOS</td></tr> </table> <p>RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>OLOR</th><th>NORMAL</th></tr> <tr><td>SABOR</td><td>ACEPTABLE</td></tr> <tr><td>COLOR VERDADERO</td><td>UNC 14,0</td></tr> <tr><td>TURBIEDAD</td><td>NTU 18</td></tr> <tr><td>TEMPERATURA</td><td>°C (20,8) In situ</td></tr> <tr><td>PH</td><td>UND 7,1</td></tr> <tr><td>CONDUTIVIDAD</td><td>umho/cm 28,0</td></tr> <tr><td>SST</td><td>mg/L 22,0</td></tr> <tr><td>NITRITOS</td><td>mg/L - N-NO2 0,28</td></tr> <tr><td>ALCALINIDAD TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 12,1</td></tr> <tr><td>ACIDEZ TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 2,6</td></tr> <tr><td>DUREZA TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 5,4</td></tr> <tr><td>NITROGENO TOTAL</td><td>mg/L - N 0,2</td></tr> <tr><td>FOSFORO TOTAL</td><td>mg/L - P 0,010</td></tr> <tr><td>HIERRO TOTAL</td><td>mg/L - Fe -</td></tr> <tr><td>SULFATOS SO4</td><td>mg/L SO4 -</td></tr> <tr><td>OXIGENO DISUELTO</td><td>mg/L 14,6</td></tr> <tr><td>DBO5</td><td>mg/L 4,8</td></tr> <tr><td>DQO</td><td>mg/L 10,5</td></tr> </table> <p>ANALISIS BACTERIOLOGICO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>COLIFORMES TOTALES</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0</td></tr> <tr><td>ESCHERICHIA COLI</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0</td></tr> <tr><td>MICROORG. MESOFILOS</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0</td></tr> </table> <p>OBSERVACIONES: CNB Muestra Alterada. Datos en parentesis tomados en campo. JEFE DE LABORATORIO DLN I.Q. M.P.1345 AUXILIAR LABORATORIO JGC</p> | FUENTE | QDA. BEBERRECIO – P. MONTECRISTO | PROCEDENCIA | TERUEL - HUILA | ENVIADA POR: | ALFREDO RAMOS M. | FECHA DE TOMA | NOVIEMBRE 30 - 2010 | FECHA DE RECEPCION | DICIEMBRE 1 - 2010 8:10 A.M. | TIPO DE ANALISIS | AGUA DE RIO - VARIOS | OLOR | NORMAL | SABOR | ACEPTABLE | COLOR VERDADERO | UNC 14,0 | TURBIEDAD | NTU 18 | TEMPERATURA | °C (20,8) In situ | PH | UND 7,1 | CONDUTIVIDAD | umho/cm 28,0 | SST | mg/L 22,0 | NITRITOS | mg/L - N-NO2 0,28 | ALCALINIDAD TOTAL | mg/L - CaCO3 12,1 | ACIDEZ TOTAL | mg/L - CaCO3 2,6 | DUREZA TOTAL | mg/L - CaCO3 5,4 | NITROGENO TOTAL | mg/L - N 0,2 | FOSFORO TOTAL | mg/L - P 0,010 | HIERRO TOTAL | mg/L - Fe - | SULFATOS SO4 | mg/L SO4 - | OXIGENO DISUELTO | mg/L 14,6 | DBO5 | mg/L 4,8 | DQO | mg/L 10,5 | COLIFORMES TOTALES | N.M.P. / 100 ml | 0 | ESCHERICHIA COLI | N.M.P. / 100 ml | 0 | MICROORG. MESOFILOS | N.M.P. / 100 ml | 0 |  <p>LABORATORIO DE AGUAS ANALISIS FISICO QUIMICO MICROBIOLOGICO DATOS DE LA MUESTRA No.008763</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>FUENTE</td><td>QDA. BEBERRECIO – RIO PEDERNAL</td></tr> <tr><td>PROCEDENCIA</td><td>TERUEL - HUILA</td></tr> <tr><td>ENVIADA POR:</td><td>ALFREDO RAMOS M.</td></tr> <tr><td>FECHA DE TOMA</td><td>NOVIEMBRE 30 - 2010</td></tr> <tr><td>FECHA DE RECEPCION</td><td>DICIEMBRE 1 - 2010 8:20 A.M.</td></tr> <tr><td>TIPO DE ANALISIS</td><td>AGUA DE RIO - VARIOS</td></tr> </table> <p>RESULTADOS ANALISIS FISICO QUIMICO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>OLOR</th><th>NORMAL</th></tr> <tr><td>SABOR</td><td>ACEPTABLE</td></tr> <tr><td>COLOR VERDADERO</td><td>UNC 16,0</td></tr> <tr><td>TURBIEDAD</td><td>NTU 25</td></tr> <tr><td>TEMPERATURA</td><td>°C (24,5) In situ</td></tr> <tr><td>PH</td><td>UND 7,5</td></tr> <tr><td>CONDUTIVIDAD</td><td>umho/cm 32,0</td></tr> <tr><td>SST</td><td>mg/L 27,0</td></tr> <tr><td>NITRITOS</td><td>mg/L - N-NO2 0,34</td></tr> <tr><td>ALCALINIDAD TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 13,2</td></tr> <tr><td>ACIDEZ TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 2,4</td></tr> <tr><td>DUREZA TOTAL</td><td>mg/L - CaCO3 5,2</td></tr> <tr><td>NITROGENO TOTAL</td><td>mg/L - N 0,22</td></tr> <tr><td>FOSFORO TOTAL</td><td>mg/L - P 0,012</td></tr> <tr><td>HIERRO TOTAL</td><td>mg/L - Fe -</td></tr> <tr><td>SULFATOS SO4</td><td>mg/L SO4 -</td></tr> <tr><td>OXIGENO DISUELTO</td><td>mg/L 14,4</td></tr> <tr><td>DBO5</td><td>mg/L 5,6</td></tr> <tr><td>DQO</td><td>mg/L 11,3</td></tr> </table> <p>ANALISIS BACTERIOLOGICO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>COLIFORMES TOTALES</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>ESCHERICHIA COLI</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>MICROORG. MESOFILOS</td><td>N.M.P. / 100 ml</td><td>0</td></tr> </table> <p>OBSERVACIONES: CNB Muestra Alterada. Datos en parentesis tomados en campo. JEFE DE LABORATORIO DLN I.Q. M.P.1345 AUXILIAR LABORATORIO JGC</p> | FUENTE | QDA. BEBERRECIO – RIO PEDERNAL | PROCEDENCIA | TERUEL - HUILA | ENVIADA POR: | ALFREDO RAMOS M. | FECHA DE TOMA | NOVIEMBRE 30 - 2010 | FECHA DE RECEPCION | DICIEMBRE 1 - 2010 8:20 A.M. | TIPO DE ANALISIS | AGUA DE RIO - VARIOS | OLOR | NORMAL | SABOR | ACEPTABLE | COLOR VERDADERO | UNC 16,0 | TURBIEDAD | NTU 25 | TEMPERATURA | °C (24,5) In situ | PH | UND 7,5 | CONDUTIVIDAD | umho/cm 32,0 | SST | mg/L 27,0 | NITRITOS | mg/L - N-NO2 0,34 | ALCALINIDAD TOTAL | mg/L - CaCO3 13,2 | ACIDEZ TOTAL | mg/L - CaCO3 2,4 | DUREZA TOTAL | mg/L - CaCO3 5,2 | NITROGENO TOTAL | mg/L - N 0,22 | FOSFORO TOTAL | mg/L - P 0,012 | HIERRO TOTAL | mg/L - Fe - | SULFATOS SO4 | mg/L SO4 - | OXIGENO DISUELTO | mg/L 14,4 | DBO5 | mg/L 5,6 | DQO | mg/L 11,3 | COLIFORMES TOTALES | N.M.P. / 100 ml | 0,1 | ESCHERICHIA COLI | N.M.P. / 100 ml | 0,1 | MICROORG. MESOFILOS | N.M.P. / 100 ml | 0 |
|--|----------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------|--------------|------------------|---------------|---------------------|--------------------|------------------------------|------------------|----------------------|------|--------|-------|-----------|-----------------|----------|-----------|--------|-------------|-------------------|----|---------|--------------|--------------|-----|-----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|-------------|--------------|------------|------------------|-----------|------|----------|-----|-----------|--------------------|-----------------|---|------------------|-----------------|---|---------------------|-----------------|---|---|--------|--------------------------------|-------------|----------------|--------------|------------------|---------------|---------------------|--------------------|------------------------------|------------------|----------------------|------|--------|-------|-----------|-----------------|----------|-----------|--------|-------------|-------------------|----|---------|--------------|--------------|-----|-----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|--------------|-------------|--------------|------------|------------------|-----------|------|----------|-----|-----------|--------------------|-----------------|-----|------------------|-----------------|-----|---------------------|-----------------|---|
| FUENTE | QDA. BEBERRECIO – P. MONTECRISTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROCEDENCIA | TERUEL - HUILA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENVIADA POR: | ALFREDO RAMOS M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE TOMA | NOVIEMBRE 30 - 2010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE RECEPCION | DICIEMBRE 1 - 2010 8:10 A.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPO DE ANALISIS | AGUA DE RIO - VARIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OLOR | NORMAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SABOR | ACEPTABLE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOR VERDADERO | UNC 14,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TURBIEDAD | NTU 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA | °C (20,8) In situ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PH | UND 7,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDUTIVIDAD | umho/cm 28,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SST | mg/L 22,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NITRITOS | mg/L - N-NO2 0,28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ALCALINIDAD TOTAL | mg/L - CaCO3 12,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACIDEZ TOTAL | mg/L - CaCO3 2,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DUREZA TOTAL | mg/L - CaCO3 5,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NITROGENO TOTAL | mg/L - N 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOSFORO TOTAL | mg/L - P 0,010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HIERRO TOTAL | mg/L - Fe - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SULFATOS SO4 | mg/L SO4 - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OXIGENO DISUELTO | mg/L 14,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DBO5 | mg/L 4,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DQO | mg/L 10,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLIFORMES TOTALES | N.M.P. / 100 ml | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESCHERICHIA COLI | N.M.P. / 100 ml | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MICROORG. MESOFILOS | N.M.P. / 100 ml | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FUENTE | QDA. BEBERRECIO – RIO PEDERNAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROCEDENCIA | TERUEL - HUILA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENVIADA POR: | ALFREDO RAMOS M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE TOMA | NOVIEMBRE 30 - 2010 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE RECEPCION | DICIEMBRE 1 - 2010 8:20 A.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPO DE ANALISIS | AGUA DE RIO - VARIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OLOR | NORMAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SABOR | ACEPTABLE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLOR VERDADERO | UNC 16,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TURBIEDAD | NTU 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA | °C (24,5) In situ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PH | UND 7,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDUTIVIDAD | umho/cm 32,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SST | mg/L 27,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NITRITOS | mg/L - N-NO2 0,34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ALCALINIDAD TOTAL | mg/L - CaCO3 13,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACIDEZ TOTAL | mg/L - CaCO3 2,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DUREZA TOTAL | mg/L - CaCO3 5,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NITROGENO TOTAL | mg/L - N 0,22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOSFORO TOTAL | mg/L - P 0,012 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HIERRO TOTAL | mg/L - Fe - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SULFATOS SO4 | mg/L SO4 - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OXIGENO DISUELTO | mg/L 14,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DBO5 | mg/L 5,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DQO | mg/L 11,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COLIFORMES TOTALES | N.M.P. / 100 ml | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESCHERICHIA COLI | N.M.P. / 100 ml | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MICROORG. MESOFILOS | N.M.P. / 100 ml | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo D. Metodología Índice Calidad del Agua (ICA) - IDEAM

1 Definición:

El índice de calidad de agua ICA reduce varios datos de campo y de laboratorio a un simple valor numérico de cero (0) a uno (1) y se clasifica según la calidad del agua en orden ascendente en una de las cinco categorías siguientes: muy malo, malo, regular, aceptable y bueno.

El valor del índice se deriva utilizando un modelo probado extensivamente que compara datos de campo con objetivos específicos de calidad de agua para el sitio (límites seguros, normatividad, para proteger usos específicos de un cuerpo de agua).

El índice toma en cuenta una amplia gama de factores ambientales (incluyendo contaminantes específicos y características claves de la columna de agua) pero no tiene en cuenta eventos físicos trascendentales.

2 Pertinencia del indicador:

El ICA define el grado de calidad de un cuerpo de agua determinado, con lo que se pretende reconocer problemas de contaminación de una manera ágil; permite evaluar una amplia cantidad de recursos hídricos en forma periódica.

Los resultados del índice de calidad de agua se presentan en un informe prototípico del estado de calidad de agua que resume en un vistazo las condiciones de la calidad del agua de un cuerpo determinado en un intervalo de tiempo específico.

Se han identificado seis aplicaciones básicas¹:

- ✓ Análisis de tendencias: para determinar degradación o recuperación de la calidad hídrica a través de un período de tiempo.
- ✓ Agregar información: para mostrar en una forma más fácilmente comprensible al público el fenómeno ambiental que se investiga.
- ✓ Cumplimiento de estándares

- ✓ Clasificación de sitios: pueden compararse las condiciones ambientales en diferentes áreas geográficas.
- ✓ Asignación de recursos: para ayudar a tomar decisiones en la asignación de fondos y determinación de prioridades.
- ✓ Información pública: para informar al público acerca de las condiciones del recurso.

Se puede variar la ponderación de las variables físicas, químicas y microbiológicas relevantes para hacerlo útil para analizar condiciones de calidad de aguas superficiales (cuerpos de agua continentales lóticos y líticos), subterráneas, dulces, estuarinas y marinas.

La siguiente propuesta es específica para cuerpos de agua lóticos.

3 Unidad de medida del indicador (la unidad de medida de cada una de las variables, se incluye en descripción metodológica):

Adimensional

4 Fórmula del indicador:

El ICA global o total tiene en cuenta dos componentes: el primero se denomina ICA fisicoquímico agregado, ICA_{fa} , y el segundo, un componente debido al caudal, $ILCAG$ y se puede expresar matemáticamente como:

$$ICA_g = ICA_{fa} * 0.7 + ILCAG * 0.3$$

Donde:

ICA_g es el índice de calidad general,
 ICA_{fa} es el índice agregado de calidad fisicoquímica,
y $ILCAG$, el índice lótico de capacidad ambiental general (referido al caudal medido en campo durante el muestreo e ingresado al módulo fisicoquímico ambiental si existe el dato, de lo contrario el estimado medio diario calculado a partir de la curva de gastos para la fecha del muestreo). EXCEPCION: Si no se cuenta con dato de caudal, calcular exclusivamente el ICA_{fa} es el índice agregado de calidad fisicoquímica.

5 Descripción metodológica:

¹ Morales Zapata, Guillermo. Empresas Públicas de Medellín, EPM. En : Índices de Calidad del Agua y el río Medellín.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

5.1 Proceso de cálculo general del indicador

El índice que se propone a continuación es una variante adaptada de la metodología conocida como índice de calidad del agua (WQI, Water Quality Index) desarrollada en 1970 por la Fundación de Sanidad Nacional (National Sanitation Foundation, NSF) de los Estados Unidos.

Para diferentes variables fisicoquímicas consideradas relevantes en la calidad del recurso hídrico superficial se construyen "relaciones funcionales" o "curvas funcionales" (ecuaciones) en las que los niveles de calidad de 0 a 1 se representan en las ordenadas de cada gráfico, mientras que los distintos niveles (o intensidades) de cada variable se disponen en las abcisas, trazando en cada gráfico una curva que represente la variación de la calidad del agua respecto a la magnitud de cada contaminante. Las curvas funcionales adoptadas son las propuestas por Ramírez y Viña² para porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (OD), sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y conductividad eléctrica (CE), la adoptada por Universitat Politècnica De Catalunya (2006) para demanda química de oxígeno (DQO) y la propuesta por el laboratorio del Departamento de Calidad Ambiental de Oregón (Estados Unidos) para coliformes fecales (CF) y pH.

5.2 Definición de cada variable de la fórmula

Variable 1

Cálculo de subíndices de calidad para el componente fisicoquímico.

El procedimiento general consiste en entrar el parámetro en la curva funcional correspondiente y hallar el subíndice I.

Cada curva indica en la ordenada la calidad del agua en una escala de 0 a 1 (es equivalente a usar de 0 a 100); en la abscisa se definen varios niveles de la variable en particular. Cuando se toman como referencia las curvas desarrolladas por Ramírez y Viña respecto al concepto de contaminación, para

² RAMÍREZ, A, & VIÑA, G. (1998). Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. p. 70 – 72.

traducirlo a términos de calidad el subíndice se toma como la diferencia entre uno (1) y el índice de contaminación respectivo de la magnitud de la variable.

A continuación se muestran las ecuaciones de referencia.

5.2.1. % de saturación (PS) de oxígeno disuelto (OD): esta variable tiene el papel biológico fundamental de definir la presencia o ausencia potencial de especies acuáticas.

$$PS = \left(\frac{O_x \times 100}{C_p} \right) /$$

donde:

O_x = Oxígeno disuelto medido en campo (mg/L) asociado a la elevación, caudal y capacidad de reoxigenación.

C_p = Concentración de equilibrio de oxígeno (mg/L), a la presión no estándar, es decir, oxígeno de saturación.

$$C_p = C^* P \left[\frac{\left(\left(1 - \frac{P_w}{P} \right) \left(1 - \theta_p \right) \right)}{\left(\left(1 - P_w \right) \left(1 - \theta \right) \right)} \right]$$

donde:

C* = concentración de equilibrio de oxígeno (mg/L), a la presión estándar de 1 atmósfera

P = presión no estándar (atmósferas)

PW = presión parcial de vapor de agua (atmósferas).

θ = Factor de corrección de la temperatura (°C) a condiciones estándar

El cálculo de la concentración de equilibrio de oxígeno, se hace a partir de la ecuación:

$$\ln C^* = -139.3441 + \left(\frac{1.575701 \times 10^5}{TE} \right) - \left(\frac{6.642308 \times 10^7}{TE^2} \right)$$

$$C^* = e^{C^*}$$

Donde:

TE: Temperatura (°K)

$$TE = T + 273.15$$

Para condiciones no estándar de presión, la presión parcial de vapor de agua:

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

$$lnP_T = 11.0571 - \left(\frac{3840.70}{T_E} \right) - \left(\frac{216961}{T_E^2} \right)$$

$$P_T = e^{lnP_T}$$

El factor de corrección de temperatura:

$$\theta = 0.000975 - \left(1.426 \times 10^{-3} T \right) + \left(6.496 \times 10^{-8} T^2 \right)$$

Nota: Los cálculos para el % de saturación de oxígeno hasta este punto están incluidos en el subsistema de información denominado Módulo Fisicoquímico Ambiental – MFQA, y se puede consultar como cálculo de déficit de oxígeno disuelto.

Una vez calculado el % de saturación del OD el subíndice se calcula con la fórmula:

$$I_{\% \text{ satOD}} = 1 - (1 - 0.01 \times \% \text{ saturación de OD})$$

NOTA:

Cuando el % de saturación de OD > 100%

$$I_{\% \text{ satOD}} = 1 - (0.01 \times \% \text{ saturación de OD} - 1)$$

5.2.2. Coliformes Fecales, CF como Escherichia coli (NMP/100 mL): este subíndice indica la peligrosidad potencial de este tipo de contaminación microbiana proveniente de heces de animales de sangre caliente.

Si CF < 50/100 mL entonces $I_{CF} = 0.98$

Si 50/100 mL <= CF < 1600/100 mL entonces $I_{CF} = 0.98 \times e^{((CF-50) \times -9.917754E-4)}$

Si FC >= 1600/100 mL entonces $I_{CF} = 0.10$

5.2.3. Sólidos suspendidos: su presencia en los cuerpos de agua son un indicador de cambio en el estado de las condiciones hidrológicas de la corriente y puede relacionarse con la presión por erosión, vertimientos industriales, extracción de materiales y disposición de escombros. Tiene una relación directa con la turbiedad. El subíndice de calidad para sólidos suspendidos se calcula como sigue:

$$I_{SST} = 1 - (-0.02 + 0.003 \times SST_{mg/L})$$

Si SST <= 4.5, entonces $I_{SST} = 1$

Si SST >= 320, entonces $I_{SST} = 0$

5.2.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO_5 : Es un indicador de vertimientos de origen doméstico e industrial, la fórmula para el cálculo del subíndice es:

$$I_{DBO_5} = 1 - (-0.05 + 0.70 \log_{10} DBO_5)$$

Para $DBO_5 > 30$ mg O₂/L tienen $I_{DBO_5} = 0$

Para $DBO_5 < 2.0$ mg O₂/L tienen $I_{DBO_5} = 1$

5.2.5. Demanda Química de Oxígeno (mg O₂/L): tiene que ver con la presencia de especies químicas susceptibles de ser oxidadas a condiciones fuertemente ácidas y de temperatura, como la materia orgánica, ya sea biodegradable o no, y la materia inorgánica. Según la propuesta del UNIVERSITAT POLITÉCNICA DE CATALUNYA en su publicación de 16 de febrero de 2006 ([www.euetii.upc.edu ~continguts/APUNTS/CURTIDOS/2A/Tecnicas ambientales/](http://www.euetii.upc.edu/~continguts/APUNTS/CURTIDOS/2A/Tecnicasambientales/)) se calcula con la fórmula:

Si DQO <= 20 entonces $I_{DQO} = 0.91$

Si 20 < DQO <= 25 entonces $I_{DQO} = 0.71$

Si 25 < DQO <= 40 entonces $I_{DQO} = 0.51$

Si 40 < DQO <= 80 entonces $I_{DQO} = 0.26$

Si DQO > 80 entonces $I_{DQO} = 0.125$

5.2.6. Conductividad eléctrica (μS/cm): está íntimamente relacionada con la suma de cationes y aniones determinada en forma química, refleja la mineralización. El subíndice de calidad para esta variable se calcula como sigue:

$$I_{Cond} = 1 - 10^{(-3.26 + 1.34 \log_{10} \text{Conductividad})}$$

Cuando $I_{Cond} < 0$ (negativo),

Entonces $I_{Cond} = 0$

5.2.7. pH: mide la acidez total o la alcalinidad total, valores extremos pueden afectar la flora y fauna acuáticas.

Si pH < 4 entonces $I_{pH} = 0.10$

Si pH está entre 4 y 7 inclusive, entonces

$$I_{pH} = 0.02628419 \times e^{(pH-0.520025)}$$

Si pH está entre 7.1 y 8.0 entonces $I_{pH} = 1$

Si pH está entre 8.1 y 11 entonces

$$I_{pH} = 1 \times e^{((pH-8) \times -0.5187742)}$$

Si pH es > a 11.1 $I_{pH} = 0.10$

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

5.2.8. Relación (cociente)

Nitrógeno total NKT / Fósforo total PT

Mide la degradación de la cuenca por intervención antrópica, es una forma de tomar prestado el concepto de saprobiedad aplicado a cuerpos de agua léticos (ciénagas, lagos, etc.) como posibilidad de la fuente de asimilar carga orgánica; es una relación que indica el balance de nutrientes para la productividad acuática de las zonas inundables en los ríos neotropicales (desde el norte de Argentina hasta el centro de Méjico)³. La fórmula para calcular el subíndice de calidad para N/P es:

$$\begin{aligned} \text{Si } N:P \geq 15, \text{ entonces } I_{NP} &= 0.80 \\ \text{Si } 10 < N:P < 15, \text{ entonces } I_{NP} &= 0.60 \\ \text{Si } 5 < N:P \leq 10, \text{ entonces } I_{NP} &= 0.35 \\ \text{Si } N:P \leq 5, \text{ entonces } I_{NP} &= 0.15 \end{aligned}$$

Variable 2

Subíndice de calidad para el caudal. El caudal tiene una incidencia significativa en la capacidad de las corrientes superficiales para la asimilación de contaminantes y su consecuente autorecuperación. Por esto, se contrasta el ICA_{fa} con el caudal medio medio y medio mínimo (época seca) para cada estación de la cual se tengan registros en la base de datos de la Subdirección de Hidrología.

La clasificación de las corrientes según el caudal se hace en cinco categorías (Ramírez y Viña, 1998), como sigue⁴:

Tabla 1. Caracterización de los cuerpos de agua léticos según su caudal

| Caudal (m ³ /s) | ILCAG | Capacidad Ambiental |
|----------------------------|---------------|---------------------|
| <1 | 0 | Muy baja |
| >1 – 10 | 0 – 0.333 | Baja |
| >10 – 100 | 0.333 – 0.666 | Media |
| >100 – 1000 | 0.666 – 1 | Alta |
| >=1000 | 1 | Muy alta |

ILCAG: índice lítico de capacidad ambiental general.

$$\text{Si } 1 \leq Q < 1000$$

$$\text{ILCAG} = 0.333 \log_{10} \text{Caudal (m}^3\text{/s)}$$

5.3. Definición de la ponderación de las variables según disponibilidad de información:

Cuando se facilite la logística y se cuente con un dato confiable de modo que la muestra se haya mantenido refrigerada durante el transporte y se haya podido analizar entre las 24 horas siguientes al muestreo, es deseable incluir como indicador de calidad bacteriológica los coliformes fecales como Escherichia coli, los cuales son críticos cuando el destino de recurso es tratamiento para consumo humano (potabilización) y la DBO₅ como indicador de contaminación orgánica biodegradable.

El ICA entonces va a tener la ponderación propuesta en la siguiente tabla, la cual aplicará especialmente para extraer información del aplicativo SUI (sistema único de información) proveniente de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD, la cual es suministrada por los operadores de los acueductos.

Tabla 2. Ponderación para disponibilidad de información de seis (6) variables

| Variable | Expresada como | Peso de importancia |
|--|---------------------------|---------------------|
| Oxígeno disuelto, OD | % Saturación | 0,17 |
| Escherichia coli | NMP/100 mL (ó UFC/100 mL) | 0,17 |
| Sólidos en suspensión | mg/L | 0,17 |
| Preferir Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅ (para corrientes de bajo caudal <=100 m ³ /s) o Demanda química de oxígeno, DQO (para corrientes de alto caudal > 100 m ³ /s) | mgO ₂ /L | 0,17 |
| Conductividad | µS/cm | 0,17 |
| pH | Unidades de pH | 0,15 |

Cuando no se cuente con las facilidades anteriormente mencionadas, como en el caso de la red básica de calidad hídrica que opera el IDEAM, las variables a ponderar son las siguientes:

Tabla 3. Ponderación propuesta por Rueda et al. para disponibilidad de información de cinco (5) variables – Red básica de calidad hídrica del IDEAM para información de los años 2005 a 2008.

³ KOLWITZ & MANSON 1904, adaptado por SALAS & MARTINO DE CEPIS - PERÚ

⁴ RAMÍREZ, A. & VIÑA, G. Op. Cit., p. 7.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

| Variable | Expresada como | Peso de importancia |
|----------------------------------|----------------|---------------------|
| Oxígeno disuelto, OD | % Saturación | 0,20 |
| sólidos en suspensión | mg/L | 0,20 |
| Demanda química de oxígeno, DQO. | mg/L | 0,20 |
| Conductividad eléctrica, C.E. | µS/cm | 0,20 |
| pH total | Unidades de pH | 0,20 |

El descriptor del índice corresponderá según su magnitud a una jerarquía de calidad que también se puede representar gráficamente por un color, como se propone en la tabla 4.

Tabla 4. Descriptores para presentar el aplicativo del ICA

| Descriptores | Ámbito numérico | Color |
|--------------|-----------------|----------|
| Muy malo | 0 – 0,25 | Rojo |
| Malo | 0,26 – 0,50 | Naranja |
| Regular | 0,51 – 0,70 | Amarillo |
| Aceptable | 0,71 – 0,90 | Verde |
| Bueno | 0,91 – 1,00 | azul |

Tabla 4. Ponderación propuesta por Rueda et Al .para disponibilidad de información de seis (6) variables – Red básica de calidad hídrica del IDEAM para información a partir del año 2009

| Variable | Expresada como | Peso de importancia |
|----------------------------------|----------------|---------------------|
| Oxígeno disuelto, OD | % Saturación | 0,17 |
| sólidos en suspensión | mg/L | 0,17 |
| Demanda química de oxígeno, DQO. | mg/L | 0,17 |
| Conductividad eléctrica, C.E. | µS/cm | 0,17 |
| Relación N total/P total | Unidades de pH | 0,17 |
| pH total | Unidades de pH | 0,15 |

Para calcular el ICA_{fa} se utiliza una suma lineal ponderada de los subíndices (I_i). Estas agregaciones ponderadas se expresan matemáticamente de la siguiente manera:

$$ICA_{fa} = \sum_{i=1}^n w_i I_i$$

Donde w es el peso de importancia asignado a cada variable e I es el subíndice de calidad de acuerdo con las curvas funcionales o ecuaciones correspondientes.

9 Disponibilidad de los datos:

| | Variables Fisicoquímicas | Caudales |
|---|---|----------------------------|
| 9.1 Existencia de series históricas | Desde el año 2005 Red actual, datos de la red de calidad de agua superficial | Evaluuar con hidrología |
| 9.2 Nivel de actualización de los datos | Anual para consolidar el dato promedio anual y el mínimo (peor escenario del año) | Variación promedio diario. |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

| | | |
|---|--|------------------------|
| 9.3 Estado actual de los datos | Listos para ser procesados | Evaluar con hidrología |
| 9.4 Forma de presentación de los datos | Medio magnético en base de datos Oracle (módulo FQA) ó excel | |

10 Periodicidad de los datos

El indicador se actualiza y se puede presentar tanto para cada monitoreo como el promedio anual.

11 Posibles entidades responsables del indicador (precisar aquellas con quienes se harían los convenios interinstitucionales):

Corporaciones Autónomas Regionales, Unidades ambientales urbanas e IDEAM.

12 Documentación relacionada con el indicador (especificar los datos bibliográficos de los documentos que soportan directa o indirectamente el cálculo del indicador):

- BELTRÁN, FRANCISCO JOSÉ. (2002). Contrato de apoyo a los procesos de generación de la línea base, diagnostico de indicadores de calidad del agua. Contrato 106/2002. Informe final. p. 12 – 14.
- CANTER, LARRY. (1998) Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Mc Graw Hill. P. 154 – 162.
- FERNANDEZ, NELSON Y SOLANO FREDY (2005). Índices de calidad y de contaminación del agua. Universidad de Pamplona. P. 43 – 53.
- <http://www.eip.gov.bc.ca/wat/wq/wqhome.htm>. Soluciones Medioambientales Canadienses. Índice ambiental de la calidad del agua e Informe sobre el estado de la calidad del agua en BC.
- RAMÍREZ, A. Y VIÑA G. (1998). Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. BP - Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. p. 7, 70 – 72.

13 Series o bases de datos simplificadas o refinadas (incluir como anexo los datos más significativos en el cálculo del indicador para cada una de las variables involucradas)

14 Representación gráfica

Mapas de cauces con valores puntuales del índice de calidad en los sitios de monitoreo

15 Observaciones:

16 Elaborada por (responsable de la hoja metodológica del indicador):

IDEAM, Laboratorio de Calidad Ambiental.

Anexo E. Unidades cartográficas (Contenido pedológico)
IGAC- Estudio de suelos departamento del Huila. Zona municipio de Teruel

a.- **Asociación Oxic Dystropepts - Typic Troporthents (MQAg2).**²⁹ Los tipos de relieve son de filas y vigas al sur del municipio de Teruel dentro de un relieve quebrado a fuertemente escarpado con laderas largas y rectilíneas. En general en la mayoría de las tierras de esta unidad, se han destruido la vegetación natural, con el fin de hacer plantaciones de cultivo de café, plátano, caña, maíz, fríjol, yuca y pastos mejorados para ganadería de tipo extensivo (ver Tabla No.21 y Plano No.6). Los suelos MQAg2 en relieve fuertemente escarpado, pendientes mayores del 75% y erosión moderada presentan las siguientes características:

Taxonomía del pedón: Oxic Dystropepts

- Clase de Unidad Cartográfica: Asociación Símbolo MQA
- Geomorfología: Paisaje; montaña; tipo de relieve; Filas y vigas.
- Litología o material transportado: Rocas ígneas (granito).
- Relieve: Fuertemente escarpado; pendiente mayor de 75%.
- Clima ambiental: Medio y húmedo.
- Formación ecológica según Holdridge; Bosque húmedo Premontano.
- Régimen climático del suelo: Udico, Isotérmico.
- Drenaje: Natural excesivo.
- Profundidad efectiva: Moderadamente profunda.
- Vegetación natural: Bosque secundario.
- Uso actual: Ganadería extensiva y cultivos de café, plátano, yuca y maíz.
- Horizontes diagnóstico: Epipedón; Ocrico; Endopedón; Cámbico.

La asociación está conformada por los suelos Oxic Dystropepts en un 40%; Typic Troporthents en un 40% e inclusiones de Lithic Troporthents, desarrollados a partir de materiales ígneos y metamórficos como andesitas, neises, riolitas, granitos, dioritas, etc.

Los suelos **Oxic Dystropepts** se han desarrollado a partir de arcillas rojas ferruginosas derivadas de rocas volcánicas que se localizan especialmente al sur, y sureste del departamento y ocupan las partes medias de las vertientes. Son suelos moderadamente profundos, de textura franco arcillosas en la superficie y arcillosas en los horizontes inferiores; los colores dominantes son: en los horizontes superiores, pardo a pardo grisáceo y en profundidad, rojos y amarillo rojizo; son suelos bien desarrollados, de consistencia friable y bien drenados. El perfil presenta una secuencia de horizontes de tipo ABC. Químicamente estos suelos dan reacción muy fuertemente ácida, baja saturación de bases, alta capacidad catiónica en la superficie a media en profundidad; bajos en potasio, contenidos medios en materia orgánica en la superficie que decrece con la

²⁹ IGAC. Estudio detallado de suelos. Departamento del Huila. 1998. Actualización 2002.

profundidad, muy pobres en fósforo disponibles para las plantas. Presenta contenidos altos en aluminio y un nivel bajo de fertilidad.

Los suelos **Typic Troporthents** están localizados en las partes medias y altas de las vertientes en pendientes 50 - 75%, han evolucionado a partir de materiales ígneos y metamórficos (granito y gneis); son suelos muy superficiales, limitados por materiales heterométrico, bien a excesivamente drenados, textura franco arenosa a franco arenosa gravillosa, de colores pardo oscuro a pardo amarillento claro en profundidad, de estructura granular fina en el primer horizonte y sin estructura (suelta) en el resto y consistencia muy friable, son suelos que presentan un débil desarrollo pedogenético, cuyos perfiles son de tipo AC. Químicamente son suelos de reacción muy fuerte ácida, media alta saturación de bases, baja capacidad catiónica de cambio y altos en potasio y fósforo, contenido medio a bajo en materia orgánica. El nivel de perfilidad es moderada.

Como inclusión se presentan los suelos Lithic Troporthent que ocupan las áreas más escarpadas de la unidad y cuyas pendientes superiores al 75% muestran áreas en procesos erosivos. Es un suelo muy superficial, cuyo perfil muestra un primer horizonte franco arenoso con abundante gravilla y piedra; son de color negro, incipiente desarrollo pedogenético, consistencia suelta y un tipo de perfil AR. Químicamente presentan reacción ligeramente ácida, alta saturación en bases y capacidad catiónica, altos en potasio; pobres en fósforo y medios en materia orgánica. El nivel de fertilidad es alto.

b.- Suelos de las Montañas de Clima Medio y Seco: Asociación Lithic Ustorthents - Typic Haplustolls - Ustic Dystropepts (MRAf2)³⁰. Los suelos de esta unidad se localizan en las montañas predominan los tipos de relieve de filas y vigas con los cuescos y crestones. La forma longitudinal y transversal constituyen en las filas la línea de cumbre, mientras que en las vigas las líneas de cumbre son más cortes e inclinadas originando relieves mixtos que caracterizan el paisaje. Los relieves estructurales se caracterizan por la disposición de las capas geológicas que buzan en el sentido de la pendiente del terreno. Reciben distintas denominaciones según el grado de inclinación de las capas. Así, en el relieve de cuesta los estratos tienen un ángulo de buzamiento de 10° en los crestones de 10 a 30° y en los flatirones de 10 a 70°. Pertenecen estos relieves a las laderas de montaña ubicadas a alturas comprendidas entre 1.000 a 1.800 msnm. en topografía ondulada a fuertemente escarpada con pendientes dominantes 7-12% 25-50%, 50-75% y mayores de 75% (Plano No.6).

En la unidad se separó la siguiente fase por pendientes y erosión (MRAf2) que corresponde a suelos de relieve moderadamente escarpado, pendientes 50-75% y erosión moderada. En esta unidad se tienen las siguientes asociaciones:

Taxonomía del pedón: Lithic Ustorthents

³⁰ IGAC. Estudio detallado de suelos. Departamento del Huila. 1998. Actualización 2002.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- Clase de Unidad Cartografica: Asociación Símbolo MRA
- Geomorfología: Paisaje; montaña; tipo de relieve; Filas y vigas.
- Litología o material transportado: Arenisca conglomeráticas y arcillas.
- Relieve: Moderadamente escarpado; pendiente mayor de 50%
- Clima ambiental: Medio y seco.
- Formación ecológica según Holdridge; Bosque seco Premontano.
- Régimen climático del suelo: Ustico, isohipertérmico.
- Profundidad efectiva: Superficial; limitante: Rocas.
- Drenaje: Externo rápido, interno lento, natural bien drenado.
- Vegetación Natural: Yarumo, helechos, chilco, y paja de sabana.
- Epipedón; Ocrico.

Taxonomía del pedón:Ustic Dystropepts

- Clase de Unidad Cartografica: Asociación Símbolo MRA
- Geomorfología: Paisaje; montaña; tipo de relieve; Crestones.
- Litología o material transportado: Rocas sedimentarias.
- Relieve: Fuertemente ondulado y modernamente quebrado; pendiente 12-25%
- Clima ambiental: Medio y seco.
- Formación ecológica según Holdridge; Bosque húmedo Premontano.
- Régimen climático del suelo: Usticc, isohipertérmico.
- Drenaje: Natural bien drenado.
- Profundidad efectiva: Profunda.
- Uso actual: Ganadería extensiva.
- Epipedón; mólico, Endopedón; Cámbico.

Taxonomía del pedón: Typic Haplustolls

- Clase de Unidad Cartografica: Asociación Símbolo MRA
- Geomorfología: Paisaje; montaña; tipo de relieve; Crestones y Flatirones.
- Litología o material transportado: Rocas sedimentarias (arenisca y arcillas calcáreas).
- Relieve: Moderadamente escarpado; pendiente 50-75%
- Clima ambiental: Medio y seco.
- Formación ecológica según Holdridge; Bosque seco Premontano.
- Régimen climático del suelo: Ustico, isohipertérmico.
- Drenaje: Externo rápido, interno medio, Natural o bien drenado.
- Profundidad efectiva: Moderadamente Profunda, limitante, fragmentos rocosos.
- Vegetación natural: Pelá y cuchcaro.
- Uso actual e intensidad: ganadería extensiva con ganado criollo y pastos naturales.
- Material parental: arenisca y arcillas calcáreas.
- Clase y grado de erosión: moderada, hídrica laminar, solifluxión y movimientos en masa.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

- Epipedón; mólico, Endopedón; Cámbico.

La vegetación natural ha sido destruida en su totalidad y sólo se observan relictos de bosque sobre las cañadas. Estos terrenos se explotan actualmente en ganadería extensiva con potreros en pasto natural, pero limitado por el uso agropecuario, por las fuertes pendientes y susceptibilidad a la erosión. El sobre pastoreo ha acelerado la erosión en pata de vaca así como la degradación del suelo, en donde el fenómeno llega a ser severo, pero limitados para el uso agropecuario, por las fuertes pendientes y susceptibilidad a la erosión.

Los suelos se han desarrollado sobre materiales parentales de rocas areniscas, lutitas y conglomerados dando características muy variadas. Los suelos son superficiales a muy superficiales en las áreas del relieve escarpado y moderadamente profundo en los sectores de pendiente más suave. Esto permite observar suelos no evolucionados con perfil tipo AC, algunos ligeramente evolucionados con presencia de horizonte diagnóstico (Bw). El drenaje natural es bueno y en algunos sectores es excesivo.

La falta de una buena cobertura vegetal y el mal uso aplicado a los terrenos dejan los suelos expuestos a la erosión hídrica laminar en surquillos, pequeñas cárcavas en sectores localizados y pata de vaca en gran parte del área. Conforman la unidad los suelos que a continuación se describen: Lithic Ustothents en un 45%, Ustic Dystropepts que ocupan un 30% y Typic Haplustolls que ocurren en un 30%.

Lithic Ustothents se encuentran en las partes más abruptas del relieve, en pendiente mayores al 50%; presentan un horizonte A de color pardo muy oscuro, textura moderadamente fina, estructura blocosa y de consistencia friable; sigue un horizonte transicional AC de color pardo grisáceo muy oscuro con manchas pardo amarillenta, de textura moderadamente fina, sin estructura, (masiva) y de consistencia friable. La roca a parece a los 40 cm de profundidad en proceso incipiente de meteorización, pero dura y coherente.

Los suelos tienen severas limitaciones para uso agropecuario debido a que son superficiales, limitados además por el relieve y la susceptibilidad a la erosión. Químicamente dan reacción, fuerte a ligeramente ácida, mediana capacidad catiónica de cambio y media a baja saturación de bases. Los contenidos de fósforo son bajos y medio a bajos en potasio, muy bajos en materia orgánica y fertilidad natural. Los Ustic Dystropepts se localizan en las laderas del relieve de cuesta, en pendientes entre 12 y 25%. El horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, texturas franca fina moderadamente estructurado y consistencia friable. Sigue el horizonte Bw de color pardo oscuro y manchas de rojo amarillentas, estructura blocosa, texturas finas, y consistencia friable. El horizonte C de amplio espesor es de color amarillo pálido con manchas rojas amarillentas y pardas, texturas finas, sin estructura (masiva) y de consistencia friable.

Químicamente la acidez es neutra en la superficie a fuertemente ácida en los horizontes inferiores. La capacidad catiónica de cambios es alta y la saturación de bases alta en la superficie a baja en profundidad. La materia orgánica es media en el primer horizonte y baja en los horizontes inferiores. El contenido en fósforo es bajo y alto en potasio.

Los suelos Typic Haplustolls tienen perfil del tipo ABC, están ubicados en las partes más pendientes del relieve. El primer horizonte es de color pardo oscuro, texturas finas, estructuras en bloques subangulares media y de consistencia firme, sigue el horizonte B, de buen espesor de color pardo, textura arcillo arenosa y estructura en bloques subangulares y de consistencia friable. Presentan concreciones calcáreas que reaccionan ligeramente al HCl. El horizonte C de un espesor bastante amplio, es de color pardo con algunas concreciones de color blanco que corresponden a carbonatos de calcio; las texturas son arcillosas, sin estructura (masiva) y de consistencia firme. Químicamente dan reacciones ligeramente ácidas en la superficie a neutra y ligeramente alcalina en los horizontes inferiores. La capacidad catiónica de cambio y la saturación de bases son altas; los contenidos en fósforo son bajos en la superficie a medio en los horizontes inferiores; los contenidos de potasio son altos en los dos primeros horizontes y medio en profundidad. La materia orgánica es baja y la fertilidad natural alta.

c.- **Asociación Typic Ustorthents – Lithic Ustorthents (LXAd1)**³¹. Se ubican en los tipos de relieve de colinas y lomas a alturas entre 500 y 1.000 metros sobre el nivel del mar, en terrenos de relieve ondulado a fuertemente quebrado, con pendientes de 7% y 12% hasta 50%; en algunos sectores se encuentran laderas escarpadas con pendientes mayores a las citadas (ver Tabla No.21 y Plano No.6).

En la actualidad los suelos se explotan en ganadería extensiva con áreas en rastrojos y gramas naturales. La vegetación natural consiste de especies xerofíticas y plantas arbustivas como pelá, chaparro y otras plantas nativas. Los suelos se han desarrollado a partir de materiales deleznables constituidos por areniscas generalmente con carbonatos, arcillolitas y conglomerados consolidados y no consolidados. Por lo general son poco evolucionados con perfiles de tipo AC superficiales a muy superficiales, limitados por el material parental o la roca; bien drenados y afectados por erosión laminar ligera a severa.

Los suelos Typic Ustorthents se localizan en la parte superior de las laderas de las colinas. Son suelos superficiales, poco evolucionados, de perfil AC, con un horizonte superficial de poco espesor, de color gris muy oscuro a negro, textura franco arcillosas, consistencia firme en húmedo. El horizonte C de colores gris y pardo rojizo a rojo es de bastante espesor, de texturas franco arcillosas y franco arenosas gravilosas y consistencia friable a firme. Estos suelos presentan las siguientes características:

³¹ IGAC. Estudio detallado de suelos. Departamento del Huila. 1998. Actualización 2002.

Taxonomía del pedón: Typic Ustorthents

- Clase de unidad Cartográfica: Asociación Símbolo LXA
- Geomorfología: Paisaje: Lomerío; tipo de relieve; colinas y lomas
- Litología a material transportado; Conglomerados
- Relieve: Moderadamente ondulado; pendiente 7 – 12%
- Clima ambiental: Cálido y seco
- Formación ecológica según Holdridge; Bosque seco Tropical
- Régimen climático del suelo: Ustico, isohipertérmico
- Profundidad efectiva: Superficial; limitante: Material parental muy pedregoso
- Drenajes: Externo rápido, interno medio, natural bueno
- Clase y grado de erosión: hídrica laminar, ligera
- Vegetación natural: malezas, uña de gato, mosquerillo
- Uso actual: ganadería con pasto guinea
- Epipedón: ócrico.

Además, son suelos de reacción ligeramente ácida a neutra, capacidad catiónica de cambio media a baja, saturación de bases alta, contenidos de potasio y fósforo altos, carbón orgánico alto en superficie y bajo en profundidad, nivel de fertilidad moderada. Los Lithic Ustorthents se han distribuido indistintamente en la unidad sobre los resaltos de las ladera de colinas, el perfil de tipo AR, tiene un horizonte A grueso, de colores pardos, texturas francas, estructura blocosa y consistencia friable, descansa sobre la roca de arenisca. Son suelos de reacción fuerte ácida, con capacidad catiónica de cambio baja, saturación e bases media, contenidos de fósforo y potasio a niveles bajos; la materia orgánica y la fertilidad son bajas. Los LXAd1 son suelos desarrollados en relieve fuertemente ondulado, con pendientes 12 – 25% y erosión ligera.

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Anexo F Modelo de cuestionario RAPPAM

1. INFORMACIÓN BÁSICA

1 INFORMACIÓN BASICA

- a) Nombre del área protegida: _____
b) Fecha de establecimiento: _____
c) Extensión del área protegida: _____
d) Nombre del encuestado: _____
e) Fecha de conclusión de la encuesta: _____
f) Presupuesto anual: _____
g) Objetivos específicos de manejo:

h) Actividades críticas del área protegida (AP):

2. PRESIONES Y AMENAZAS

2 PRESIONES Y AMENAZAS

Presiones:

- Ha habido No ha habido presión en los últimos 5 años

En los últimos 5 años esta actividad tuvo:

- Incremento fuerte
- Incremento leve
- Se mantuvo
- Disminución leve
- Disminución fuerte

La severidad global en los últimos 5 años ha sido:

| Alcance | Impacto | Permanencia |
|---|--------------------------------|--|
| <input type="radio"/> Generalizado (>50%) | <input type="radio"/> Severo | <input type="radio"/> Permanente (>100 años) |
| <input type="radio"/> Extendido (15-50%) | <input type="radio"/> Alto | <input type="radio"/> De largo plazo (20-100 años) |
| <input type="radio"/> Aislado (5-15%) | <input type="radio"/> Moderado | <input type="radio"/> De mediano plazo (5-20 años) |
| <input type="radio"/> Localizado (<5%) | <input type="radio"/> Leve | <input type="radio"/> De corto plazo (<5 años) |

Amenaza:

- Será No será una amenaza en los próximos 5 años

La probabilidad de que la amenaza se haga efectiva es:

- Muy alta
- Alta
- Mediana
- Baja
- Very low

La severidad global de esta amenaza promete ser:

| Alcance | Impacto | Permanencia |
|---|--------------------------------|--|
| <input type="radio"/> Generalizado (>50%) | <input type="radio"/> Severo | <input type="radio"/> Permanente (>100 años) |
| <input type="radio"/> Extendido (15-50%) | <input type="radio"/> Alto | <input type="radio"/> De largo plazo (20-100 años) |
| <input type="radio"/> Aislado (5-15%) | <input type="radio"/> Moderado | <input type="radio"/> De mediano plazo (5-20 años) |
| <input type="radio"/> Localizado (<5%) | <input type="radio"/> Leve | <input type="radio"/> De corto plazo (<5 años) |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

3. IMPORTANCIA BIOLOGICA - CONTEXTO

3 IMPORTANCIA BIOLOGICA

- | | | |
|----------------------------|--|--|
| s m/s m/n n | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> | a) El AP contiene un número relativamente alto de especies raras, amenazadas o en peligro. b) El AP tiene niveles relativamente altos de biodiversidad. c) El AP tiene un grado relativamente alto de endemismo. d) El AP desempeña una función crítica en términos de paisaje. e) El AP contiene el rango completo de diversidad en términos de plantas y animales. f) El AP contribuye de manera significativa a la representatividad del sistema de AP. g) El AP alberga poblaciones viables mínimas de especies clave. h) La diversidad estructural del AP es consistente con las normas históricas. i) El AP incluye ecosistemas cuyo rango histórico ha sido drásticamente reducido. j) El AP mantiene el rango completo de los procesos naturales y régimen de disturbios. |
|----------------------------|--|--|

Notas

s – sí m/s – mayormente sí

m/n – mayormente no n – no

4. IMPORTANCIA SOCIO-ECONOMICA - CONTEXTO

4 IMPORTANCIA SOCIO-ECONOMICA - CONTEXTO

- | | | |
|----------------------------|---|---|
| s m/s m/n n | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> | a) El AP es una fuente importante de empleo para las comunidades locales. b) Las comunidades locales dependen de los recursos del AP para su subsistencia. c) El AP provee oportunidades de desarrollo para la comunidad a través del uso sostenible de recursos. d) El AP tiene importancia religiosa o espiritual. e) El AP tiene características inusuales de importancia estética. f) El AP alberga especies de plantas de alta importancia social, cultural o económica. g) El AP contiene especies de animales de alta importancia social, cultural o económica. h) El AP tiene alto valor recreacional. i) El AP contribuye con importantes servicios ecosistémicos y beneficia a las comunidades. j) El AP tiene un alto valor educacional y / o científico. |
|----------------------------|---|---|

Notas

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

5. VULNERABILIDAD - CONTEXTO

| 5 VULNERABILIDAD | | | | | Notas |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--|-------|
| <input type="radio"/> s | <input type="radio"/> m/s | <input type="radio"/> m/n | <input type="radio"/> n | a) Es difícil realizar un monitoreo de las actividades ilegales dentro del AP. b) La aplicación de leyes es baja en la región. c) La corrupción y los sobornos son comunes en toda la región. d) El área está atravesando disturbios civiles y / o inestabilidad política. e) Las prácticas culturales, creencias y usos tradicionales entran en conflicto con los objetivos del AP. f) El valor de mercado de los recursos del AP es alto. g) El área es de fácil acceso para actividades ilegales. h) Existe una fuerte demanda de los recursos vulnerables del AP. i) El director del AP es presionado a explotar impropriamente los recursos del área. j) El reclutamiento y retención de empleados es difícil. | |

6. OBJETIVOS - PLANIFICACION

| 6 OBJETIVOS | | | | | Notas |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--|-------|
| <input type="radio"/> s | <input type="radio"/> m/s | <input type="radio"/> m/n | <input type="radio"/> n | a) Los objetivos del AP contemplan la protección y conservación de la biodiversidad. b) Los objetivos específicos relacionados a la biodiversidad son claramente expresados en el plan de manejo. c) Las políticas y planes de manejo son consistentes con los objetivos del AP. d) Los empleados y administradores del AP comprenden los objetivos y políticas de la misma. e) Las comunidades locales apoyan los objetivos generales del AP. | |

7. SEGURIDAD LEGAL - PLANIFICACION

| 7 SEGURIDAD LEGAL | | | | | Notas |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---|-------|
| <input type="radio"/> s | <input type="radio"/> m/s | <input type="radio"/> m/n | <input type="radio"/> n | a) La protección del AP está legalmente respaldada a largo plazo. b) No existen disputas pendientes en cuanto al uso o derecho de tierra. c) La demarcación de los límites se adecua a los objetivos del AP. d) El personal y recursos financieros se adecuan a las actividades críticas en cuanto a la aplicación de leyes. e) Los conflictos con la comunidad local son resueltos de manera justa y efectiva. | |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

8. DISEÑO DEL SITIO Y PLANIFICACION - PLANIFICACION

| | | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|---|-------|
| 8 DISEÑO DEL SITIO Y PLANIFICACIÓN - PLANIFICACIÓN | <table border="0"> <tr> <td style="width: 40px;">s</td><td style="width: 40px;">m/s</td><td style="width: 40px;">m/n</td><td style="width: 40px;">n</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> a) La ubicación del AP es consistente con sus objetivos. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> b) El diseño y configuración del AP optimiza la conservación de la biodiversidad. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> c) El sistema de zonificación del AP se adecua a sus objetivos. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> d) El uso de la tierra en los alrededores permite el manejo efectivo del AP. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> e) El AP está vinculada a otra área de conservación o protección. | s | m/s | m/n | n | Notas |
| s | m/s | m/n | n | | | |

9. ASIGNACION DE PERSONAL - INSUMOS

| | | | | | | |
|---------------------|--|-----|-----|-----|---|-------|
| 9 ASIGNACION | <table border="0"> <tr> <td style="width: 40px;">s</td><td style="width: 40px;">m/s</td><td style="width: 40px;">m/n</td><td style="width: 40px;">n</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> a) La cantidad de personal es suficiente para manejar el área efectivamente. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> b) El personal posee capacidades que le permiten llevar a cabo actividades de manejo crítico. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> c) Las oportunidades de capacitación y desarrollo se adecuan a las necesidades del personal. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> d) El desempeño del personal y sus avances sobre las metas son evaluados periódicamente. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> e) Las condiciones de empleo son lo suficientemente buenas como para retener personal de alta calidad. | s | m/s | m/n | n | Notas |
| s | m/s | m/n | n | | | |

10. COMUNICACION E INFORMACION - INSUMOS

| | | | | | | |
|--------------------------------------|--|-----|-----|-----|---|-------|
| 10 COMUNICACION E INFORMACION | <table border="0"> <tr> <td style="width: 40px;">s</td><td style="width: 40px;">m/s</td><td style="width: 40px;">m/n</td><td style="width: 40px;">n</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> a) Existen los medios adecuados para la comunicación entre el personal de campo y oficina. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> b) Los datos ecológicos y socio-económicos existentes se adecuan a la planificación del manejo. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> c) Existen los medios adecuados para la recolección de datos nuevos. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> d) Existen los sistemas adecuados para el procesamiento y análisis de datos. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> e) Existe una comunicación efectiva con las comunidades locales. | s | m/s | m/n | n | Notas |
| s | m/s | m/n | n | | | |

11. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO - INSUMOS

| | | | | | | |
|------------------------------------|--|-----|-----|-----|---|-------|
| 11 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO | <table border="0"> <tr> <td style="width: 40px;">s</td><td style="width: 40px;">m/s</td><td style="width: 40px;">m/n</td><td style="width: 40px;">n</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> a) La infraestructura de transporte es adecuada para el desempeño de las actividades críticas de manejo. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> b) El equipo de campo es adecuado para desempeñar las actividades críticas de manejo. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> c) La infraestructura es adecuada para que el personal desempeñe las actividades críticas de manejo. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> d) El mantenimiento y cuidado de los equipos es adecuado para asegurar su uso a largo plazo. <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> e) La infraestructura para visitantes se adapta al volumen de visitas. | s | m/s | m/n | n | Notas |
| s | m/s | m/n | n | | | |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

12. FINANZAS - INSUMOS

| 12 FINANZAS | | | | | Notas |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|-------|
| s | m/s | m/n | n | | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | a) El financiamiento de los últimos 5 años ha sido adecuado para ejecutar las actividades críticas de manejo. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | b) El financiamiento para los próximos 5 años es adecuado para ejecutar las actividades críticas de manejo. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | c) Las prácticas de manejo financiero permiten un eficiente y efectivo manejo del AP. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | d) La distribución de gastos se aadecua a las prioridades y objetivos del AP. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | e) La perspectiva financiera a largo plazo para el AP es estable. | |

13. PLANIFICACION DEL MANEJO - PROCESOS

| 13 PLANIFICACION DEL MANEJO | | | | | Notas |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|-------|
| s | m/s | m/n | n | | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | a) Existe un plan de manejo escrito amplio y relativamente reciente. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | b) Existe un amplio inventario de los recursos naturales y culturales. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | c) Existe un análisis y estrategia para encarar las amenazas y presiones que enfrenta el AP. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | d) Un plan de trabajo detallado identifica las metas específicas para cumplir los objetivos de manejo. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | e) Los resultados de la investigación y el monitoreo son incorporados rutinariamente a la planificación. | |

14. TOMA DE DECISIONES PARA EL MANEJO - PROCESOS

| 14 TOMA DE DECISIONES PARA EL MANEJO | | | | | Notas |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|-------|
| s | m/s | m/n | n | | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | a) Existe una clara organización interna. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | b) La toma de decisiones de manejo es transparente. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | c) El personal del AP colabora regularmente con los socios, comunidades locales y otras organizaciones. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | d) Las comunidades locales participan de las decisiones que les afectan. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | e) Existe comunicación efectiva entre todos los rangos del personal y administración del AP. | |

15. INVESTIGACION, MONITOREO Y EVALUACION - PROCESOS

| 15 INVESTIGACION, MONITOREO Y EVALUACION | | | | | Notas |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|-------|
| s | m/s | m/n | n | | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | a) Los impactos de prácticas legales e ilegales son monitoreados con precisión y debidamente registrados. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | b) La investigación sobre temas ecológicos clave se adecua a las necesidades del AP. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | c) La investigación sobre temas sociales clave se adecua a las necesidades del AP. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | d) El personal del AP tiene acceso regular a investigaciones y recomendaciones recientes. | |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | e) Las necesidades críticas de investigación y monitoreo son identificadas y priorizadas. | |

**DIAGNOSTICO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA
DE LA QUEBRADA BEBERRECIO, MUNICIPIO DE TERUEL, DEPARTAMENTO DEL HUILA**

16. RESULTADOS

| | | | | |
|-----------|-------------------|---|-------|--|
| 16 | RESULTADOS | En los últimos 2 años los siguientes resultados han sido consistentes con las amenazas y presiones, objetivos del AP y plan anual de trabajo: | Notas | |
| s | m/s | m/n | n | <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> a) Detección y prevención de amenazas; aplicación de leyes <input type="radio"/> b) Restauración del sitio y esfuerzos de mitigación <input type="radio"/> c) Manejo de fauna silvestre o hábitat <input type="radio"/> d) Extensión comunitaria y esfuerzos de educación <input type="radio"/> e) Manejo de visitantes y turistas <input type="radio"/> f) Desarrollo de infraestructura <input type="radio"/> g) Planificación del manejo e inventario <input type="radio"/> h) Monitoreo, supervisión y evaluación de personal <input type="radio"/> i) Capacitación y desarrollo de personal <input type="radio"/> j) Resultados de investigación y monitoreo |

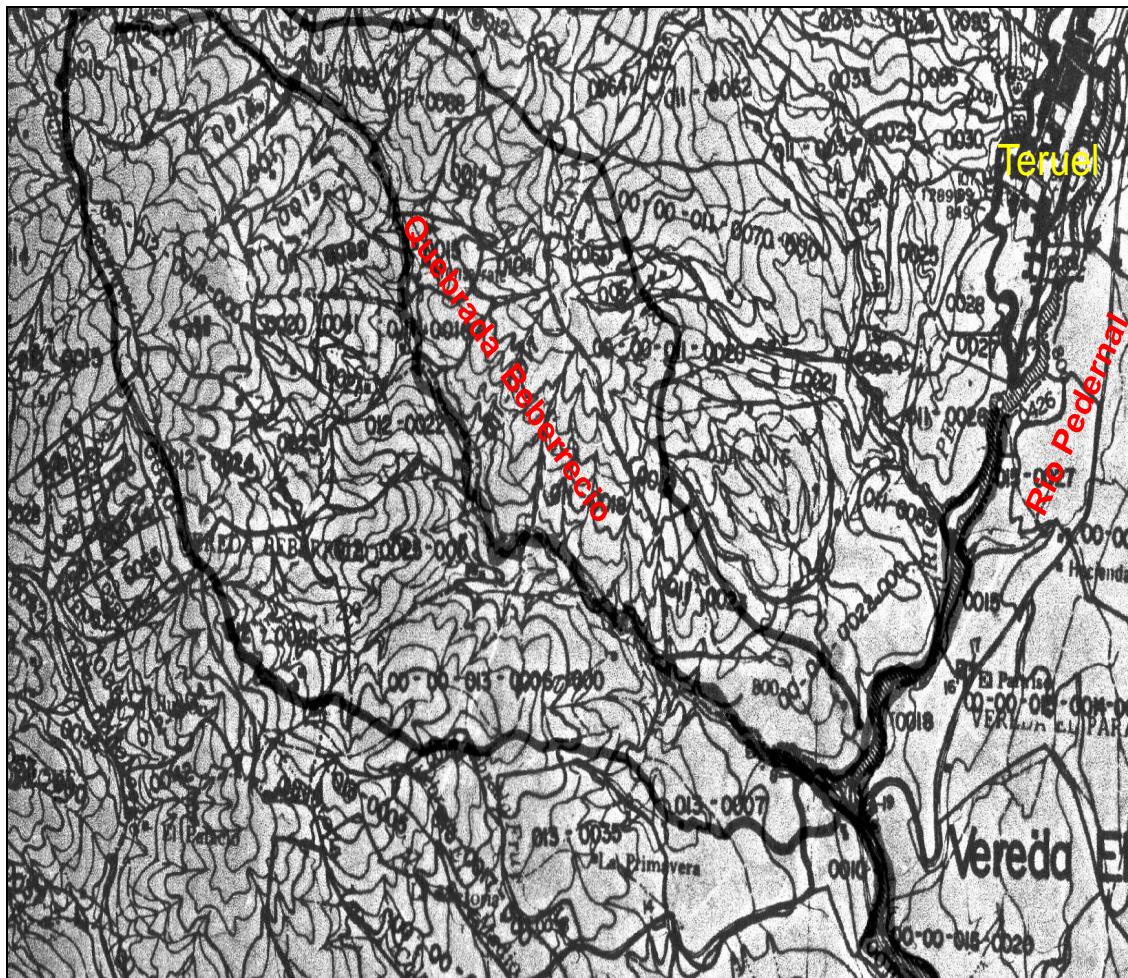
DISEÑO DEL SISTEMA DE AREAS PROTEGIDAS

| | | | | |
|-----------|---|-------|---|---|
| 17 | DISEÑO DEL SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS | Notas | | |
| s | m/s | m/n | n | <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> a) El sistema de AP representa adecuadamente toda la diversidad de los ecosistemas dentro de la región. <input type="radio"/> b) El sistema de AP protege adecuadamente a cualquier especie de la extinción o extirpación. <input type="radio"/> c) El sistema de AP consiste principalmente en ecosistemas ejemplares e intactos. <input type="radio"/> d) Los sitios de alto valor para la conservación de especies clave están protegidos sistemáticamente. <input type="radio"/> e) El sistema de AP mantiene procesos naturales a nivel de paisaje. <input type="radio"/> f) El sistema de AP incluye la protección de áreas de transición entre ecosistemas. <input type="radio"/> g) El sistema de AP incluye una gama completa de diversidad sucesoria. <input type="radio"/> h) Los sitios de alta biodiversidad son sistemáticamente protegidas. <input type="radio"/> i) Los sitios con alto endemismo son sistemáticamente protegidas. <input type="radio"/> j) La planificación y configuración del sistema de AP optimiza la conservación de la biodiversidad. |

POLITICAS DE LAS AREAS PROTEGIDAS

| | | | | |
|-----------|--|-------|---|--|
| 18 | POLÍTICAS DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS | Notas | | |
| s | m/s | m/n | n | <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> a) Las políticas nacionales sobre AP articulan claramente una visión, metas y objetivos para el sistema de AP. <input type="radio"/> b) La extensión de tierra protegida es adecuada para mantener los procesos naturales a nivel de paisaje. <input type="radio"/> c) Existe un compromiso demostrado con la protección de una red de AP viable y representativa. <input type="radio"/> d) Existe un inventario completo de la biodiversidad biológica de toda la región. <input type="radio"/> e) Existe una evaluación del rango de variabilidad histórica de los tipos de ecosistemas en la región. <input type="radio"/> f) Existen metas de restauración para los ecosistemas seriamente disminuidos o con baja representatividad. <input type="radio"/> g) Existe una investigación continua sobre los temas críticos relacionados a las AP. <input type="radio"/> h) El sistema de AP es evaluado periódicamente para detectar los vacíos y debilidades (por ejemplo, análisis de vacíos). <input type="radio"/> i) Existe un programa efectivo para la capacitación y fortalecimiento del personal del AP. <input type="radio"/> j) El manejo del AP, incluyendo su efectividad, es evaluado rutinariamente. |

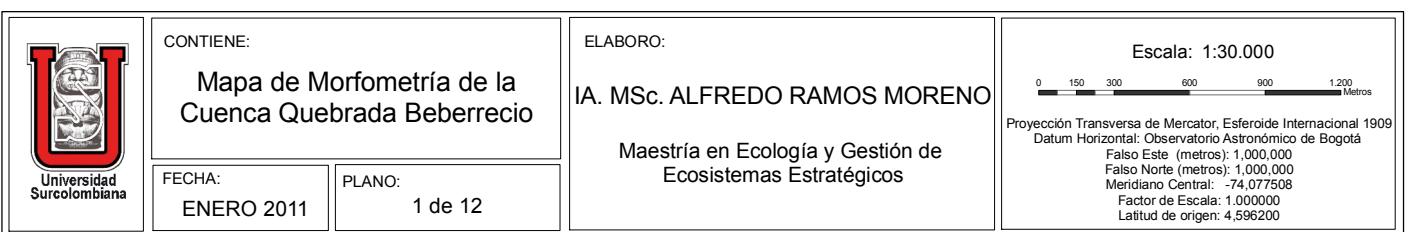
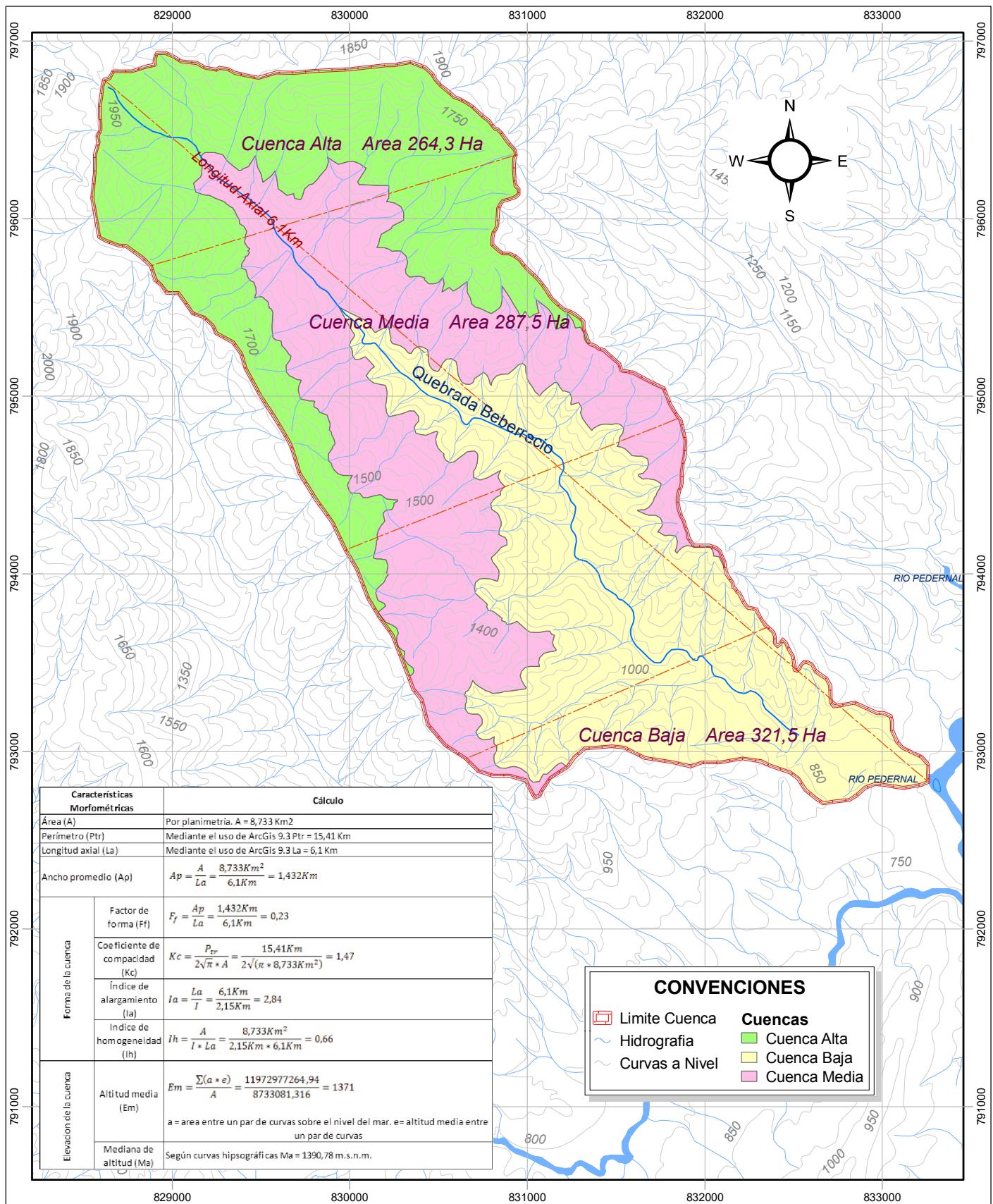
Anexo G. Distribución predial – Cuenca Beberrecio

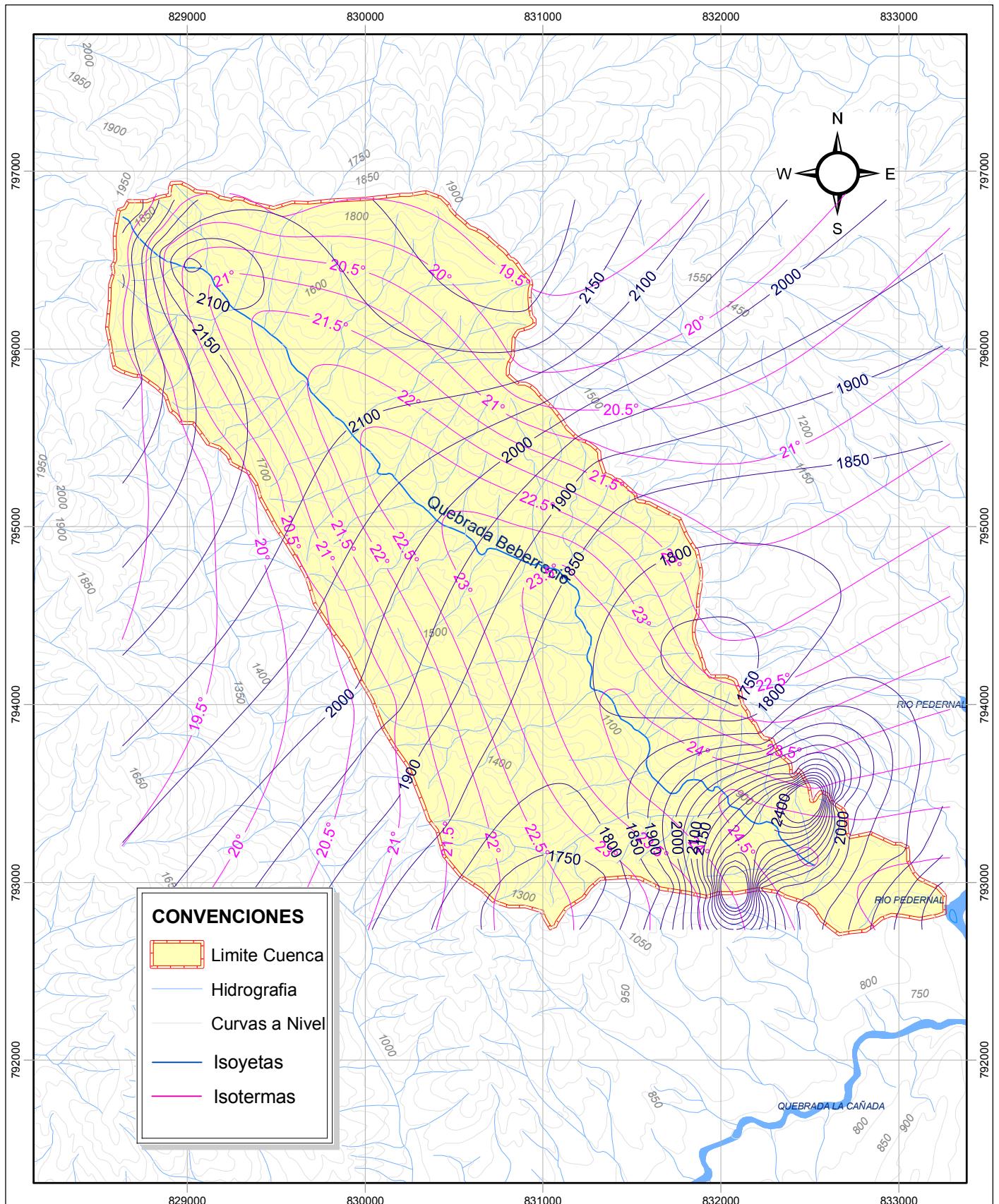


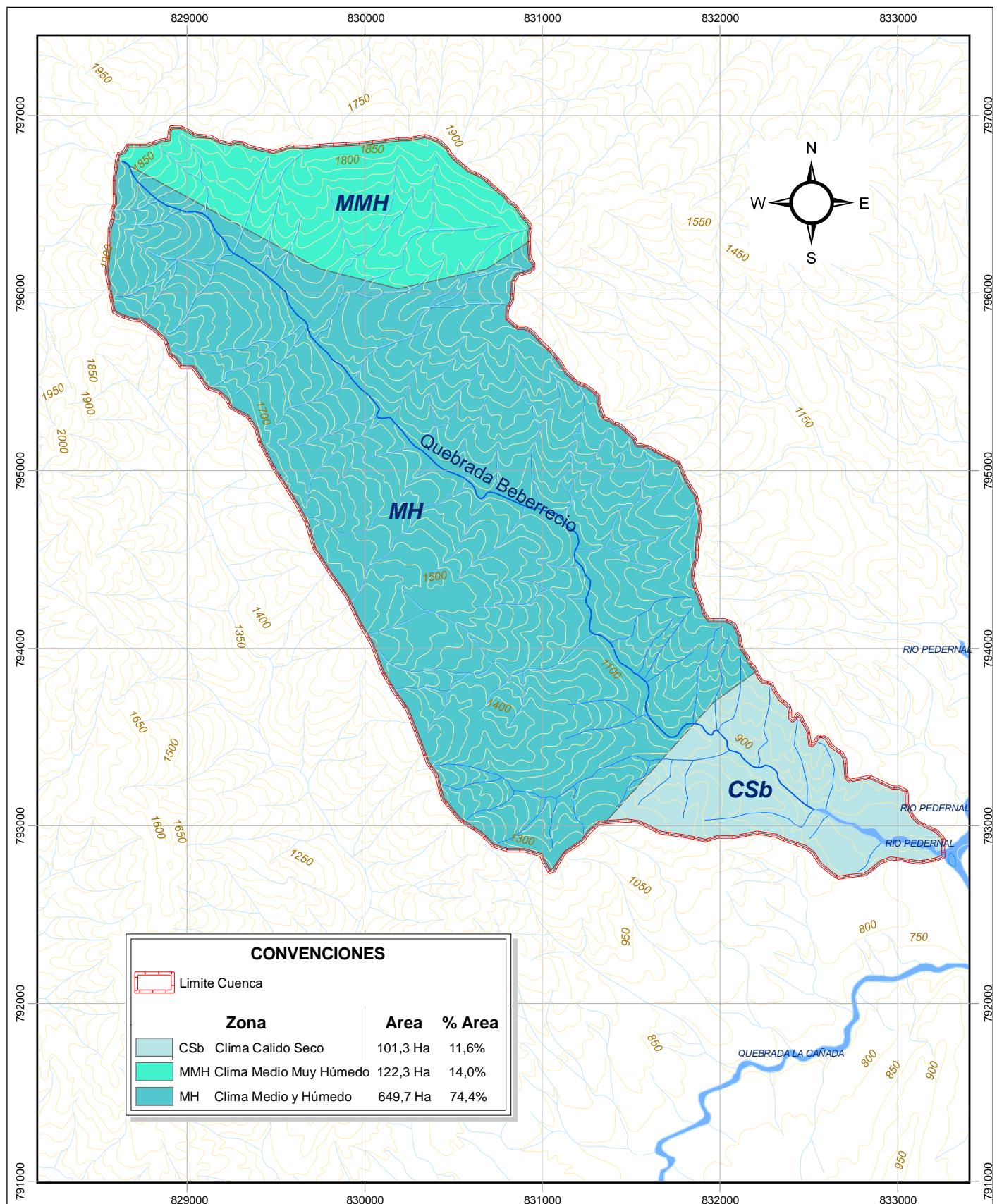
Fuente: IGAC. Subdirección de Catastro. INCODER. Territorial Huila. Registro predial. 2010.

Listado de algunos dueños de predios en la cuenca de la quebrada Beberrecio:

- [Rafael Yucumá – Presidente Junta Vereda Beberrecio. Predio No.0012-0024-000]
- Lucia Vargas Salazar – (parte baja) Predio No.0013-0006-000
- Pablo Emilio Polanco – Cafetero (parte alta) Predio No.0012-0013-000
- Anacleto Rivera Motta – Cafetero (parte alta) Predio No.0012-0014-000
- Honorio Tello Londoño – Cafetero (parte media) Predio No.0012-0015-000
- Raquel Monje Fernandez – Ganadería (Parte baja), Predios No.0013-0007-000 y 0011-0022-000.
- Gentil Pérez Camacho – Ganadería y cultivos. (Parte baja) Predio No.0013-0010-000.







CONTIENE:

Mapa Zonas Climáticas
Cuenca Quebrada Beberrecio

FECHA:
ENERO 2011

PLANO:
3 de 12

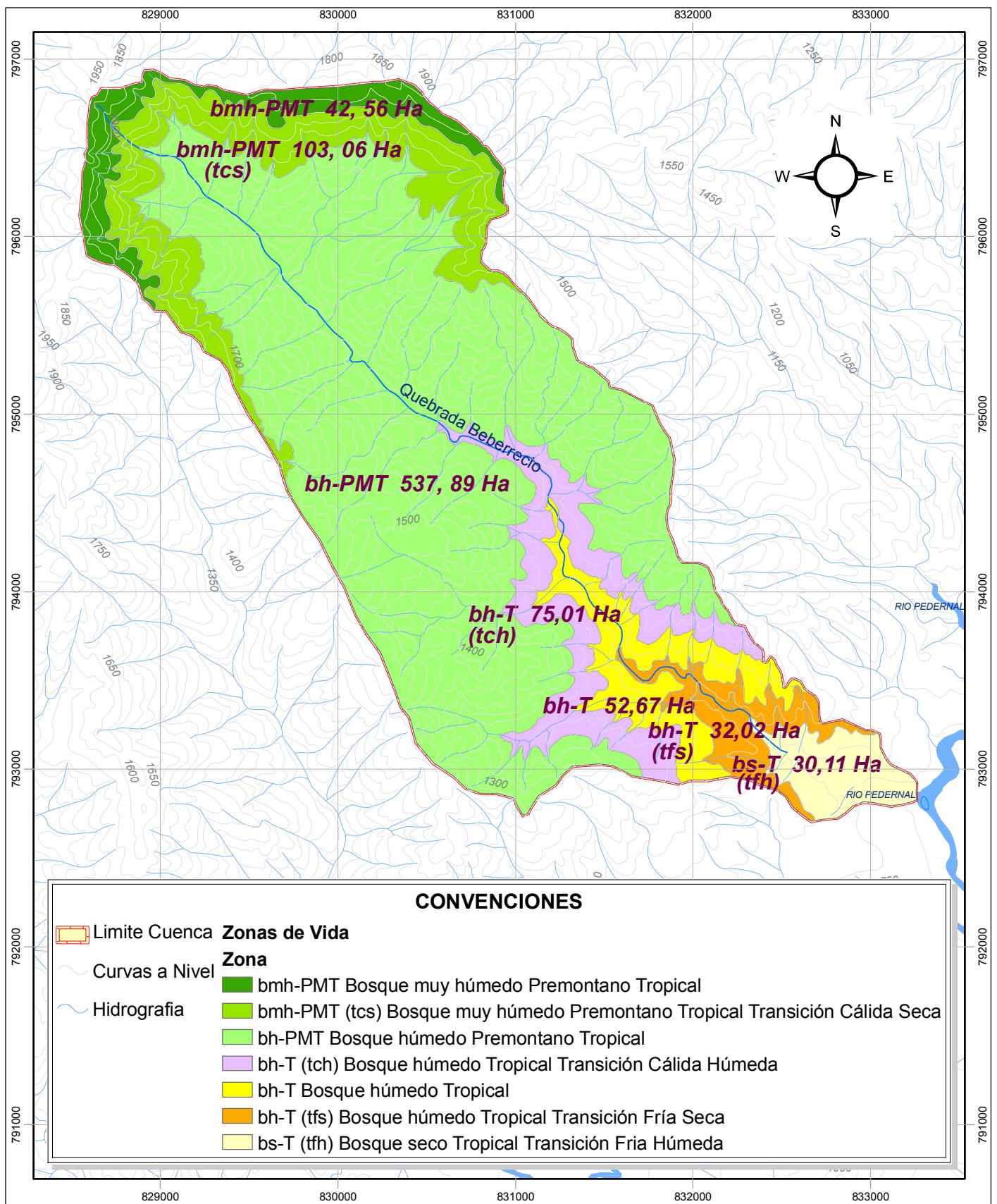
ELABORÓ:

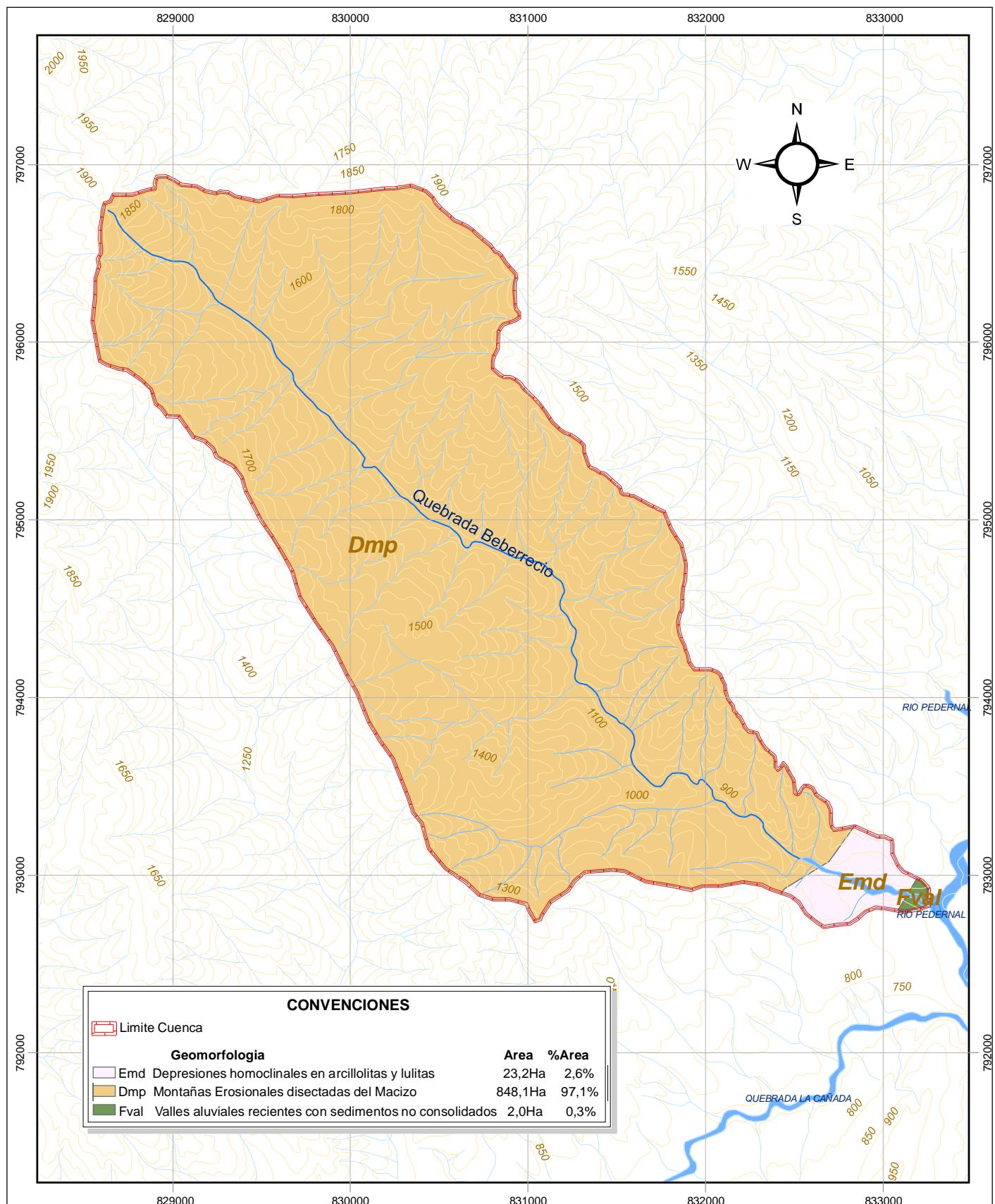
IA. MSc. ALFREDO RAMOS MORENO
Maestría en Ecología y Gestión de
Ecosistemas Estratégicos

Escala: 1:30.000

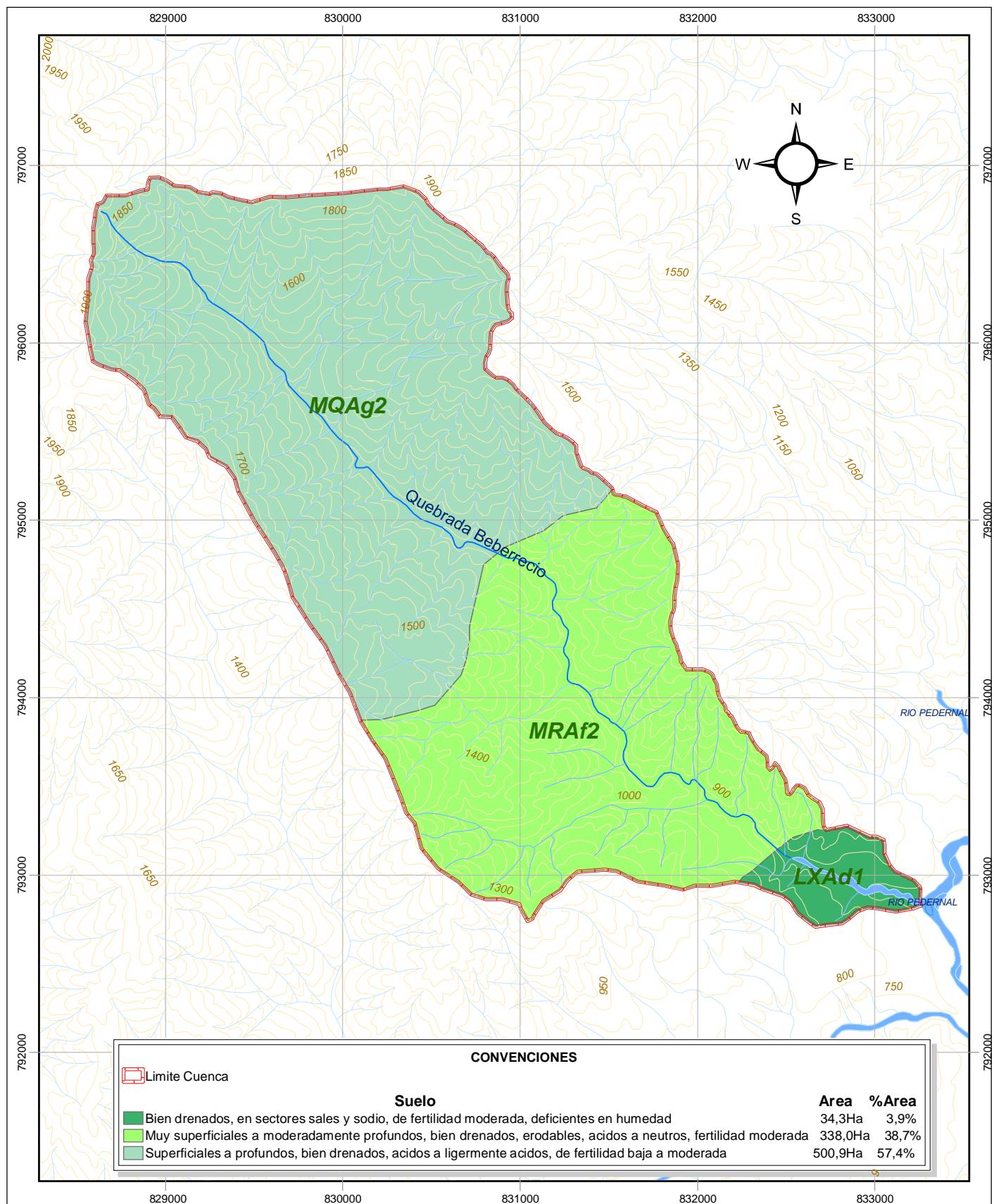
Proyección Transversa de Mercator, Esferoide Internacional 1909
Datum Horizontal: Observatorio Astronómico de Bogotá
Falso Este (metros): 1.000.000
Falso Norte (metros): 1.000.000
Meridiano Central: -74.077508
Factor de Escala: 1.000000
Latitud de origen: 4.596200

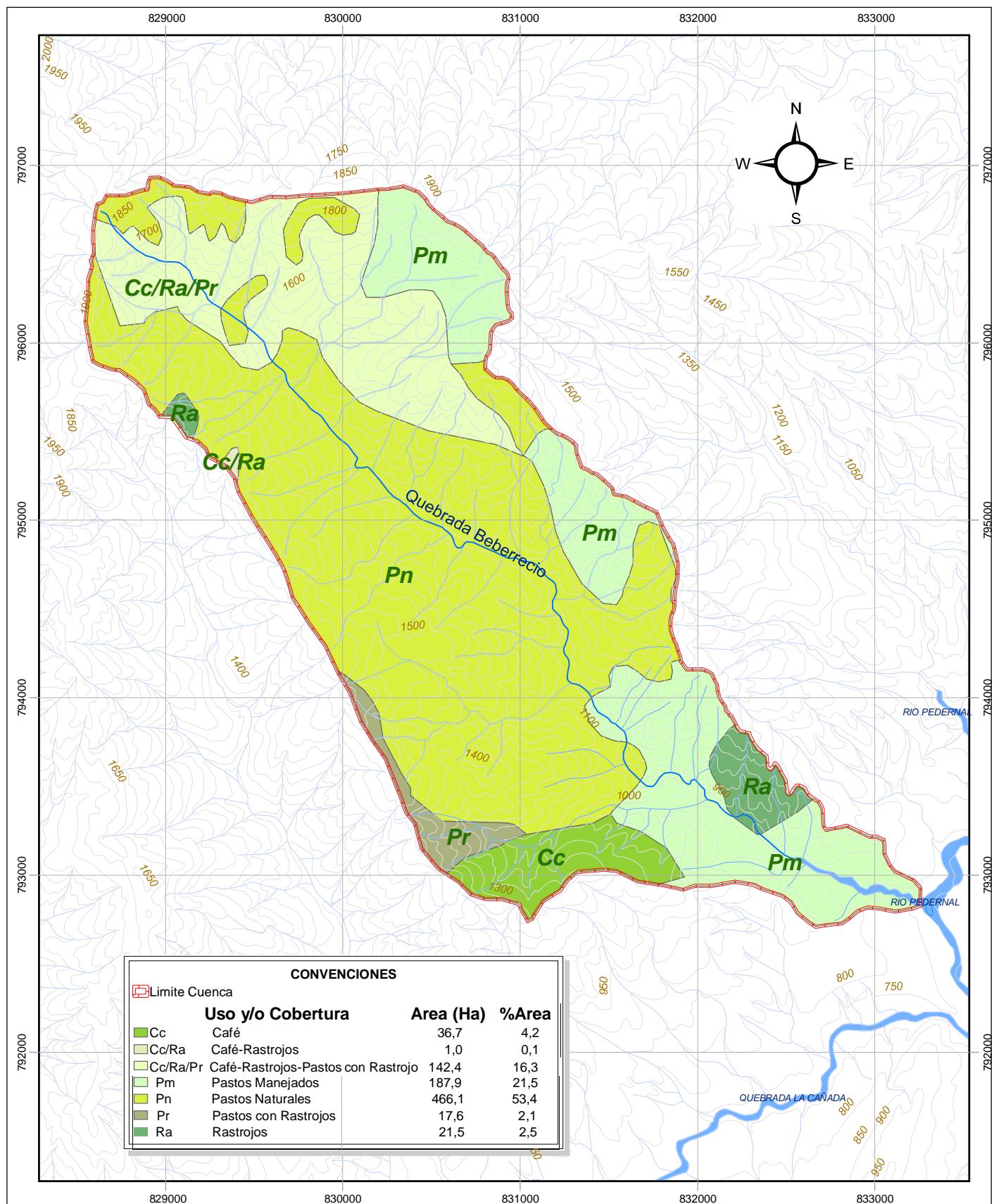
0 150 300 600 900 1.200 Metros

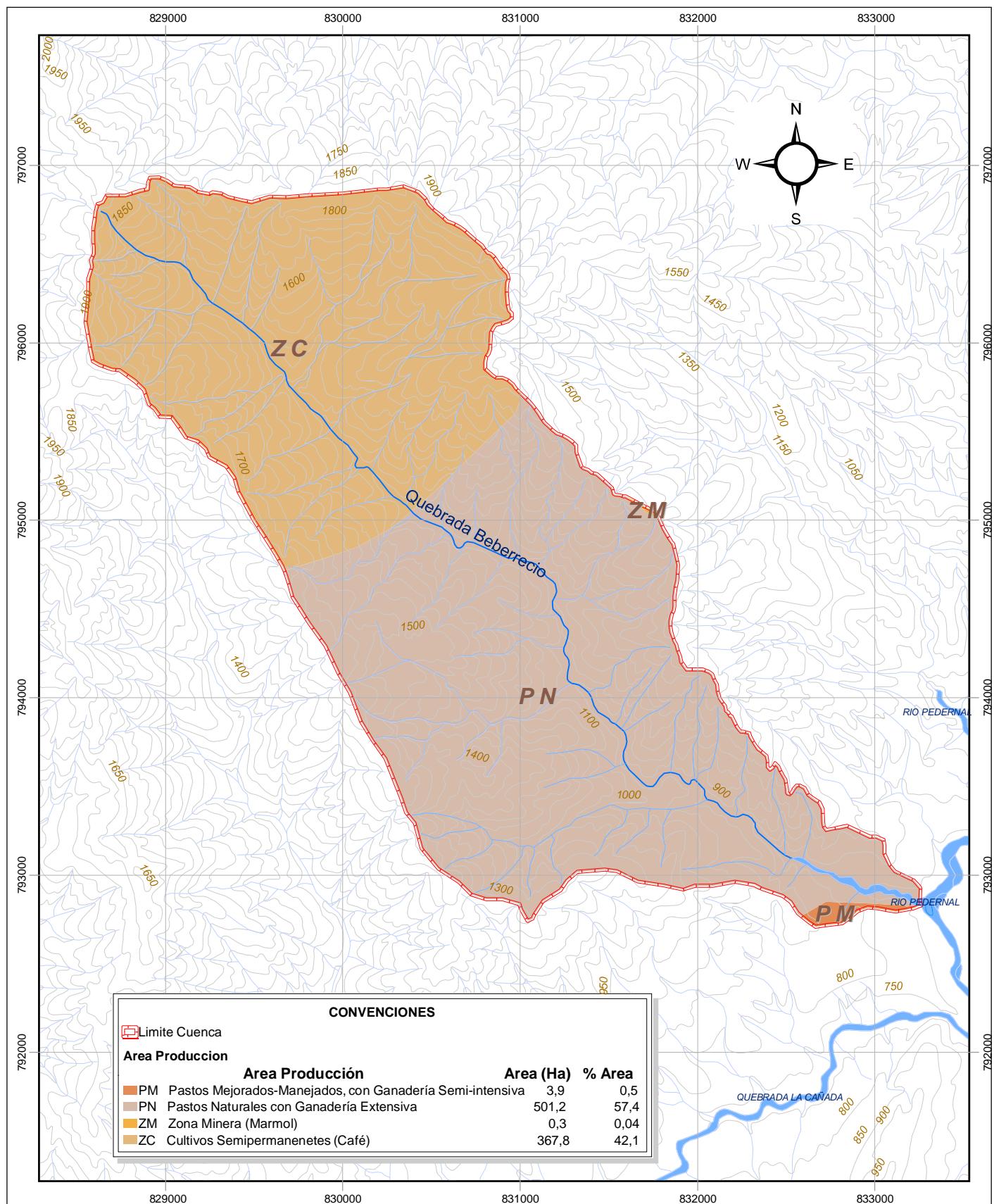


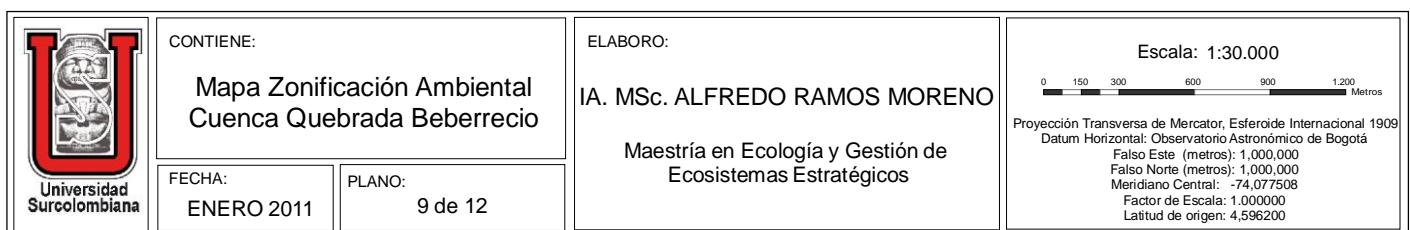
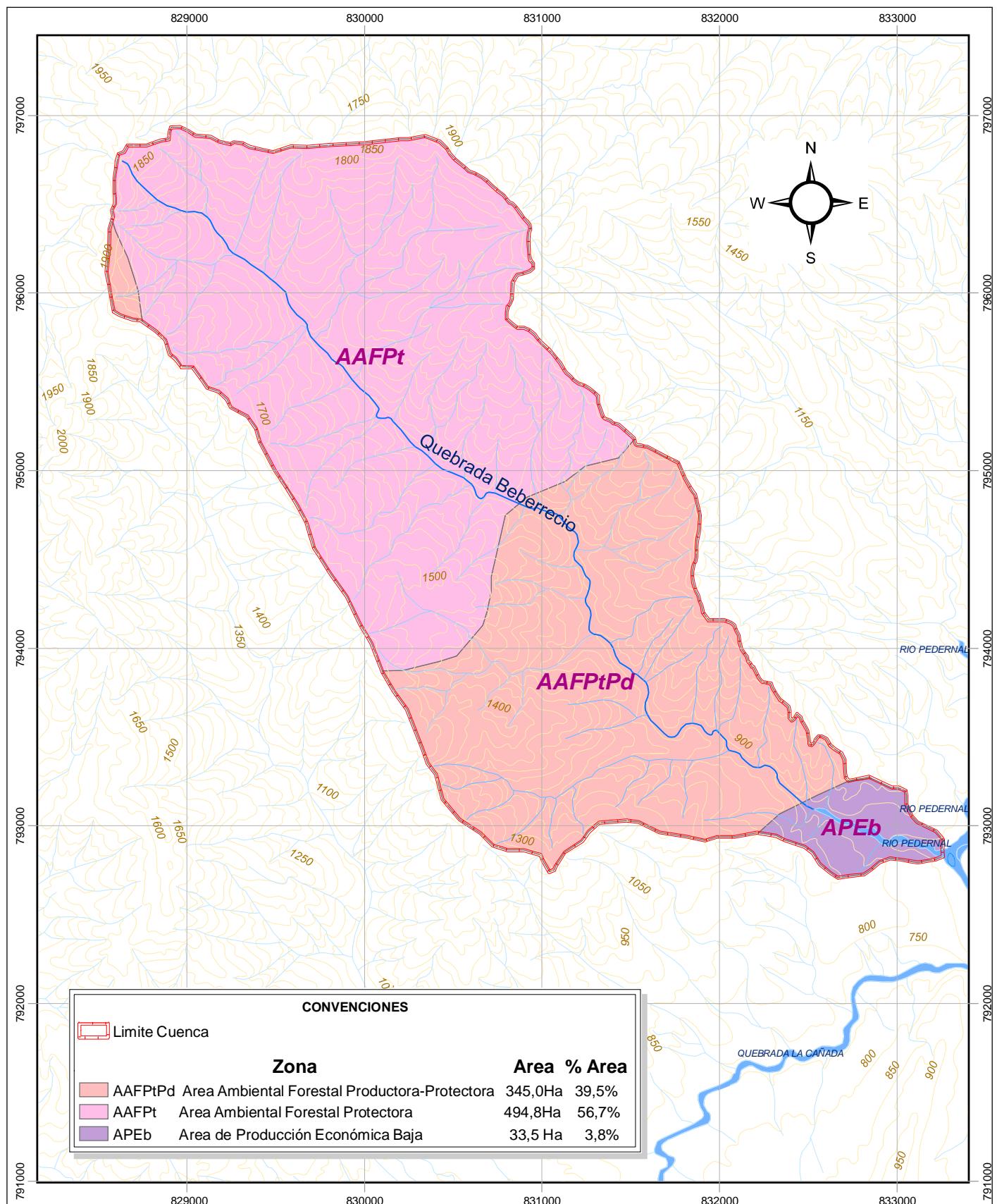


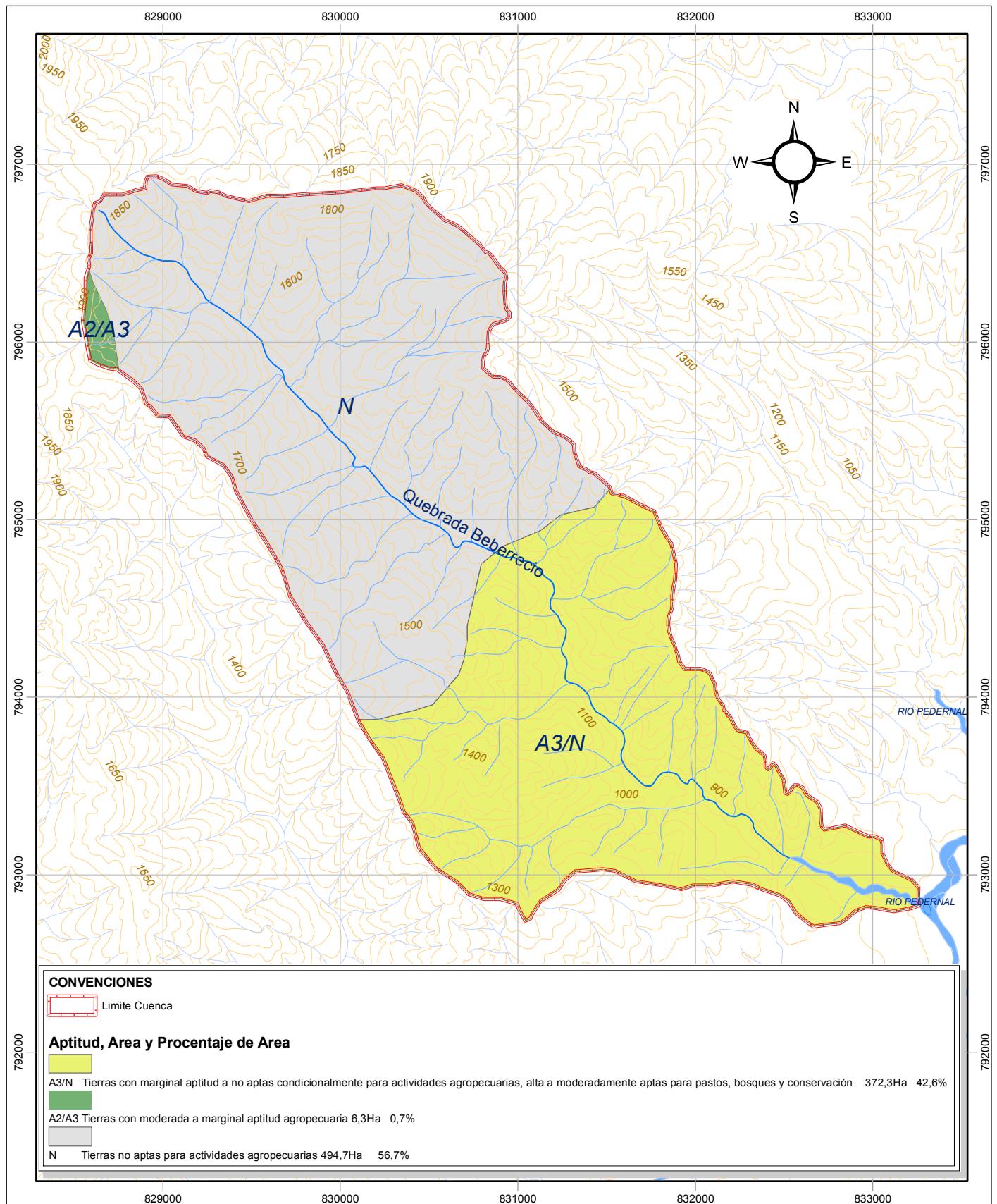
| | | | | |
|--------------------------------------|-----------|------------|--|--|
| Universidad Surcolombiana | CONTIENE: | | ELABORÓ: IA. MSc. ALFREDO RAMOS MORENO Maestría en Ecología y Gestión de Ecosistemas Estratégicos | Escala: 1:30.000 |
| | FECHA: | ENERO 2011 | | |
| | PLANO: | 5 de 12 | | Proyección Transversa de Mercator, Esferoide Internacional 1909 Datum Horizontal: Observatorio Astronómico de Bogotá Falso Este (metros): 1.000.000 Falso Norte (metros): 1.000.000 Meridiano Central: -74.077508 Factor de Escala: 1.000000 Latitud de origen: 4,596200 |

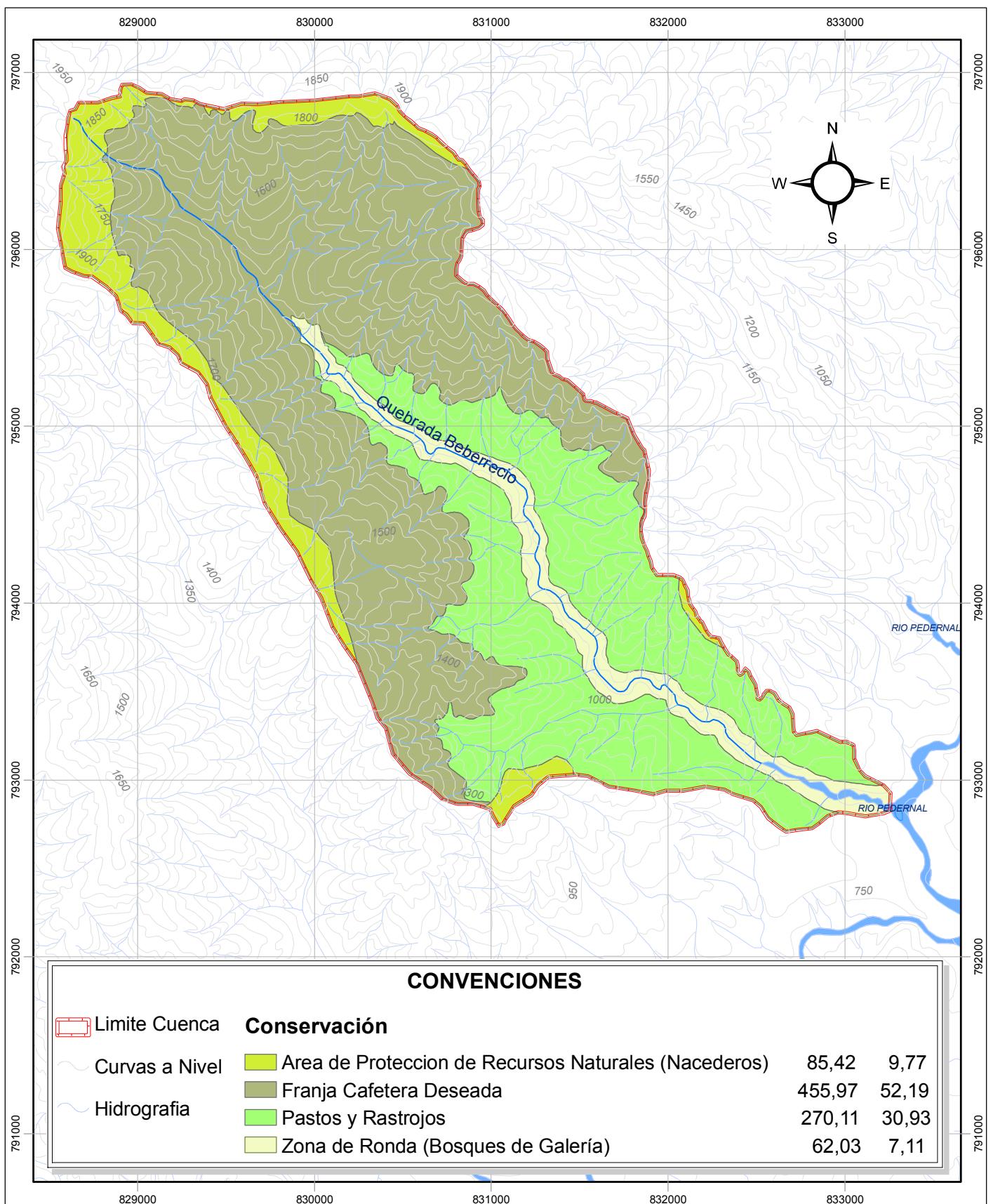


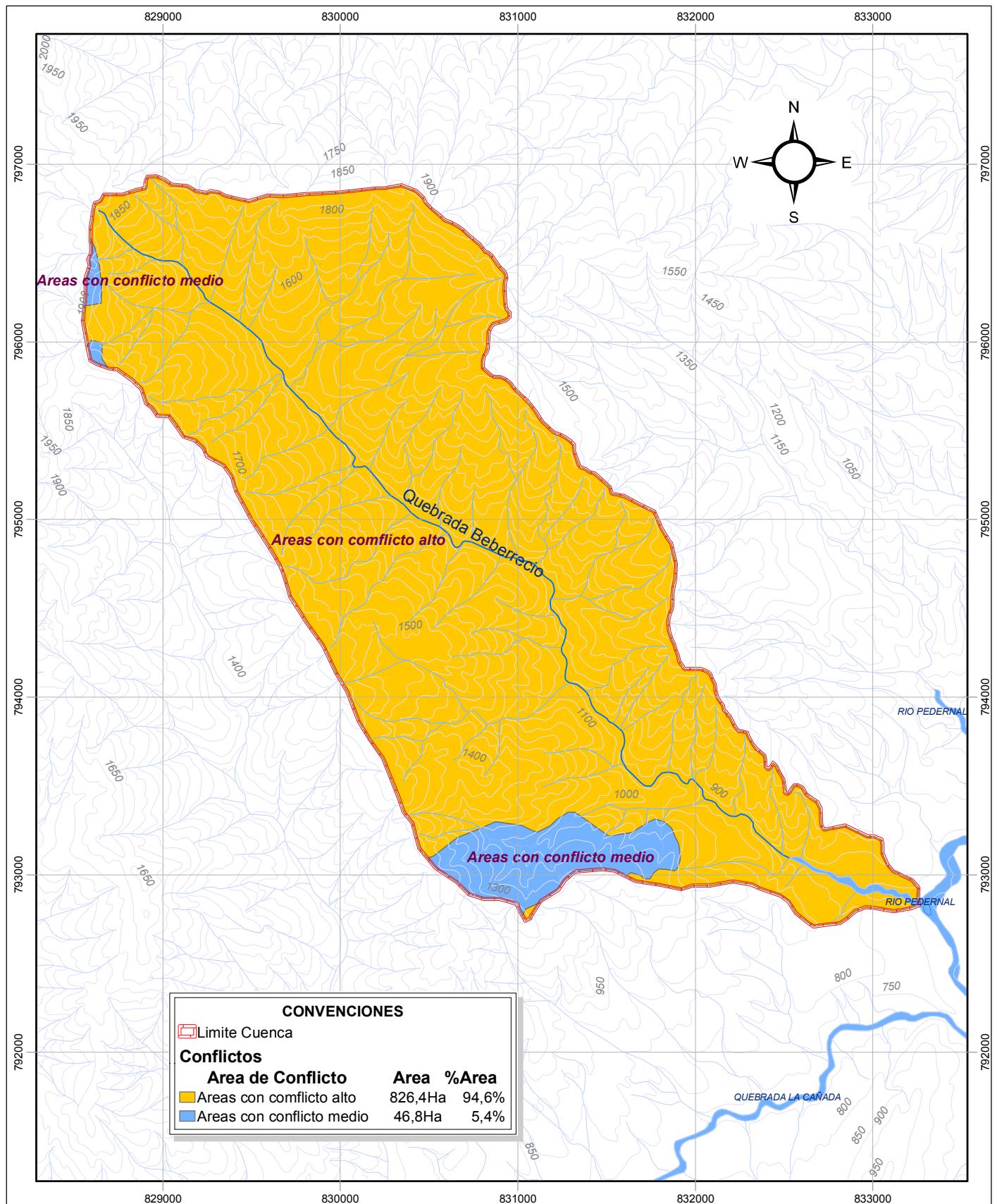












CONTIENE:

Mapa de Conflictos Cuenca Quebrada Beberrecio

FECHA:
ENERO 2011

PLANO:
12 de 12

ELABORÓ:

IA. MSc. ALFREDO RAMOS MORENO

Maestría en Ecología y Gestión de
Ecosistemas Estratégicos

Escala: 1:30.000

Proyección Transversa de Mercator, Esferoide Internacional 1909
Datum Horizontal: Observatorio Astronómico de Bogotá
Falso Este (metros): 1.000.000
Falso Norte (metros): 1.000.000
Meridiano Central: -74.077508
Factor de Escala: 1.000000
Latitud de origen: 4.596200

2000
1950
1950

1750
1850
1900

1550
1450

1350
1200
1150

1050

Areas con conflicto medio

Areas con conflicto alto

Quebrada Beberrecio

1650
1850
1950
1900

1700
1800
1900

1600
1700
1800

1500
1600
1700

1400
1500
1600

1300
1400
1500

1200
1300
1400

1100
1200
1300

1400
1500
1600

1300
1400
1500

1200
1300
1400

1100
1200
1300

1000
1100
1200

900
1000
1100

800
900
1000

700
800
900

1650
1850
1950
1900

1700
1800
1900

1600
1700
1800

1500
1600
1700

1400
1500
1600

1300
1400
1500

1200
1300
1400

1100
1200
1300

1400
1500
1600

1300
1400
1500

1200
1300
1400

1100
1200
1300

1000
1100
1200

900
1000
1100

800
900
1000

700
800
900

1650
1850
1950
1900

1700
1800
1900

1600
1700
1800

1500
1600
1700

1400
1500
1600

1300
1400
1500

1200
1300
1400

1100
1200
1300

1400
1500
1600

1300
1400
1500

1200
1300
1400

1100
1200
1300

1000
1100
1200

900
1000
1100

800
900
1000

700
800
900

1650
1850
1950
1900

1700
1800
1900

1600
1700
1800

1500
1600
1700

1400
1500
1600

1300
1400
1500

1200
1300
1400

1100
1200
1300