

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO
DE REFORESTACIÓN, MANEJO Y PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS DE
SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA SUBCUENCA QUILCACÉ-ESMITA EN
LOS MUNICIPIOS DE ROSAS Y LA SIERRA.

YESICA JORDÁN VIDAL



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA AMBIENTAL - GIHA
POPAYÁN
2010

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PARA LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO
DE REFORESTACIÓN, MANEJO Y PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS DE
SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA SUBCUENCA QUILCACÉ-ESMITA EN
LOS MUNICIPIOS DE ROSAS Y LA SIERRA.

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Ambiental

Por:
YESICA JORDÁN VIDAL

Director:
CARLOS CÉSAR CABEZAS CÓRDOBA
Ing. Químico, M. Sc.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA AMBIENTAL - GIIA
POPAYÁN
2010

ACEPTACIÓN

Firma del Presidente Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Popayán, septiembre de 2010

DEDICATORIAS

Durante estos cinco años de lucha constante, de gratas vivencias, de momentos de éxitos y también de angustias y desesperanza para poder cumplir mis objetivos y así poder alcanzar uno de mis mas grandes anhelos: culminar mi carrera; los deseos de superarme y de lograr mi meta eran tan grandes que logré vencer todos los obstáculos y es por ello que debo dedicar este triunfo a quienes en todo momento me llenaron de amor y apoyo, y por sobre todo me brindaron su amistad:

A Dios Todopoderoso. *Por iluminarme el camino a seguir y que siempre está conmigo en los buenos y sobre todo en los malos momentos.*

A mis padres Alba Delia y Luis Cesar. *Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante pero más que nada, por su amor.*

A mi hermano Anderson. *Por enseñarme que en la vida no son importantes los tropiezos, sino la forma como se superen y eso es lo que define tu futuro.*

A mi mejor amigo y compañero. *Por estar siempre a mi lado a pesar de mi comportamiento; apoyándome y enseñándome cual es el mejor camino a seguir.*

A mis familiares y amigos. *Que tuvieron una palabra de apoyo para mí, durante mis estudios.*

A los que no están. *Siempre tendrán un espacio en mi corazón donde se mantendrán vivos en mis recuerdos.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer sinceramente a Dios Todopoderoso, a mi familia y a aquellas personas que compartieron sus conocimientos conmigo para hacer posible esta tesis.

Especialmente agradezco al Ingeniero Carlos César Cabezas córdoba; por su paciencia y su asesoría siempre dispuesta.

Gracias al Ingeniero Alberto Caldas Constain por sus recomendaciones, al señor Julio Zúñiga trabajador de la territorial macizo y a la Corporación Autónoma Regional del Cauca por la información facilitada.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TABLA DE CONTENIDO.....	vi
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE ANEXOS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	13
OBJETIVOS.....	14
GENERAL.....	14
ESPECÍFICOS.....	14
1 DIAGNÓSTICO.....	15
1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	15
1.1.1 Municipio de Rosas.....	15
1.1.2 Municipio La Sierra.....	16
1.2 CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA.....	17
1.2.1 Municipio de Rosas.....	18
1.2.2 Municipio La Sierra.....	36
1.3 ESTADO DE LA SUBCUENCA.....	46
1.4 BALANCE HÍDRICO.....	50
1.5 ESTRUCTURAS ACUEDUCTO MUNICIPAL DE ROSAS.....	53
1.6 CALIDAD DEL AGUA.....	59
1.7 USOS DEL AGUA.....	63
1.8 PROBLEMÁTICA ENCONTRADA.....	65
2 ESTRATEGIAS.....	67
2.1 CONTROL DE LA EROSIÓN Y LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA.....	67

2.2	QUEMAS.....	77
2.3	PROTECCIÓN A ESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO	78
2.4	DEGRADACIÓN AMBIENTAL:.....	79
3	PLAN DE ACCIÓN.....	81
3.1	IDENTIFICACIÓN DE ACTORES.....	81
3.2	REFORESTACIÓN Y CONTROL DE LA EROSIÓN	81
3.2.1	Actividades de concientización capacitación y participación de la comunidad	82
3.2.2	Cercas vivas.....	83
3.2.3	Siembra	84
3.2.4	Fertilización.....	88
3.2.5	Reposición por pérdidas	88
3.2.6	Control de plagas	88
3.2.7	Control de malezas.....	88
3.2.8	Control fitosanitario.....	88
3.2.9	Control de incendios	89
3.2.10	Recuperación de las zonas con cárcavas	89
3.3	CONTROL DE QUEMAS.....	90
3.3.1	Campañas informativas y de concientización.....	90
3.4	PROTECCIÓN A ESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO	91
3.5	SISTEMAS AGROFORESTALES.....	92
3.6	CONSTRUCCIÓN DE BEBEDEROS.....	94
3.7	SEGUIMIENTO A LA ZONA DE NACIMIENTO DE LA MICROCUENCA ESMITA.....	95
3.8	SEGUIMIENTO	95
3.9	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	97
3.10	PRESUPUESTO DE COSTOS POR ACTIVIDAD	98
4	CONCLUSIONES.....	100
	BIBLIOGRAFÍA	102
	ANEXOS.....	104

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Población censo 2005, municipio de Rosas.....	16
Tabla 2. Población censo 2005, municipio de La Sierra	17
Tabla 3. Clasificación climática, municipio de Rosas	18
Tabla 4. Unidades geológicas, municipio de Rosas.....	22
Tabla 5. Procesos externos de origen del relieve	26
Tabla 6. Flora representativa del municipio de Rosas	34
Tabla 7. Especies en vía de extinción	35
Tabla 8. Cobertura vegetal en el municipio de La Sierra	44
Tabla 9. Características morfométricas de la subcuenca Quilcacé-Esmita.....	50
Tabla 10. Información general de la empresa prestadora del servicio.....	59
Tabla 11. Reporte de resultados – muestra de agua bocatoma acueducto de Rosas.....	60
Tabla 12. Clasificación de las fuentes de abastecimiento según parámetros de calidad del agua ..	61
Tabla 13. Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de especie vegetal	71
Tabla 14. Especies para el control de la erosión	72
Tabla 15. Cronograma de actividades.....	97
Tabla 16. Costos distribuidos por actividad	99
Tabla 17. División político administrativo del municipio de Rosas.....	105
Tabla 18. División político administrativo del municipio de La Sierra	107
Tabla 19. Precipitación en el municipio de Rosas en milímetros.....	109
Tabla 20. Datos de precipitación en el municipio de La Sierra en milímetros.....	110
Tabla 21. Geoformas del municipio de Rosas.....	111
Tabla 22. Principales características de los suelos presentes en La Sierra	115
Tabla 23. Especies vegetales representativos del bosque abierto por zonas.....	120
Tabla 24. Especies vegetales representativos de arbustos.....	121
Tabla 25. Especies vegetales representativos de arbustivo denso por zonas	122
Tabla 26. Especies vegetales representativos de herbazal.....	123
Tabla 27. Hidrografía del municipio de Rosas.....	124
Tabla 28. Datos para el balance hídrico de la microcuenca Esmita, periodo 1982-2002.....	126
Tabla 29. Datos para el balance hídrico de la microcuenca Esmita, periodo 1990-2009	128
Tabla 30. Informe de laboratorio- muestra de agua en la red de distribución acueducto de Rosas	129

Tabla 31. Costos del equipo de trabajo distribuido según cada actividad en pesos (\$)	130
Tabla 32. Costos de la identificación de actores en pesos (\$)	130
Tabla 33. Costos de las actividades de concientización, capacitación y participación de la población en pesos (\$).....	131
Tabla 34. Costos de implementación de cercas vivas en pesos (\$)	132
Tabla 35. Costos para la siembra en pesos (\$).....	133
Tabla 36. Costos de las actividades de mantenimiento en pesos (\$)	134
Tabla 37. Costos del control de cárcavas en pesos (\$)	134
Tabla 38. Costos del control de quemas en pesos (\$)	135
Tabla 39. Costos de la protección a estructuras de saneamiento en pesos (\$).....	136
Tabla 40. Costos de los sistemas agroforestales en pesos (\$)	136
Tabla 41. Costos de la construcción de bebederos en pesos (\$)	137
Tabla 42. Costos del seguimiento a la zona de nacimiento de la microcuenca Esmita en pesos (\$)	137

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Valores medios de precipitación, municipio de Rosas.....	20
Figura 2. Unidades cartográficas y taxonómicas del municipio de Rosas en hectáreas.....	29
Figura 3. . Hidrología del municipio de Rosas en hectáreas	36
Figura 4. Registro anual de temperatura en el municipio de La Sierra	38
Figura 5. Registro anual de precipitación en el municipio de La Sierra	39
Figura 6. Distribución de los suelos dependiendo del tipo de asociación y la cantidad de hectáreas, en el municipio de La Sierra	42
Figura 7. Cobertura vegetal y tipos de uso del suelo distribuidos en hectáreas, municipio de La Sierra	43
Figura 8. Muestra de árboles en la zona del nacimiento de la microcuenca Esmita.....	47
Figura 9. Ganado en las proximidades de la subcuenca Esmita	47
Figura 10. Formación de cárcavas.....	48
Figura 11. Balance hídrico de la subcuenca Quilcacé –Esmita, periodo 1990-2009.....	51
Figura 12. . Balance hídrico de la subcuenca Quilcacé –Esmita, periodo 1982-2002.....	52
Figura 13. Rejilla, bocatoma microcuenca Esmita	54
Figura 14. Bocatoma anexa.....	55
Figura 15. Desarenador.....	56
Figura 16. Daños	56
Figura 17. Mecanismo para controlar la presión	58
Figura 18. Sistema de conducción del acueducto EMROSAS.....	58
Figura 19. Calidad del agua en la bocatoma del acueducto municipal de Rosas	61
Figura 20. Factores que afectan la susceptibilidad a la erosión de los taludes y laderas.....	67
Figura 21. Formación de surcos en la zona aledaña a la microcuenca Esmita	69
Figura 22. Formación de cárcavas, acueducto municipal de Rosas	70
Figura 23. Formación de cárcavas en el nacimiento de la microcuenca Esmita.....	70
Figura 24. Quemadas alrededor de la bocatoma del acueducto de Rosas.....	77
Figura 25. Quemadas alrededor de la microcuenca Esmita.	77
Figura 26. Quemadas a lo largo de la línea de conducción	79
Figura 27. Quemadas a lo largo de la línea de conducción en zona aledaña a la bocatoma del acueducto de Rosas	79

Figura 28. Muestra de las quemas 90
Figura 29. Mecanismo para la salida del aire..... 91

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Distribución político administrativa de los municipios de Rosas y La Sierra.....	105
Anexo B. Datos de precipitación	109
Anexo C. Geoformas del municipio de Rosas y La Sierra	111
Anexo D. Flora del municipio de Rosas.....	120
Anexo E. Hidrología del municipio de Rosas.....	124
Anexo F. Datos para realizar el Balance Hídrico de la Subcuenca Quilcacé-Esmita y la clasificación climática del municipio de La Sierra	126
Anexo G. Resultados de laboratorio, para calificar la calidad del agua tratada por el acueducto municipal de Rosas.	129
Anexo H. Descripción de los costos según cada actividad.....	130

INTRODUCCIÓN

Una región se ordena naturalmente como una red de cuencas y subcuencas, de tal forma, que el ordenamiento territorial es en esencia, hacer compatible la oferta ambiental y sus restricciones, con el despliegue de la población en el espacio urbano y rural. Según el decreto 1729 de 2002, es responsabilidad de la respectiva autoridad ambiental¹, la coordinación y ejecución del plan de ordenación de las cuencas hidrográficas, precisando que la ordenación de la cuenca se concibe como el planeamiento del uso y manejo sostenible de los 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 los recursos hídricos.

En este proyecto se busca formular el plan para la reforestación protectora, manejo de la cuenca hidrográfica y protección de estructuras de saneamiento básico, en la Subcuenca Quilcacé-Esmita; a través de la elaboración del diagnóstico ambiental de la zona y de la definición de estrategias para la reforestación y manejo de la subcuenca.

Para la elaboración de este trabajo se realizaron visitas a la subcuenca que permitieron identificar de forma clara y con evidencia la problemática; se revisaron los documentos de los municipios de Rosas y La Sierra y de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC) entre otros, cuyo contenido contribuyó en el diagnóstico de la zona. Para la realización del balance hídrico se utilizó el método de Thornthwite y Mather.

El documento consiste en cuatro capítulos, el primero de ellos es el diagnóstico, el cual muestra la ubicación del proyecto, la caracterización biofísica, el estado de la subcuenca, el balance hídrico, las estructuras del acueducto municipal de Rosas, la calidad del agua en la subcuenca, los usos del agua y establece la problemática de la zona. El segundo capítulo presenta las estrategias, para enfrentar las principales problemáticas identificadas en la subcuenca. En un tercer capítulo se presenta la metodología necesaria para implementar las estrategias planteadas. Finalmente en el cuarto capítulo se establecen las conclusiones alcanzadas en el desarrollo del trabajo.

¹ En este caso la Corporación Autónoma Regional del Cauca (CRC).

OBJETIVOS

GENERAL

Formular el plan para la reforestación protectora, manejo de la cuenca hidrográfica y protección de estructuras de saneamiento básico para los municipios de Rosas y La Sierra en la subcuenca Quilcacé-Esmita.

ESPECÍFICOS

- Elaborar el diagnóstico ambiental de la subcuenca Quilcacé-Esmita en los municipios de Rosas y La Sierra.
- Definir estrategias para la reforestación y el manejo de la subcuenca Quilcacé-Esmita en los municipios de Rosas y La Sierra.
- Formulación del proyecto para reforestación protectora, manejo de la cuenca hidrográfica y protección de estructuras de saneamiento básico para los municipios de Rosas y La Sierra en la subcuenca Quilcacé-Esmita.

1 DIAGNÓSTICO

Este diagnóstico ambiental tiene como finalidad identificar y analizar las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y el grado de conservación presentes en la porción influenciada del sistema ambiental. El análisis se realiza sobre la base de informaciones, datos y hechos recogidos y ordenados sistemáticamente, que permiten juzgar mejor lo que está pasando y permite plantear soluciones más adecuadas.

1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área del proyecto se ubica en la subcuenca Quilcacé-Esmita; la cual está localizada en los municipios de Rosas y la Sierra; hacia el sur del departamento del Cauca, en la entrada hacia el macizo colombiano.

1.1.1 Municipio de Rosas

UBICACIÓN

El municipio de Rosas está ubicado en el centro oriente del Departamento del Cauca, al suroccidente de Colombia, entre los 2º 15' 2" y 2º 20' 15" de latitud norte y entre los 76º 36' 32" y 76º 50' 40" de longitud al occidente del meridiano de Greenwich, sobre el flanco occidental de la cordillera central.

Su cabecera está localizada a los 2º 15' 47" de latitud norte y 76º 44' 40" de longitud oeste. La altitud mínima y máxima del municipio están en el sur occidente del territorio, vereda Pinzón 900 m y 2600 m en la cuchilla El Ramal. Dista de Popayán 38 km. El área municipal es de 172 Km² (Alcaldía municipal de Rosas 2007-2011).

LÍMITES

La población fue fundada por Juan Noguera en 1882, habiendo sido creado el municipio en el mismo año. Llevó inicialmente el nombre de Dolores, el cual le fue cambiado por el de Rosas en homenaje al general José Avelino Rosas; limita por el Norte con el municipio de Timbío, al nor-orientes con Sotará y hacia el occidente con El Tambo, al sur con el municipio de la Sierra (Alcaldía municipal de Rosas 2007-2011).

DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

El municipio de Rosas se compone de 37 veredas; en el esquema de ordenamiento territorial del municipio se ha dividido en 6 zonas geográficas; como se puede observar en el anexo A, Tabla 17.

POBLACIÓN

El DANE divide a los municipios del departamento del Cauca en la cabecera, los centros poblados, que son los lugares en donde se concentra población rural en grandes proporciones y el resto en rural. En la Tabla 1; se muestran los datos del último censo para el municipio de Rosas (DANE 2005).

Tabla 1. Población censo 2005, municipio de Rosas

CÓDIGO	NOMBRE DE CLASE	HOMBRE	MUJER	TOTAL
196221	CAUCA ROSAS Cabecera	734	735	1469
196222	CAUCA ROSAS Centro Poblado	257	265	522
196223	CAUCA ROSAS Resto Rural	5020	4410	9430
TOTAL		6011	5410	11421

Fuente: DANE, 2005

1.1.2 Municipio La Sierra

UBICACIÓN

El municipio de la Sierra se encuentra ubicado en la región del macizo colombiano, en la región central del departamento del Cauca a 2º 10' latitud Norte y 75º 46' longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, cuenca del Río Patía y comprende un rango altitudinal entre los 700 y 3000 metros, abarca un área aproximada de 21038 hectáreas, dista de Popayán 58 km y es un municipio eminentemente rural (Alcaldía municipal de La Sierra 2007-2011).

LÍMITES

Limita por el norte con el municipio de Rosas, por el sur con La Vega, por el oriente con el municipio de Sotará y en el occidente con El Tambo y Patía (Alcaldía municipal de La Sierra 2007-2011).

DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVO

Se encuentra constituida por 5 corregimientos, 55 veredas y la Cabecera Municipal; como se muestra en el anexo A, Tabla 18.

POBLACIÓN

Para el municipio de La Sierra, solo se tiene la población dividida por zonas. En la Tabla 2; se muestran los datos del último censo para esta zona (DANE 2005).

Tabla 2. Población censo 2005, municipio de La Sierra

ÁREAS		CATEGORÍAS	CASOS
193921	CAUCA LA SIERRA Cabecera	Hombre	708
		Mujer	718
		Total	1426
193923	CAUCA LA SIERRA Resto Rural	Hombre	5081
		Mujer	4337
		Total	9418

Fuente: DANE, 2005

1.2 CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA

Conocer los agentes del ambiente natural existentes en una zona es de gran relevancia ya que existen múltiples interrelaciones entre éstos, los ecosistemas de los que forman parte y los actores y agentes sociales que componen el municipio. La coexistencia y el tipo de estas interrelaciones entre los mismos determinan el equilibrio del medio. La caracterización biofísica comprende:

Un estudio del medio vivo:

- Flora: inventario de las especies más representativas de la zona y conocimiento de su estado de conservación.
- Edafología (el suelo): inventario de los suelos existentes y su estado de conservación, con especial atención a la cuestión de la erosión. El suelo es un factor vivo fundamental en tanto en cuanto es la base biofísica de los ecosistemas terrestres.

Un estudio del medio inerte:

- Geología: estudio geológico del municipio con la identificación de los materiales y características de los mismos.
- Hidrología: estudio hidrológico a partir del inventario y descripción de las zonas húmedas existentes.

Con base en los resultados, se podrá determinar participativamente la generación de propuestas para mejorar el estudio, protección o mejor interacción con el medio biofísico, bajo la perspectiva de la sostenibilidad.

1.2.1 Municipio de Rosas

CLIMA

El clima es una sucesión de tipos de tiempo que tienden a repetirse con regularidad en ciclos anuales. El estudio del clima es indispensable para planificar actividades agropecuarias, industriales, mineras, el emplazamiento de la población, la construcción de infraestructura, prevención de desastres, entre muchas otras acciones humanas que tienen que ver con el clima y el agua como valioso recurso o potencial amenaza (González Muñoz, Hidrología 2008).

Por su localización el municipio de Rosas se encuentra vecino a la línea del Ecuador sobre la ladera interandina media de la cordillera central, por esta razón le corresponde un clima ecuatorial de montaña con pisos térmicos, como: cálido, templado y frío.

Clasificación climática

El método de clasificación utilizado es el de CALDAS-LANG. Por cuanto se ha validado en otras regiones de Colombia, y porque se tiene la información mínima (Esclava y otros, 1986). El clima se clasifica anteponiendo al término de la humedad, el piso térmico que corresponda. En la Tabla 3; se puede observar que para el municipio de Rosas se tienen tierras cálidas, templadas y frías; ya que el rango altitudinal del municipio está entre los 900 y 2600 metros. Los datos corresponden a los años 1977-1999, con información tomada de las estaciones Rosas, Párraga y Rosas-Párraga viejo.

La clasificación consiste en dividir los valores del mapa de isoyetas entre los valores del mapa de isotermas y clasificar posteriormente.

Tabla 3. Clasificación climática, municipio de Rosas

ALTITUD	UNIDAD CLIMÁTICA	TEMPERATURA °C	PRECIPITACIÓN mm	RÉGIMEN DE HUMEDAD
800-1000	Tierra cálida	Mayor a 24	158,05	Cálido Subhúmedo
1001-2000	Tierra Templada	18-24	136,225	Templado Subhúmedo
2001-2800	Tierra fría	15-18	186.6	Frío Húmedo

Fuente: Elaboración propia, basado en información del E.O.T Municipio De ROSAS

Tierra cálido subhúmedo: es la unidad de menor extensión del municipio, presentándose sobre la microcuenca Esmita. Comprende 513 hectáreas, equivalentes al 2.97% del área municipal.

Tierra templada Subhúmedo: cubre la mayor parte del territorio municipal, en una extensión de 13794.97 hectáreas, equivalentes al 80.1 % del territorio.

Tierra fría húmeda: se presenta en el sector sur este del municipio. Su extensión es de 2934.6 hectáreas, es decir el 17.02 % del área municipal.

La zonificación bioclimática del municipio se realizó de manera integrada de acuerdo con los componentes: clima, suelo, geología, morfología, pendiente y cobertura vegetal, tomando como base la clasificación ecológica de la vegetación por José Cuatrecasas 1934 (Alcaldía municipal de Rosas 2007-2011).

TEMPERATURA

El municipio por su orientación NE/SW permite mirar hacia el Valle del Patía que es uno de los enclaves más cálidos y secos del país. La temperatura se calcula con base en la relación encontrada para una latitud superior para las tres cordilleras, en donde se encuentra la siguiente relación para la cordillera Central (Flores, 1983).

$$T_{oC} = 30.63 - 0.0067h$$

Donde:

ToC = Temperatura promedio

h = a.s.n.m.

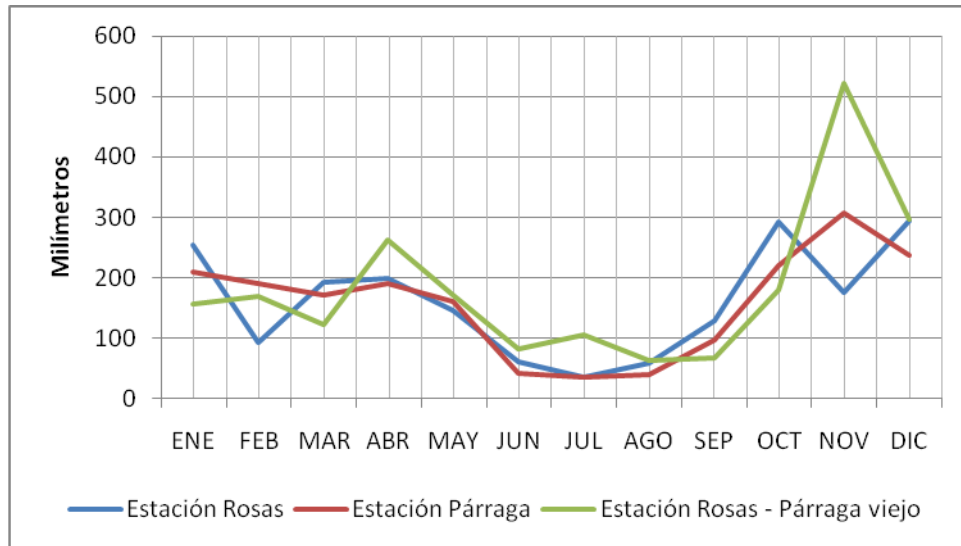
La aplicación de esta ecuación define los siguientes pisos térmicos:

- Altitud 800-1000: temperatura 24.6 °C
- Altitud 1001-2000: temperatura 20.6°C
- Altitud 2001-2800: temperatura 14.5°C

PRECIPITACIÓN

En la Figura 1, se muestran los valores de precipitación media para el municipio de Rosas, con los datos de tres estaciones Párraga, Rosas y Párraga Viejo; en el anexo B, Tabla 19, se muestran los datos.

Figura 1. Valores medios de precipitación, municipio de Rosas



Fuente: Elaboración propia, basada en información del IDEAM

Las mayores precipitaciones se presentan en septiembre y noviembre y entre marzo y mayo, los mínimos entre junio y agosto; es un régimen que tiende a ser monomodal lo cual es característico de la cuenca del río Patía, y la distribución más o menos uniforme de las lluvias favorece el establecimiento de cultivos anuales.

El periodo menos lluvioso coincide con la fuerte influencia de los vientos alisios del sureste que descienden con efecto secante desde la cordillera central una vez han dejado abundantes precipitaciones en la ladera llanero amazónica de la cordillera andina y lloviznas pertinaces en la parte alta de la cordillera central. Las escasas lluvias entre junio y agosto son efectos anticiclónicos derivado de las células de alta presión provenientes del trópico de capricornio en su desplazamiento máximo hacia el norte durante el invierno y del hemisferio sur.

GEOLOGÍA

El estudio geológico del municipio es necesario para tener un conocimiento general de la estructura y composición del material rocoso que compone el subsuelo. Este conocimiento permite establecer con qué se cuenta en materia de recursos minerales, cuales procesos geológicos han actuado en el pasado y cual de ellos pueda ser fuente de amenazas geológicas en el municipio. Para el caso del proyecto esta información es muy importante para determinar la influencia de la geología del municipio en los procesos de erosión de la zona.

- **GEOLOGÍA REGIONAL**

El municipio de Rosas se encuentra localizado en el flanco occidental de la Cordillera Central. El núcleo de esta cordillera y su borde oriental están conformados por rocas tipo macizo pertenecientes al Escudo Guayanés, representados por neises, cuarzo feldespáticos, anfibolitas y migmatitas; esta unidad está suprayacida por metasedimentos paleozoicos, cuerpos intrusivos y volcánicos del Jurásico (Orrego L. 1980).

Su flanco occidental está conformado por secuencias Mesozoicas que están en contacto tectónico contra conjuntos metasedimentarios del Paleozoico, los cuales han sido denominados Grupo Cajamarca (Nelson, 1962; Orrego, 1977; Núñez y Murillo, 1978, (Orrego L. 1980)). Allí también existen rocas intrusivas de composición intermedia a ácida del Cretáceo Temprano y del Mioceno. Una cadena de volcanes del Terciario – Cuaternario, asociados a fallas regionales, ocupa las partes más altas de la Cordillera. Estos volcanes han dado el modelaje morfológico actual con sus actividades efusivas lávicas y piroclásticas. Algunos rasgos geomorfológicos demuestran que hubo eventos de glaciación, lagunares, fluviales y fenómenos de solifluxión acompañados por neolevantamientos y reactivación de las fallas, lo cual ayudó a la gran denudación Cuaternaria de dicha cordillera (Burgl, 1961; Irving, 1971, Shlemon, 1979, (Orrego L. 1980)). Tectónicamente la Cordillera Central está limitada hacia el occidente por el sistema de fallas de Romeral, y al oriente por fallas transversales en el sector norte y falla inversa de ángulo alto en el sector sur (Álvarez, 1979). La falta de un mayor cubrimiento de la cartografía geológica, así como la carencia de fósiles, dataciones radiométricas y estudios petrográficos han hecho que aún se tengan muchas incógnitas acerca de la estratigrafía y de la evolución tectónica de esta Cordillera. Sin embargo, existen trabajos geológicos locales y algunos regionales en los cuales se han planteado hipótesis sobre su evolución tectónica y su estratigrafía (Barrero, 1969; Irving, 1971; Toussaint y Restrepo, 1976; Barrero, 1974, 1976; Orrego, 1977; Duque, 1977; Núñez y Murillo, 1978; Álvarez, 1979; París y Marín, 1979, (Orrego L. 1980)).

Unidades de roca (estratigrafía):

En la Tabla 4, se describen las diferentes unidades de roca que se encuentran en el municipio de Rosas, las cuales han sido separadas según el periodo en el cual aparecieron.

Tabla 4. Unidades geológicas, municipio de Rosas

ROCAS	SÍMBOLO	PERIODO	COMPLEJO	FORMACIÓN	Características	Área	%
Estratificadas	Qc	cuaternario			Cenizas de caída. Cerca de Popayán y Timbío, recubren ignimbritas meteorizadas o flujo de cenizas.	1044.47	6
Volcánico-sedimentarias	Qpi	Terciario –		Galeón o	Ignimbritas o flujos piroclásticos y lahares	113.32	0.7
	TQpi	cuaternario		Popayán		2351.94	13.65
	TQpg	Terciario –		Galeón o	Conglomerados, areniscas, limolitas, intercalaciones de rocas volcánicas (ignimbritas y lahares)	7571.30	43.9
Ígneas	TMda	Terciario			Pórfidos dacíticos	392.65	2.27
	TMe	Terciario		Esmita	Limolitas fosilíferas; areniscas feldespáticas y grauváquicas; conglomerados con cantos de cuarzo, chert, basaltos y rocas ígneas intermedias; “shales” carbonáceos.	1224.07	7.1
	TEMm	Terciario		Mosquera	Conglomerados y areniscas cuarzosas; capas fosilíferas, limolitas, “shales” carbonáceos y mantos de carbón.	637.21	3.7
	TMa	Terciario			Pórfidos andesíticos	80.19	0.46
	KSpm	Cretáceo		Peña Morada	Calizas bituminosas, limolitas ferruginosas y conglomerados polimícticos.	300.50	1.74
	Klub	Cretáceo			Complejo de rocas máficas y ultramáficas. Serpentinitas, gabros, basaltos almohadillados, tobas, brechas y lavas picriticas.	150.80	0.87
	KIba	Cretáceo	Barroso – Amaime		Limolitas, chert gris y rojizo, grauvacas, basaltos almohadillados, tobas básicas y diabásicas	927.08	5.4
Estratificadas foliadas	Mzgb	Paleozoico			Granitoide cataclizado de Bellones. Neises y esquistos miloníticos.	1102.73	6.4
	Pzimv	Paleozoico	Arquíá		Esquistos verdes (metabasitas) y metasedimentarias	838.32	4.8
	Pzims	Paleozoico	Arquíá		Esquistos cuarzomíceos, carbonáceos y cuarcitas. En menor proporción esquistos de color gris verdoso.	487.86	2.8
Total					1722,43	100	

Fuente: Orrego, 1993

- **GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

La descripción de las fallas del sistema Cali–Patía y los pliegues es tomada de León et al (1973) (Orrego 1993). Grosse (1935) introduce el nombre de sobrecurrimiento de Dolores, un pueblo del Cauca hoy llamado Rosas. Case (1973) hacen alusión a la Megacizalla de Dolores–Guayaquil, y Campbell (1972) nombra la Falla Dolores (Romeral) Guayaquil. Considera que esta zona fluctúa en un ancho de 10 a 50 Km y que se extiende desde Guayaquil (Ecuador) hasta Barranquilla (Colombia). En el trabajo de Geología (Orrego 1993) se propone que la zona de Dolores está relacionada directamente a las áreas de Cizallamiento de los Sistemas de Fallas de Romeral y de Cali – Patía.

Sistema de Fallas de Romeral

El nombre (dado por Grosse en 1926) proviene de la localidad de la cuchilla Romeral, al suroccidente de Medellín. Se postula que en el suroccidente colombiano las fallas de dirección aproximada norte – sur y localizadas hacia la parte occidental de la Cordillera Central conforman el Sistema de Fallas de Romeral, las cuales ponen en contacto rocas de ámbito oceánico contra rocas de ambiente continental. La historia y los mecanismos de este sistema son muy complejos, y su evolución ha tenido mucho que ver con el levantamiento de la Cordillera Central.

Las características generales relevantes que presentan las fallas del Sistema Romeral son:

1. El rumbo en general es norte – sur.
2. Todas presentan estructuras marcadas, como zonas de brechas, espejos o lisos y rasgos geomorfológicos como alineamientos de ríos y quebradas.
3. Generalmente existen zonas de inestabilidad o zonas de deslizamientos asociadas a las líneas de estas fallas.
4. Con base en los estudios de geotectónica y con los realizados con motivo del sismo de Popayán, se presume que las fallas del sistema de Romeral son activas
5. Se ha observado que afectan rocas de edades comprendidas desde el Paleozoico hasta el Cuaternario reciente.

Las siguientes son las fallas que se encuentran presentes y afectan de diferente forma al territorio del municipio de Rosas:

Falla Rosas – Julumito

Esta estructura que toma el nombre de Rosas y Julumito; se considera como una de las fallas más occidentales del Sistema de Romeral. Al sur del Cauca pone en contacto rocas de la molasa terciaria, bloque occidental, contra una secuencia volcánica – básica – sedimentaria del Cretáceo,

lado oriental. Cerca de La Vega (Cauca) es interceptada por la rama Cauca – Almaguer. Existen claras evidencias de que es una falla activa pues estudios de geomorfología y de microsísmica demuestran que ella produjo el sismo del 31 de marzo de 1983 (Ingeominas, 1986, (Orrego 1993)). La traza de falla se ha demostrado al sur, por contactos deformados de rocas pre – Cuaternarias, rocas mesozoicas principalmente con estructuras de falla de decenas de metros de ancho y esto último depende si ella está asociada a remanentes antiguos de la zona de cizalla Dolores. El ancho de la zona afectada normalmente para esta falla es del orden de 350 a 500 m. que contienen zonas de brechas y milonitas, y éstas con un ancho de 25 m. lo cual se expone claramente en los cañones de los ríos donde la falla cruza; el desplazamiento vertical total de las rocas viejas probablemente es mayor de 10 Km.

Falla Cauca – Almaguer

En la carretera Panamericana, en el sector entre Timbío – Rosas, crea problemas graves de inestabilidad representados por deslizamientos, asentamientos de la banca (Orrego y Marín, 1981); además se ha observado que dicha falla desplaza capas de cenizas del Cuaternario Reciente, razones que demuestran su neoactividad.

Falla Popayán

La falla afecta conjuntos litológicos del Complejo Arquía y muestra una zona de cizalla la cual indica los diferentes episodios o eventos tectónicos del pasado, y crea estructuras de pliegues bastante apretados y milonitizados en zonas hasta de 200 m de ancho.

Fallas El Crucero y Las Estrellas

El nombre de El Crucero proviene de un caserío localizado a 7.5 Km. aproximadamente al sur de Popayán, y el de Las Estrellas viene de un cerro localizado en la carretera Popayán – Paispamba, a 15 Km. de Popayán aproximadamente. Estas fallas sirven de límite al cuerpo ígneo Granitoide de Bellones, de forma alargada, el cual se ha emplazado dentro de conjuntos metamórficos. La falla de El Crucero es límite occidental del cuerpo y la de Las Estrellas es límite oriental.

Fallas Mosquerillo – La Tetilla

El nombre de Mosquerillo fue introducido por París (1975) y luego reconocido por Espinosa (1980). La Tetilla es un lugar situado a 15 Km. aproximadamente al noroeste de Popayán. A la falla Mosquerillo se encuentran asociados cuerpos ultramáficos, como el Macizo de los Azules (Espinosa, 1980) y el cuerpo ultramáfico de La Peña (Orrego, 1975), (Orrego 1993). Esta megaestructura consta de tres fallas paralelas que se interceptan y afectan rocas mesozoicas oceánicas del basamento, y rocas cenozoicas continentales de la cobertura. Tienen dirección norte

– sur y buzamientos verticales; Espinosa (1980 a) dice que estas fallas son de fondo oceánico del período Cretáceo Inferior a Medio con reactivamientos posteriores.

Sistema de Fallas con Dirección N60W y E – W

El territorio del municipio de Rosas se ve cruzado tan solo por una falla de este sistema, conocida como la Falla del Guabas, y la cual se localiza hacia el suroeste del municipio. La Falla del Guabas es una falla de alto ángulo, en la que el bloque sur ha subido con respecto al bloque norte; fue reconocida (León, 1973, (Orrego 1993) en una longitud mayor de 40 Km.

Pliegues

Los ejes de los pliegues tienen dirección aproximada de NNE, y se trata de pliegues apretados. En el municipio de Rosas se presenta uno de estos pliegues conocido como Anticlinal de Manga Vieja.

Anticlinal de Manga Vieja

Fue descrito por Grosse (1935) como Anticlinal de Chajaya que se observa en la localidad de Manga Vieja, al norte de la microcuenca Esmita, y al sur occidente del municipio. El núcleo está formado por basaltos del Cretáceo, y los flancos están constituidos por rocas de las formaciones Peña Morada, Esmita, y Mosquera. La dirección general del eje es N30°E y se encuentra desplazado al sur de la microcuenca Esmita por una falla transversal (Falla del Guabas). Esta estructura parece continuarse al sur, en el cerro de Francia y a lo largo del río Guachicono al este de la población de El Bordo.

• GEOLOGÍA ECONÓMICA

La geología económica en el municipio de Rosas esta representada por:

- Extracción de materiales para afirmado en las veredas El Diviso, El Porvenir, La Violeta.
- Material de río en los ríos Esmita, y Quilcacé.
- Carbón en la vereda Portachuelo. Proyecto en estudio.

GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología es la interrelación del clima, la geología, morfología, e indirectamente los aspectos bióticos en la extensión que estos inciden en el origen de los suelos y/ o en su aptitud de uso y manejo del suelo.

La clasificación que se adoptó por parte del E.O.T del municipio de Rosas, es la combinación de los sistemas propuestos por el CIAF (1992), el de taxonomía Geomorfológica de A. Zinck; así como la fisiografía de Villota H (1991) (Alcaldía municipal de Rosas 2007-2011).

Geoformas presentes en el municipio

El municipio se encuentra sobre el flanco occidental de la cordillera Central, caracterizándolo un relieve general quebrado, compuesto por montañas, colinas, lomeríos, escarpes, dejando reducidas áreas donde la pendiente puede ser ligera o leve (< 5 %).

En la Tabla 5, se presentan los procesos geomorfológicos que se dan en el municipio y las geoformas según el tipo de paisaje (Alcaldía municipal de Rosas 2007-2011).

Tabla 5. Procesos externos de origen del relieve

PROCESOS EXTERNOS	CARACTERÍSTICAS
Provincias fisiográficas	En la Depresión intercordillerana Cauca Patía y la cordillera Central (flanco occidental).
Relieve estructural volcánico denudativo	se refiere a montañas, colinas y lomeríos de plegamiento en rocas sedimentarias consolidadas y en algunas metamórficas de origen sedimentario como las cuarcitas, las que en conjunto conforman un relieve de crestas paralelas separadas por depresiones igualmente paralelas, que se prolongan linealmente siguiendo un rumbo rectilíneo

Fuente: Elaboración propia, basado en información del E.O.T Municipio de Rosas 2007-2011

En el anexo C, Tabla 21, se muestran en más detalle las geoformas presentes. En esta zona se tiene varios tipos de paisaje como son: paisaje aluvial intramontano, paisaje piedemonte coluvial, paisaje de montaña denudativo; esto conlleva a diferentes geoformas las cuales presentan características en común; pendientes pronunciadas, erosión hídrica laminar de fuerte a muy fuerte en surcos y en la mayoría de casos con deslizamientos y formación de cárcavas. El drenaje es en su mayoría dendrítico al igual que la disección la cual es moderada.

SUELOS

El estudio de los suelos permite determinar cual es su uso y como está influyendo este en los procesos de la subcuenca, ya que los usos del suelo determinan en gran medida la calidad del agua, los deslizamientos y remoción en masa de la zona. Además de lo anterior los suelos son la principal fuente de ingresos del municipio, ya que la más importante actividad económica es la agricultura.

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES FISIAGRÁFICAS

Según el estudio generalizado del IGAC 1983 desde el punto de vista fisiográfico, los suelos en el municipio de Rosas ocupan tres grandes unidades: 1) montañas, 2) colinas, 3) superficies aluviales, las cuales se subdividen a su vez en otras unidades de acuerdo con los factores climáticos y características de las formas del relieve (Alcaldía municipal de Rosas 2007-2011).

- **Montaña**

Laderas de montaña

En el municipio de Rosas se encuentran localizadas en el clima frío húmedo (2000 – 3200 m.s.n.m.) laderas de montaña con relieves fuertemente ondulados, quebrados y escarpados, cuyos materiales geológicos están recubiertos por capas de ceniza volcánica, de espesor variable. Son suelos afectados por procesos de soliflucción, deslizamientos y formación de cárcavas. La profundidad efectiva varía de superficial a profunda, predominando esta última; presentan buenas características físicas y algunas limitaciones químicas, especialmente la alta acidez, bajos contenidos de fósforo y niveles altos de aluminio de intercambio. En este grupo se encuentra la asociación Pancitará (PA).

En el clima medio húmedo (1000 – 2000 m.) se encuentran laderas de montaña con relieves fuertemente quebrados y escarpados, con materiales geológicos muy variados entre los cuales se distinguen rocas volcánicas como basaltos, diabasas, pórfidos andesíticos y granitos; rocas esquistosas como esquistos sericíticos y cuarcíticos; rocas sedimentarias como areniscas, conglomerados y aglomerados, y además tobas volcánicas y otros materiales piroclásticos. Todos estos materiales están asociados con cenizas volcánicas. En general son suelos superficiales a profundos, bien drenados y ligera a moderadamente afectados por erosión. En este grupo se encuentran las asociaciones Balboa (BV), Galeón (GN), Sierra (SI)

Pie de ladera

En el municipio de Rosas, esta unidad se encuentra en el clima medio húmedo (1000 – 2000 m.s.n.m.) con suelos desarrollados de cenizas volcánicas, los cuales presentan un relieve ondulado a inclinado, y son afectados por procesos de deslizamiento, soliflucción y acumulaciones. Los suelos son profundos con buenas características físicas; presentan limitaciones químicas propias de las cenizas volcánicas (alta acidez, baja disponibilidad de fósforo principalmente). En este grupo se encuentra la asociación Rosas (RO).

- **Colinas**

En el municipio esta unidad geomorfológica se encuentra presente en el clima medio húmedo principalmente (1000 – 2000 m.s.n.m.), donde se encuentran colinas cuyos suelos se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas de materiales conglomeráticos de la formación Popayán, y de areniscas de las formaciones sedimentarias de la Fosa del Patía. Conforman relieves ondulados a fuertemente quebrados, afectados por procesos moderados de erosión. Son suelos superficiales a profundos, bien drenados, de buenas características físicas y con algunas limitaciones químicas como la alta acidez y la alta saturación de aluminio de intercambio. Se encuentran las asociaciones Dominguito – Timbío (DI) y Tambo (TM).

- **Superficies aluviales**

En el territorio del municipio de Rosas estas unidades se encuentran en dos climas diferentes, bajo la forma de valles aluvio – coluviales. En el clima medio húmedo es característico encontrar la asociación Plateado (PQ), el cual a semejanza del valle en el clima frío húmedo, presenta relieve ligeramente plano a ondulado, en donde los suelos se han desarrollado de materiales muy heterogéneos con poca influencia de cenizas volcánicas. La profundidad efectiva oscila desde muy superficial a profunda, limitada por piedras en el perfil.

En el clima cálido seco se encuentran algunos valles de relieve plano a ligeramente plano, con presencia de piedra muy frecuentemente; conforman la asociación Mango (MG).

DESCRIPCIÓN DE UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y TAXONÓMICAS

En la Figura 2 se muestran las unidades cartográficas y taxonómicas del municipio de Rosas, que en total suman un área de 17520.80 de hectáreas. Se puede notar en la figura que la asociación Galeón 3, es la que cubre mayor parte del municipio con un área de 7142.96 hectáreas, presenta un relieve fuertemente quebrado a escarpado, con pendientes de 25-50-75 % y erosión ligera a moderada. La mayor parte del área está cubierta por gravilla, cascajo y piedras de origen volcánico. La erosión es ligera a moderada, de tipo hídrico laminar, en surcos y deslizamientos en masa. En algunos sectores hay afloramientos de roca. El drenaje natural es excesivo. Los suelos en su mayor parte se encuentran sin uso; en las áreas de menor pendiente hay ganadería extensiva con pastos naturales y pequeñas parcelas con cultivos de caña panelera y plátano.

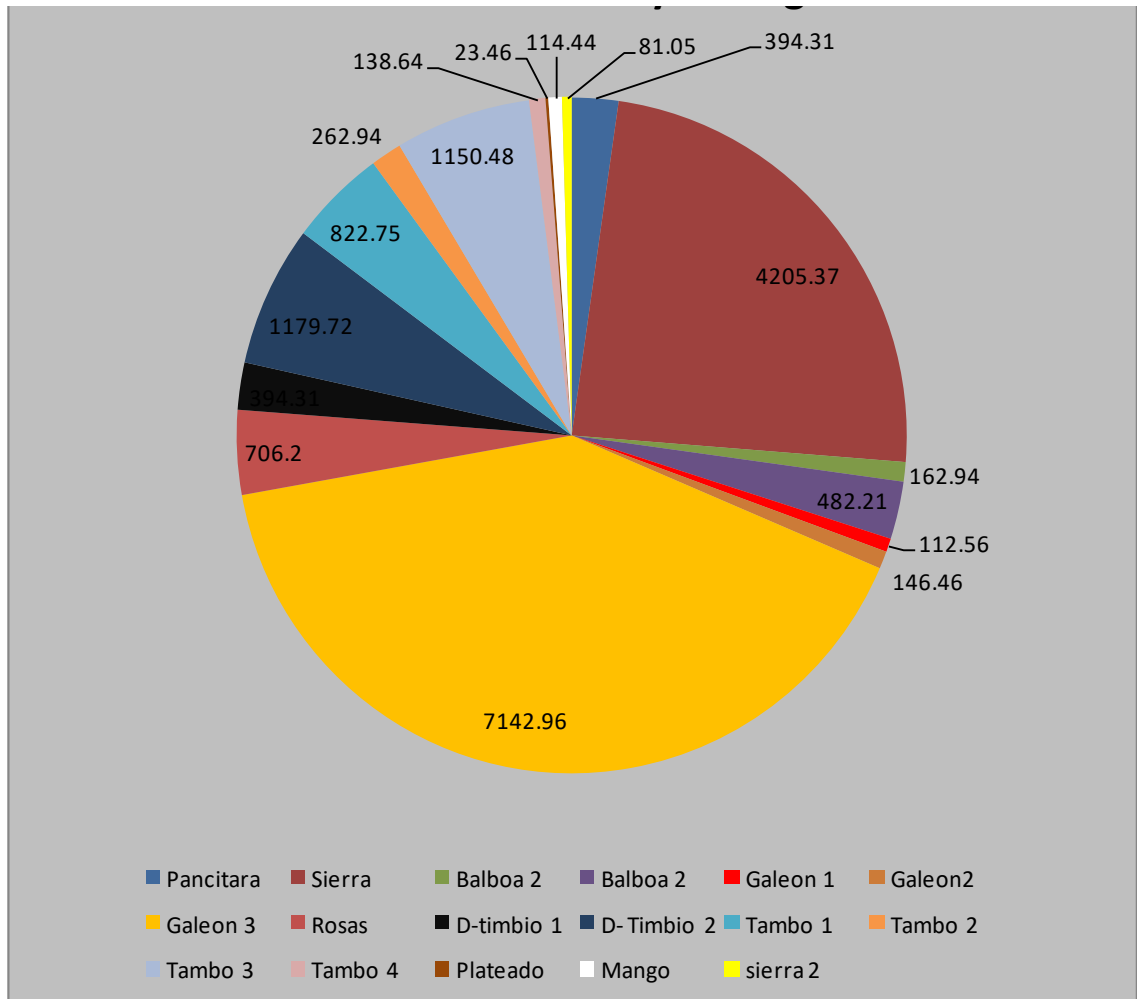
La asociación Sierra 1 cubre un área de 4202.37 hectáreas, con relieve fuertemente quebrado a escarpado, con pendientes del 25-75 %. En general está ligeramente afectada por erosión de tipo hídrico laminar, reptación y deslizamientos en masa. El drenaje natural es bueno. Las tierras están dedicadas principalmente a la explotación agrícola extensiva con cultivos de café y plátano;

existen pequeñas áreas dedicadas a la ganadería extensiva y semi - intensiva en potreros con pasto gordura, imperial, micay y kikuyo. Corresponde al cinturón cafetero.

La asociación Dominguito-Timbío 2 cubre un área de 1179.72 hectáreas con relieve fuertemente ondulado a fuertemente quebrado, pendientes de 12-50 % y erosión ligera. La vegetación natural en su mayor parte está destruida, y solo se observan algunos bosques secundarios con especies como cucharo, colorado, salvias, arrayán y helechos. Son utilizados principalmente en ganadería extensiva con pastos naturales. En pequeñas áreas hay lotes con pastos mejorados para pastoreo y para corte (pasto imperial, gordura, guinea y pangola).

Con la información de las unidades dominantes de la zona se puede notar que existen procesos de erosión debidos al tipo de suelo y forma del relieve del municipio.

Figura 2. Unidades cartográficas y taxonómicas del municipio de Rosas en hectáreas



Fuente: Elaboración propia, datos 2007-2011

COBERTURA Y USOS DEL SUELO

La cobertura de la tierra comprende todos los elementos que se encuentran sobre la superficie del suelo ya sea naturales o artificiales, es decir tanto la vegetación natural denominada cobertura vegetal, hasta todo tipo de construcción o edificación destinada para el desarrollo de las actividades económicas a lo que se denomina uso del suelo. La clasificación que se adopta para uso del suelo es: protección, producción, protección – conservación, recreación, turismo, regeneración natural, producción forestal, extracción, pastoreo, agricultura (Alcaldía municipal de Rosas 2007-2011). Esta clasificación corresponde a la clasificación del SIG- PAFC 1998 de la cobertura y uso actual del suelo. A continuación se presenta el tipo de cobertura que se ha encontrado dentro de la zona de influencia de la microcuenca Esmita en el municipio de Rosas:

- **Bosque natural (Bn)**

En la actualidad no existe bosque nativo primario debido a las intensas actividades de entresaca que se han venido presentado a través de los años para la obtención de madera y combustible, así como para la ampliación de la frontera agropecuaria. Lo anterior dio origen a un bosque secundario abierto (60 a 70% de cobertura al suelo) conformado por especies de tipo arbóreo, en considerable crecimiento en espesor, presenta alturas entre 10 m en adelante, con estratos intermedios de vegetación herbácea y arbustiva. Este estrato es considerado como el de mayor fragilidad e importancia desde el punto de vista ambiental, por ser de gran utilidad en la conservación de los suelos de ladera, en la protección de fuentes hídricas y la regulación de la escorrentía. Su permanencia a corto y mediano plazo depende del grado de intervención antrópica y de las condiciones biofísicas. Esta cobertura se encuentra con poca representación en el municipio y formando bosques de galería en algunas fuentes de agua como en la microcuenca Esmita, Quilcacé y en los nacimientos de las quebradas La Escalera, Peña Blanca, Sabaleta, Golondrinas y La Soledad.

- **Bosque plantado (BP)**

Esta cobertura se caracteriza por presentar especies de rápido crecimiento como son el Pino (*Pinos pátula*) y Eucalipto (*Eucaliptos glóbulos*). Presenta ausencia de los estratos arbustivo y herbáceo. El uso de estas plantaciones es de carácter productivo y/ o forestal, representado un área de 27.92 hectáreas. Estas plantaciones tienen fines comerciales y en algunos casos se utiliza la madera como combustible.

- **Estrato arbóreo**

Por lo general estas áreas no están vinculadas a actividades ganaderas. Existe un aprovechamiento de leña por parte de las comunidades humanas, y se encuentran algunos cultivos de café y plátano.

- **Arbustales abiertos (AR)**

Esta unidad se caracteriza por su continuo sometimiento a diferentes actividades antrópicas como la tala para la extracción de leña y ampliación de la frontera agropecuaria, causando la presencia generalizada de procesos erosivos sobre las zonas de ladera en paisaje de colina estructural denudativo (quebradas alegrías y Caño Pinzón), valles colmatados intramontanos y montañas denudativas. Predominan en este estrato, arbustos como el Nacedero (*Trichantera gigantea*), Mayo y/o Siete cueros (*Tibouchina lepidota*) Guamo de río (*Inga sp*), mortiño (*Miconia lechamanice*) y ortigo (*Urtica sp*).

- **Pajonal (Pj)**

Esta zona está siendo sometida a actividades de pastoreo extensivo, deshierba y quemas para la preparación del suelo para la agricultura y ganadería generando problemas severos de erosión, especialmente en la vereda la Florida.

- **Pastizal denso (PZD)**

Predomina un uso pecuario extensivo de ganado vacuno y equino principalmente. En general, en todo el territorio, los pastizales han aumentado gradualmente con la ampliación de la frontera pecuaria, llegando incluso hasta las riberas de algunas fuentes hídricas como los ríos Quilcacé y Esmita. Lo anterior ha generado problemas de erosión severa. Actualmente en la vereda el Ramal, el bosque nativo esta siendo talado con el fin de extender las praderas naturales y en menor proporción la implantación de cultivos ilícitos.

Algunos de estos pastizales no son naturales sino manejados destacándose las especies de Telembi y *Brachiaria* en fincas cercanas a la cabecera municipal.

- **Miscelánea**

El uso del territorio municipal se centra en la actividad agropecuaria básicamente. La agricultura que se practica en la región es tradicional, utilizando la rocería o desmonte manual y quema como labores de preparación del suelo, también se hace arado, rastrillada y/o encalado. Se cultiva maíz,

fríjol, yuca (es la materia prima de rallanderías locales para fabricar almidón), café, caña panelera, frutales y plátano.

La agroindustria como actividad, se concentra en el café, la panela, y el almidón de yuca. Los demás cultivos se realizan en áreas pequeñas y esparcidas (agricultura de pequeños y medianos propietarios) sin coordinación alguna (en la práctica) por parte de un ente que pudiera enfocar su mercadeo, o aún mejor, identificando diferentes formas de darle valor agregado a la producción de tales cultivos (Alcaldía municipal de Rosas 2007-2011).

Con todo esto se puede notar que la vocación del suelo se ha cambiado completamente, debido a la intensiva actividad antrópica en la zona; se debe tener en cuenta que es urgente un plan de manejo ya que los suelos son muy propensos a la erosión debido a la geología del lugar.

Los cultivos más importantes son: la caña con 249.86 Has, la yuca con 29 Has y el café con 78.99 Has.

- **Degradadas tierras eriales**

Con un proceso avanzado de deterioro, caracterizadas por la ausencia o escasa vegetación. En el municipio de Rosas comprenden las siguientes subunidades:

Tierras erosionadas

Se presenta erosión de tipo hídrica laminar fuerte y surcos con desprendimiento de partículas del suelo que se alejan de su origen, por escurrimiento difuso. Aunque estas áreas se dejan para regeneración y mejoramiento, en algunas partes se realizan prácticas agropecuarias con pastoreo extensivo y agricultura tradicional que aceleran la pérdida del suelo.

Afloramientos rocosos superficiales en extracción- transformación

Son áreas que presentan materiales con alto contenido arcilloso. Son destinadas a la actividad extractiva y transformadora de la arcilla. Se presenta en el municipio con un área de 59.23 has, se localizan en el Cerro Broncazo y en la vereda el Porvenir.

Construido

En la cobertura de la tierra definida como Construido se consideran el área urbana, las vías, y otro tipo de infraestructura elaborada por el hombre.

Espacio Construido

Corresponde al sector urbanizado de la cabecera municipal (área 18.01 has) y del centro poblado de Parraga. Cumplen funciones de prestación de servicios, con el fin de crear y desarrollar el progreso de los pobladores en orden a las necesidades materiales de la vida humana.

Asentamientos Rurales

Corresponden a las viviendas agrupadas formando caseríos y a las viviendas ubicadas de forma dispersa en el área rural.

FLORA

La composición de la flora en el municipio de Rosas es variada debido a la presencia de diferentes tipos de ecosistemas relacionados con los pisos bioclimáticos que van desde el andino, subandino hasta el ecuatorial (Alcaldía municipal de Rosas 2007-2011).

En la Tabla 6, se muestran las diferentes especies vegetales según el tipo de cobertura vegetal que están presentes en el municipio y que son representativas para el proyecto; en el anexo D, se muestran las diferentes especies del municipio distribuidas según las zonas del mismo.

Tabla 6. Flora representativa del municipio de Rosas

Tipo de vegetación	Nombre común	Nombre científico
Bosque abierto	Yarumo	Cecropia Sp
	Sangregado	Citharexylum cuantium
	Tambor	Crotón gossypiifolia
	Pendo	Citharexylum cunthiaum
	Higuerón	Ficus Sp
	Jigua	Nectandra Sp
	Cachimbo	Erythrina poeppigiana
	Guayacán	Tabebuia chrysantha
	Estoraque	Styrax sp.
	Encenillo	Weinmannia sp.
	Fresno	Guazuma ulmifolia
	Guasimo	
	aguacatillo	Persea sp.
Arbustos bajos abiertos	guayabo	Psidium guajaba
	Nacedero	Trichanthera gigantea
	Guamo de río	Inga Sp
	Lechero	Euphorbia lotaci
	Guadua	Guadua angustifolia
	Carbonero	Calliandra medellinensis
	Caña agria	Astrostemma ciliatum
	Caña brava	Trichanthera gigantea
	Nogal	Juglans neotropica
Pastizal	Gramma natural	Paspalum sp.
	Braquiaria	Brachiaria sp
	Telembi	
	Ramio	Bohemeni nivea
	Estrella	Cynodon dactylon
	Imperial	Axonopus seoparius
	Elefante	Penissetum purpureum
	Yaragua	Melinis minutiflora
	Saboya	
	Puntero	Hyparrhenia rufa
	Meloso	
	Nudillo	Panicum zizanoides
	Pua	Eragrostis acutiflora
	Trencilla	Paspalum notatum
	Cortadera	
Micay		
Raygrass	Loium perenne	

Fuente: Elaboración propia, datos 2007-2011

En la Tabla 7 se muestran algunas de las especies que representan una parte muy importante de la flora del macizo colombiano y que están en vía de extinción; se observa especies como el cedro, jigua, canelo, las cuales en muchas partes del departamento ya desaparecieron:

Tabla 7. Especies en vía de extinción

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	USOS
Jigua	Nectandra sp.	Construcción y Aserrío
Canelo	Cinnamomum zeylanicum.	Aserrío
Cedro	Cedrela odorata	Construcción y Aserrío
Chaquiro		Construcción y Aserrío
Pino Silvestre	Podocarpus sp	Construcción
Helecho macho	Dryopteris filix (L)	Leña
Urapán	Fraxinus chinensis	Construcción
Cascarillo de montaña	Cinchona sp	Construcción
El Chuscal		Aserrío y medicinal
El Nogal	Cordia alliodora	Medicinal
La Quina	Cinchona officinalis L.	Construcción
El Huesillo		Construcción y carbón
El Roble	Quercus humboldtii	Construcción
El Encenillo	Weinmannia tomentosa	Construcción
Motilón Blanco	Freziera candicana	Construcción
Motilón Rojo	Freziera sp	Construcción y leña
El Castaño	Tibouchina urvilleana	Cercas
Árbol perro		Aserrío
El Caballero		Construcción y Aserrío
El Manzano	Pyrus malus L	Construcción y leña
El Mayo	Meriania speciosa L.	Maderable y construcción
El Ciruelo	Prunus domestica	Alimentación, maderable
El Arrayán	Myrcianthes leucalytra	Repelente
Borrachero	Datura arborea L.	Maderable
El León		Construcción y maderable
Siete Cueros	Tibouchina lepidota	

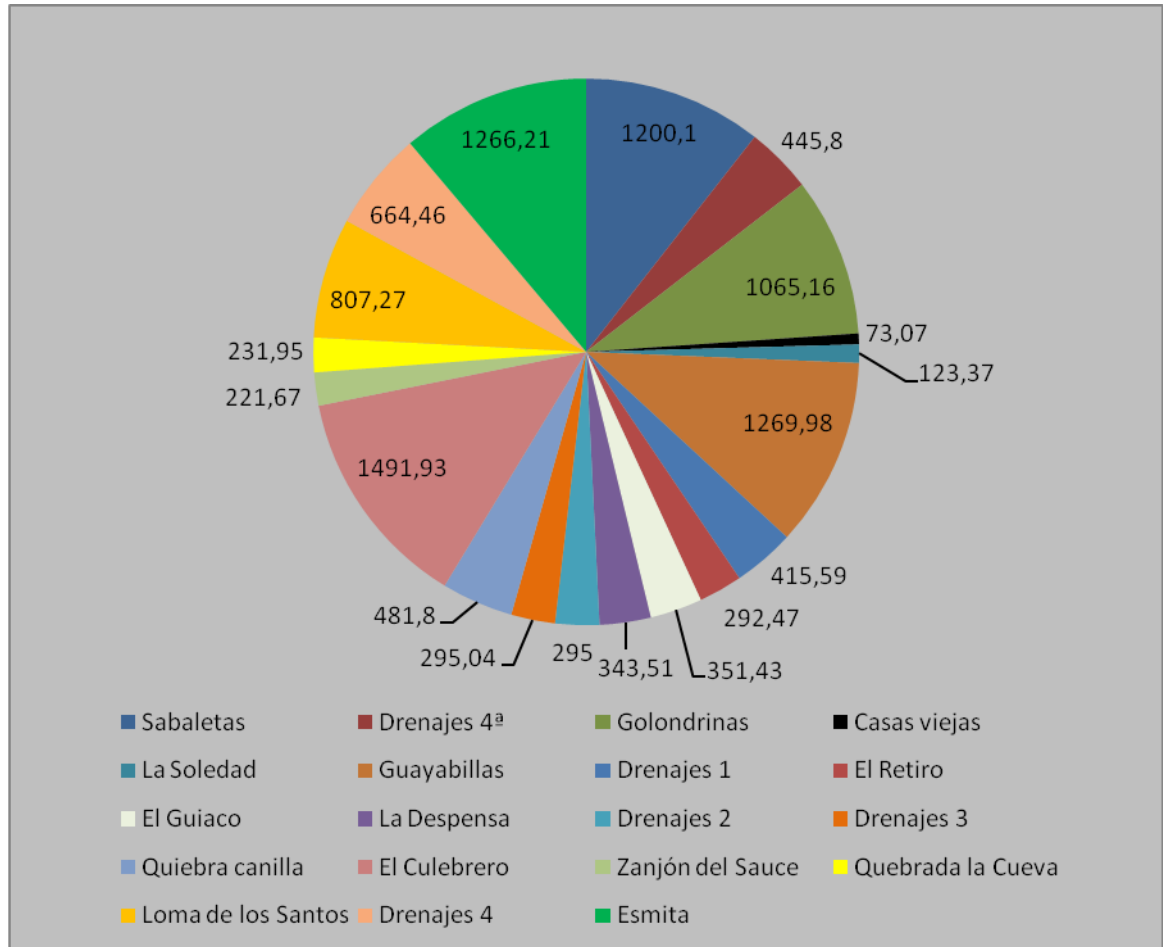
Fuente: E.O.T Municipio de Rosas, 2003-2007

HIDROLOGÍA

Las corrientes del municipio descienden de la cordillera central para desembocar al Patía a través de los ríos Quilcacé y Esmita en sentido este a oeste. En el anexo E, se relacionan las principales corrientes de acuerdo con la clasificación jerárquica del IDEAM- SIAC- C.R.C., en cuenca, subcuenca y microcuenca.

En la Figura 3, se muestran las principales Microcuencas que son afluentes de la subcuenca Quilcacé y por ende del río Patía se puede notar que los principales son: microcuenca El Culebrero, Guayabillas, Sabaletas y Esmita.

Figura 3. . Hidrología del municipio de Rosas en hectáreas



Fuente: Elaboración propia

1.2.2 Municipio La Sierra

CLIMA

Los climas que se presentan en el municipio son típicos de montaña y del trópico. Según el estudio de suelos, realizado en 1983, el municipio posee una zonificación climática por rango altitudinal y humedad (modelo Caldas-Lang), la cual corresponde a cuatro zonas climáticas definidas, a saber: clima cálido seco (0-1000 metros de altitud) clima medio húmedo (1000-2000m), clima medio seco (1000-2000m) y clima frío húmedo (2000-3200 m) (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1983).

Clasificación climática

La clasificación climática por medio del modelo de Thornthwite, da como resultado (en el anexo F se muestran los datos con los cuales se pudo obtener esta información):

- El modelo define un índice de humedad como base para su clasificación climática:

$$HI = \frac{100 * (E_x - D)}{ETP}$$

Donde:

Ex: exceso

D: déficit

ETP: evapotranspiración

De acuerdo al índice de humedad obtenido, en el municipio de La Sierra se tiene:

A: muy húmedo índice de humedad mayor a 100

- Otro índice definido en base a los periodos del año con exceso o déficit de agua, es el índice de aridez (DI) y el índice de humedad (HI):

$$DI = 100 * \frac{D}{ETP}$$

Para este caso el resultado fue:

r: sin déficit de agua o muy pequeños.

- Según el mismo autor estos índices son insuficientes para definir la realidad bioclimática. Por ello encontraron otro índice, denominado de eficiencia térmica, en base a la evapotranspiración potencial.

Eficiencia térmica: ETP – 9

Para este caso el resultado fue:

B'2: de acuerdo a la eficiencia térmica con base a la evapotranspiración potencial, sería segundo mesotérmico.

- Finalmente el último índice: concentración de la eficiencia térmica en los meses de verano, expresa la variación de la eficiencia térmica de acuerdo a la altitud: se sabe que el ciclo de la vegetación se limita a los tres meses de verano en las altas latitudes, mientras en el Ecuador es uniforme durante todo el año.

ETP meses de verano
ETP anual

Para este caso el resultado fue de:

a': concentración de la eficiencia térmica en verano, menos de 48%

Luego los tipos de clima en el municipio de La Sierra, según la clasificación de Thornthwite serán:

Clima muy húmedo: con un índice de humedad de 201.91; Es un clima típico de montaña, en el cual soplan vientos húmedos y la vegetación es permanente todo el año y recibe suficientes lluvias para soportar la corta temporada de sequía.

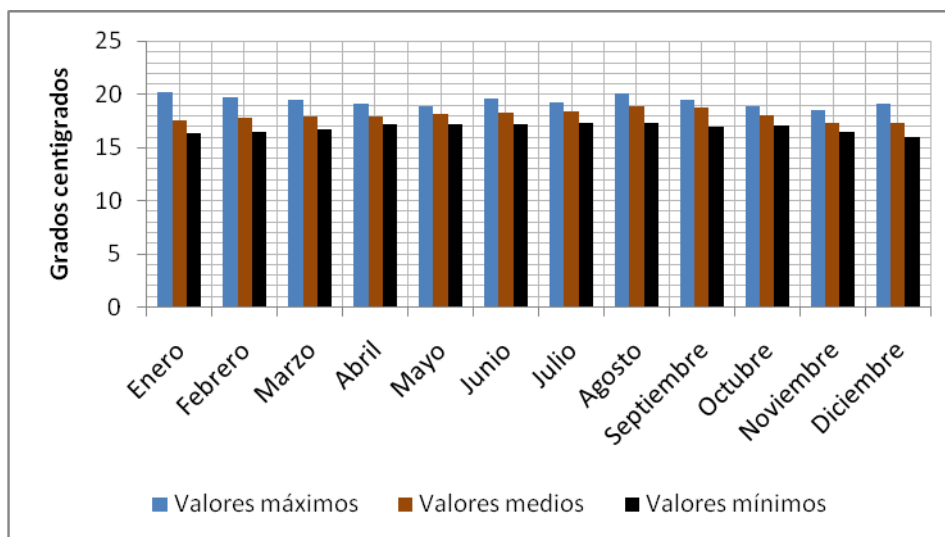
Clima muy húmedo sin déficit o muy pequeños: con un índice de aridez de 1.34 lo cual indica que en su mayoría no se presenta escasez, superávit en invierno y megatermal, donde las plantas tropicales requieren altas temperaturas y abundante humedad.

Clima segundo mesotérmico: con una temperatura intermedia, en el modelo de Koppen corresponde a un clima tropical lluvioso de sabana

TEMPERATURA

La temperatura media en La Sierra, que a nivel anual es de 18 °C no presenta grandes variaciones durante el transcurso del año. Presenta temperaturas mínimas de 16 °C y máximas de 20 °C; como se puede observar en la Figura 4:

Figura 4. Registro anual de temperatura en el municipio de La Sierra



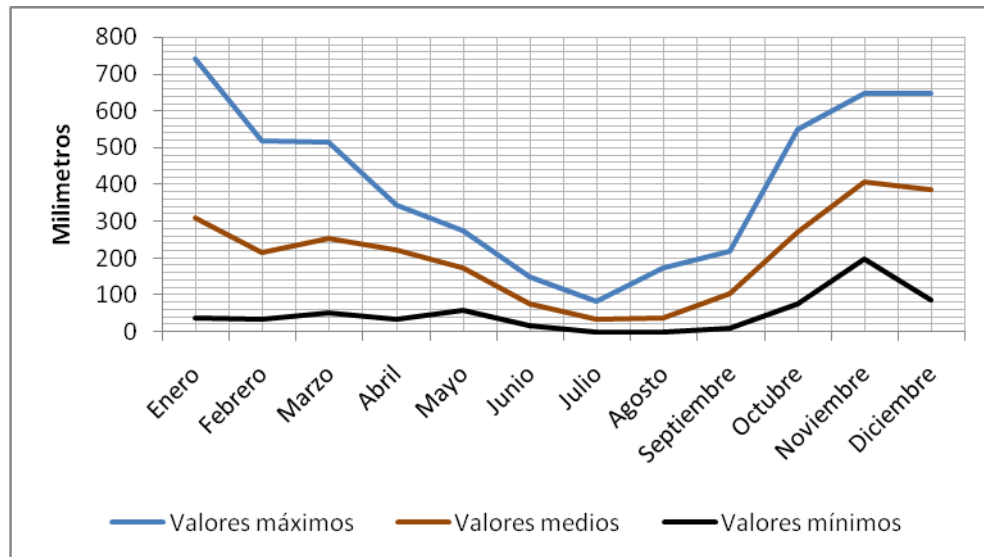
Fuente: Elaboración propia

Los datos de temperatura se tomaron de la estación La Sierra, suministrados por el IDEAM y corresponden al periodo 1990-2009.

PRECIPITACIÓN

El valor medio anual es de 2484.40 mm. Presenta un comportamiento que responde a una distribución tipo monomodal, con un largo periodo de lluvias alternado por una temporada menos lluviosa de precipitación durante los meses de mayo a agosto. En la Figura 5, se muestra el comportamiento anual de la precipitación, los datos son de la estación La sierra, correspondientes al periodo 1990-2009:

Figura 5. Registro anual de precipitación en el municipio de La Sierra



Fuente: Elaboración propia

En el anexo B, Tabla 20, se muestran los datos necesarios para el análisis de la precipitación.

GEOLOGÍA

Los contactos entre algunas unidades litológicas están enmarcados por superficies de discordancia evidente y reconocible regionalmente. La presencia del sistema de fallas del Romeral, hace que sea una zona de alta inestabilidad geológica. Las unidades geológicas corresponden en su mayoría a sedimentos del terciario y a esquistos del paleozoico. También se encuentran basaltos fragmentados, correspondientes al Complejo del Ciruelal. Los procesos geológicos que ocurren en esta zona, han generado materiales en distinto grado de fragmentación, lo anterior facilita en gran medida los deslizamientos en masa de dichos materiales, al no tener un sustento sólido.

En un registro del municipio, se puede observar que corresponde a rocas básicas a ultrabásicas del Mesozoico, específicamente del Cretáceo; las rocas corresponden a ofiolitas, específicamente a: serpentinitas, gabros, basaltos y diabasas. Del Terciario (Oligoceno y Mioceno), se presentan rocas sedimentarias, correspondientes a sedimentos de la cuenca del Patía, estos son: areniscas, arcillositas, limonitas y carbón. También se presentan Pórfidos (dacíticos, andesíticos y cuarzo latitas), que datan del Mioceno y Plioceno en el Terciario Superior. Del Terciario (Pliocenos) y Cuaternario (Pleistoceno), se presentan rocas piroclásticas (volcánicas), como las siguientes: cinneritas, tobas y aglomerados (Registro geológico de la Sierra (Nupanque y Cárdenas, 1977)).

En el municipio, se encuentran las siguientes unidades geológicas:

Rocas estratificadas:

- **Qal:** Rocas estratificadas del Cuaternario. Corresponde a depósitos aluviales.
- **Qc:** Rocas estratificadas del Cuaternario. Cenizas “ash fall”, recubren ignimbritas meteorizadas o flujo de cenizas.

Formación Galeón:

- **TQpg:** Conglomerados, areniscas, limonitas, intercalaciones de rocas volcánicas (ignimbritas y lahares). Terciario.
- **TQpgnd:** Rocas no diferenciadas, epiclastitas y flujos.
- **TQpi:** Ignimbritas o flujos piroclásticos y lahares.

Formación Esmita:

- **TMe:** Formación Esmita. Limonitas fosilíferas, areniscas feldespáticas y grauváquicas; conglomerados con cantos de cuarzo, chert, basaltos y rocas ígneas intermedias; “shales” carbonáceos. Terciario.

Formación Mosquera:

- **TEMm:** Formación Mosquera, del Terciario Paleoceno. Conglomerados y areniscas cuarzosas; capas fosilíferas, limonitas, “shales” carbonáceos y mantos de carbón.

Formación Peña Morada:

- **KSpm:** Formación Peña Morada. Consiste en rocas calizas bituminosas, limonitas ferruginosas y conglomerados polimícticos. Data del Cretáceo superior.

Complejo Barroso – Amaime:

- **KIBa:** Corresponden al complejo Barroso – Amaime y está conformado por: limonitas, chert gris y rojizo, grauvacas, basaltos almohadillados, tobas básicas y diabasas. Datán del Cretáceo. Esta unidad se localiza en la zona central del municipio colindando con la falla

Cauca – Almaguer, también se encuentra al sur occidente limitada por la falla Guachicono y comprende un área de 728.46 has.

Rocas ígneas:

- **TMa:** Rocas ígneas. Pórfidos andesíticos. Terciario.
- **TMc:** Rocas ígneas. Complejo ígneo metamórfico del Ciruelal. Terciario.
- **TMda:** Rocas ígneas. Pórfidos dacíticos. Terciario.
- **KIUb:** Complejo de rocas máficas y ultramáficas del Cretáceo. Las rocas presentes en esta unidad son: serpentinitas, gabros, basaltos almohadillados, tobas, brechas y lavas picríticas.

Rocas foliadas:

Granitoide cataclizado de bellones:

- **MZgb:** Granitoide cataclizado de Bellones. Consistente en rocas foliadas, tales como: neises y esquistos miloníticos. Data del paleozoico superior.

Complejo Arquía:

- **PZImS:** Complejo Arquía. Esquistos cuarzomícáceos, carbonáceos y cuarcitas. En menor proporción esquistos de color verdoso. Data del Paleozoico.
- **PZImv:** Complejo Arquía. Esquistos verdes metabasitas y metasedimentarias. Data del Paleozoico.

GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS

En el municipio se presentan tres tipos básicos de geoformas, correspondientes a: Colinas, superficies aluviales y montañas, y presentan un relieve bastante quebrado. La amenaza por deslizamiento se encuentra altamente ligada a las pendientes que presentan estas geoformas. (Alcaldía municipal de La Sierra 2007-2011).

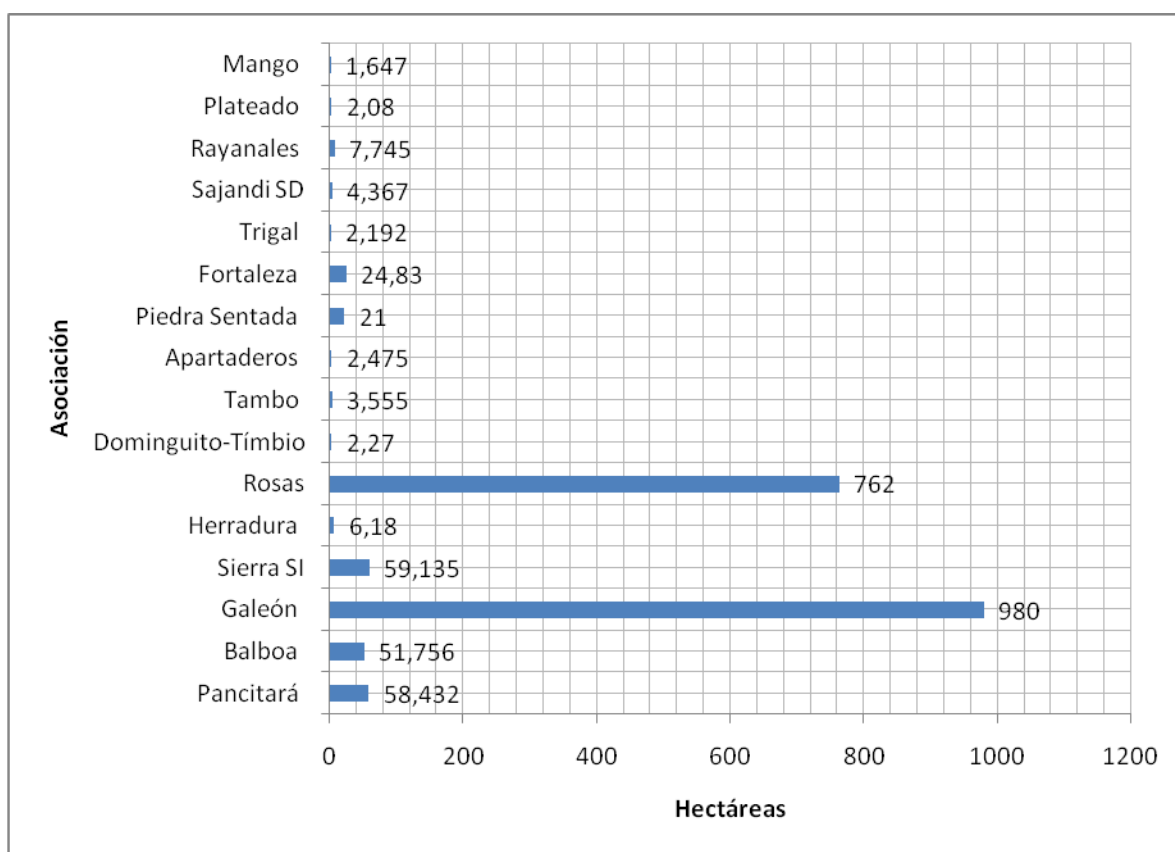
Los suelos del municipio de La Sierra se agrupan en 16 asociaciones, las cuales se muestran en la Figura 6, donde se observa que en total se tiene un área de 1989.664 Has, se puede notar que la asociación Galeón es predominante con un área de 980 Has, es decir un 49.25% del área total; seguida de la asociación Rosas con 762 Has, un 38.3 % del total.

La asociación Galeón presenta relieve quebrado, vertientes largas y convexas, afloramientos rocosos localizados; presenta deslizamientos, escurrimiento difuso y concentrado intenso con cárcavas localizadas y sus suelos son fuertemente ácidos profundos bien drenados, de textura franco arcillosa y franco arcillo arenoso.

La asociación Rosas presenta relieve fuertemente quebrado, de pendientes variables y laderas irregulares, con una erosión hídrica laminar ligera; abundantes fragmentos de rocas y un suelo moderadamente ácido profundo limitado por cascajos y piedras, bien drenados, de textura franca y franco arenosa gravilosa.

Las asociaciones Galeón y Rosas, pertenecen a la geofoma de montaña-ladera, lo cual deja notar que en el municipio se tiene un relieve de pendiente y quebradizo casi en su totalidad.

Figura 6. Distribución de los suelos dependiendo del tipo de asociación y la cantidad de hectáreas, en el municipio de La Sierra



Fuente: Elaboración propia, datos 2007

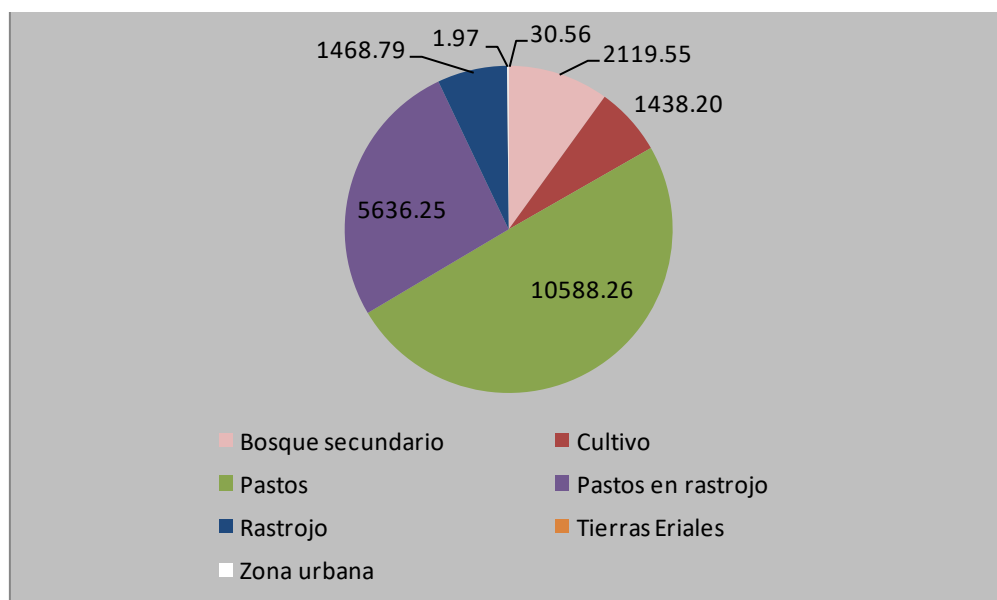
En el anexo C, Tabla 22, se muestran las diferentes asociaciones con sus correspondientes características.

COBERTURA Y USOS DEL SUELO

En la Figura 7, se observa la distribución de cobertura y usos del suelo, tomadas del estudio original (González y Cortés, (Alcaldía municipal de La Sierra 2007-2011)).

Se tiene un total de 21283,58 Has, se observa que el área ocupada por pastos, independientemente de si son pastos o pasto en rastrojo es de un 76.23%, es decir aproximadamente las tres cuartas partes del área estudiada corresponden a algún tipo de pasto, mientras las actividades agrícolas se limitan al 6.76% del área, el uso bosque se limita al 9.96%, y se localiza en su mayoría en las zonas más altas del municipio y algunos fragmentos en las riveras más escarpadas.

Figura 7. Cobertura vegetal y tipos de uso del suelo distribuidos en hectáreas, municipio de La Sierra



Fuente: Elaboración propia, datos 2008

Aptitud de uso:

El relieve, tipo de suelo, geología, y las características climáticas predominantes en el municipio, generan una clasificación de unidades agrologicas o de capacidad de uso del suelo. La clasificación agroológica del municipio, se realizó por el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1983) dentro del estudio general de suelos adelantado por la entidad en la zona, siguiendo el estándar generado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el cual está consagrado en el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos

La clasificación agrologica o por capacidad de uso, está integrada por ocho clases (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1995) (I a VIII), aumentando las limitaciones de uso a medida que aumenta el número de clase. Los suelos que corresponden a una misma clase, poseen características similares para su uso y manejo, así también como en las limitaciones que poseen para el desarrollo de una actividad particular.

Esta clasificación también incluye otros factores y aspectos inherentes a las propiedades de los suelos y el estado actual del mismo, dentro de estos factores que limitan o posibilitan un uso en particular, encontramos el clima, entendiendo el mismo como la unión de ciertos factores que cambia el aspecto de un paisaje en particular (lluvias, vientos, temperatura, etc.), la topografía es un factor limitante pues a mayor pendiente mayor la limitación de uso del suelo, capacidad de producción y el requerimiento de prácticas de manejo para la utilización del suelo con el fin de minimizar el impacto que produce el desarrollo de cierta actividad humana sobre el suelo.

Las clases I a III, presentan pocas a nulas limitaciones de uso, son aptas para el manejo agrícola extensivo e intensivo, se encuentran en zonas llanas; la clase IV presenta riesgos en las cosechas por bajos rendimientos y es mayor el costo de operación. La clase V abarca los suelos con limitaciones caracterizadas por anegamiento de los mismos, pero estos se pueden utilizar con altos costos de manejo. Las clases VI y VII, poseen aptitud para cultivos de subsistencia, plantas nativas. Estos suelos requieren prácticas intensivas de conservación. Por último la clase VIII, no es adecuada para ningún fin agropecuario y su uso se debe limitar a la conservación de los ecosistemas naturales. Se permite el uso recreativo con fines ecoturísticos.

FLORA

En la Tabla 8, se muestra el tipo de flora que se presenta en el municipio de la Sierra. En ella se observa que el mayor porcentaje de área lo tiene el pasto con rastrojo y/o enmalezados con un 31.47%, seguido de pasto con rastrojo y/o enmalezado/Tierras eriales con un 20.13% y de pasto natural con un 16.35%. Esto deja notar que en la zona la actividad agropecuaria ha desplazado de forma notable el bosque natural.

Tabla 8. Cobertura vegetal en el municipio de La Sierra

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HAS)	%
Bp	Bosque plantado	33.24	0.24%
Bp/Ra	Bosque plantado/Rastrojo	30.3	0.22%
Bs	Bosque secundario	1803.86	12.96%
Bs/Pr	Bosque secundario/Pasto en rastrojo	27.21	0.20%
Cp	Caña Panelera	38.31	0.28%
Cp/Mz	Caña Panelera/Maíz	22.85	0.16%
Cp/Mz-Yc	Caña Panelera/Maíz-Yuca	18.83	0.14%
Cr/Mz	Centros recreacionales/Maíz	5.22	0.04%
Gu	Guadua	1.7	0.01%
Ht	Hortalizas	40.83	0.29%
Mz	Maíz	9.81	0.07%
Pl	Plátano	5.7	0.04%
Pl/Mz/Ht	Plátano/Maíz/Hortalizas	14.06	0.10%

Continuación de la Tabla 8

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HAS)	%
Pm	Pasto manejado	282.28	2.03%
Pn	Pasto natural	2276.23	16.35%
Pn/Pr	Pasto natural/Pasto con rastrojo y/o enmalezado	18.47	0.13%
Pn/Ra	Pasto natural/Rastrojo	115.49	0.83%
Pn/Te-Ra	Pasto Natural/Tierras eriales-Rastrojo	104.38	0.75%
Pr	Pasto con rastrojo y/o enmalezado	4381.46	31.47%
Pr/Ra	Pasto con rastrojo y/o enmalezado/Rastrojo	208.78	1.50%
Pr/Te	Pasto con rastrojo y/o enmalezado/Tierras eriales	2802.24	20.13%
Py/Te	Papaya/Tierras eriales	279.03	2.00%
Ra	Rastrojo	1188.89	8.54%
Ra/Pn/Pr	Rastrojo/Pasto natural/Pasto con rastrojo y/o enmalezado	20.11	0.14%
Ra/Te	Rastrojo/Tierras eriales	78.02	0.56%
Ra-Pr-Te	Rastrojo-Pasto con rastrojo y/o enmalezado-Tierras eriales	113.6	0.82%
Te	Tierras eriales	1.97	0.01%
Total general		13922.87	100.00%

Fuente: Secretaria Departamental de agricultura - año 2001

HIDROLOGÍA

El municipio de La Sierra presenta características particularmente favorables ya que posee una gran cantidad de recursos hídricos en forma de ríos, quebradas y zanjones, que finalmente tributan al río Patía. Las subcuencas de los ríos Esmita, Guachicono y San Pedro y las microcuencas correspondientes a las Quebradas Seca y Guavito, son las unidades más importantes de desarrollo socioeconómicas para la región. En el municipio hay otras quebradas de menor importancia entre las que se destacan: Pueblo Viejo, El Oso, El Maco, El Higuérón, Buenavista, El Anisal, El Guabal, El Yegüerizo; que se utiliza para la extracción de piedra, grava, arena y abastecimiento de los acueductos veredales.

La microcuenca Esmita Nace en la parte alta de la vereda La Palma en la finca Esmita de donde toma su nombre; su primer afluente es la quebrada Seca y desemboca en el río Quilcacé, fuera del área de jurisdicción del municipio de La Sierra, siendo el río de mayor recorrido; es el límite natural entre los municipio de Rosas y El Tambo. Sus principales afluentes son las Quebradas de El Retiro, Quebrada Azul, Sabaletas, Egido, Los Árboles, Santa Bárbara, San Lorenzo, El Salado, Fruncideros, Los Zanjones, La Mestiza; su mayor afluente es la Zanja Seca o Quebrada Seca.

La Subcuenca del río Guachicono es afluente del río Patía; nace en las faldas del volcán Sotará en el Páramo de Brabillas (Municipio de La Vega) y se separa de este volcán por diferentes serranías que mueren en la parte baja del Patía. Este río tiene una amplia área aferente, desde su

nacimiento en el páramo, lo que le permite mantener un caudal bueno y permanente en esta zona. El río en su tramo alto transita con fuertes pendientes a través de valles profundos. Su principal afluente es la Quebrada Osogüaico, límite entre La Sierra y Sotará; la importancia del río Guachicono radica en la fertilidad de sus riberas y la pesca.

El río San Pedro nace en la cordillera de Batanes concretamente en la Escuela San Pedro, su principal afluente es la quebrada Cerro Negro o Las Estrellas, la cual nace en el cerro de La Estrella y recibe las aguas de la mayoría de las fuentes que nacen en el casco urbano; entre sus afluentes principales se tiene, las quebradas de Chontillas, Cutanga, El Chocho, El Oso, Chupadero, Batanes, Yeguarizo, Quitacalzón, El Tablón, Juanambú, Minasurco y El Cucho, luego de un largo recorrido entrega sus aguas al río Guachicono; este río se caracteriza porque transporta elementos como grava, arena y piedra; muy utilizados para la construcción y adecuación de vías carretables.

Por la importancia que reviste esta subcuenca es recomendable que en el corto plazo, el río San Pedro sea tenido en cuenta como un Área de Manejo Especial, puesto que por el impacto del desastre geológico que se está presentando en el municipio de La Sierra, aumentó la amenaza, debido a la fragilidad y riesgo que constituye para el área urbana y sus pobladores; el potencial represamiento de su lecho; evento que puede suceder debido a las particularidades morfológicas, las elevadas pendientes, el grado de deterioro del paisaje y la acción nociva de las actividades productivas y urbanísticas desarrolladas de manera inadecuada.

La falta de sistemas de tratamiento y conducción de aguas servidas está afectando las fuentes de agua, debido a que estas son depositadas directamente a las quebradas ocasionando contaminación y pérdida del equilibrio ecológico (Alcaldía municipal de La Sierra 2004-2007).

1.3 ESTADO DE LA SUBCUENCA

El alcance de este diagnóstico comprende desde el nacimiento de la microcuenca Esmita ubicado en la parte alta de la vereda La Palma municipio de La Sierra, en la finca Esmita de donde toma su nombre, pasando por la bocatoma del acueducto municipal de Rosas, ubicada al N 02° 12' 27,3", W 76° 41' 51" y altura 2131 m.s.n.m. (Corporación Autónoma Regional del Cauca 2008); hasta comenzar la planta de potabilización de agua.

- **Microcuenca Esmita:**

Esmita es una microcuenca de gran extensión e importancia, nace en la división de los municipios de Rosas y La Sierra a los 2600 m de altitud y desemboca en el municipio del Tambo a una altura aproximada de 1000 m para conformar con el río Timbío y Quilcacé el nacimiento del río Patía. Esmita riega los municipios de Rosas, la Sierra y El Tambo. Esta microcuenca tiene dirección este

oeste y es angosta y alargada manteniendo esta forma en la parte alta y media, ampliándose en su desembocadura en el río Quilcacé (Emrosas 2009).

En la zona del nacimiento de la microcuenca Esmita, principal afluente del río Quilcacé; se ha realizado un proyecto de reforestación liderado por la CRC y la alcaldía municipal de La Sierra; se sembraron 6000 árboles en acuerdo con las personas dueñas de los predios; en total fueron 15 familias. Sin embargo, no se ha entregado de forma oportuna el alambre para realizar el aislamiento, el proyecto se implementó en el mes de enero de 2010 y hasta la fecha se ha perdido un buen porcentaje de las plantas ya que en la zona hay ganado (Figura 8 y Figura 9).

Figura 8. Muestra de árboles en la zona del nacimiento de la microcuenca Esmita



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Ganado en las proximidades de la subcuenca Esmita



Fuente: Elaboración propia

Otro factor importante en la zona del nacimiento es la formación de grandes cárcavas como se puede observar en Figura 10, las cuales requieren de atención inmediata.

Figura 10. Formación de cárcavas



Fuente: Elaboración propia

El caudal de los cuerpos de agua se ha visto seriamente afectado por la tala irracional de bosques que se ha dado especialmente en la parte alta sobre la zona donde se localiza la captación del acueducto municipal de Rosas, en las veredas El Ramal y Ufugú. En dicha zona se ha dado un proceso de colonización y de incorporación de áreas de bosques a actividades productivas, especialmente de ganado bovino, papa, maíz, hortalizas y amapola. A su vez, se ha ejercido gran presión para el aprovechamiento de madera para construcción y de utilización energética.

Así mismo los municipios de Rosas y La Sierra disponen de una importante red hídrica en la parte media y baja de la microcuenca Esmita y Subcuenca Quilcacé que se ha visto seriamente comprometida por la disminución de sus caudales sobre todo en épocas de verano donde muchas de ellas se secan y desabastecen del vital líquido a los pequeños sistemas de abastecimiento.

Se presenta gran deforestación de la subcuenca; inclusive en el área de la captación no se alcanza a tener más de 100 m de cobertura. La tala selectiva de especies maderables de algún valor económico o genético y de especies con alto valor energético genera un gran problema ecológico porque con su efecto contribuye a disminuir el equilibrio del bosque y por ende de la dinámica fluvial.

En la zona de influencia la principal actividad es la ganadería; con una explotación extensiva sin gran tecnología y con una invasión casi completa de la zona de la microcuenca.

Para el caso del municipio de Rosas, la microcuenca es de vital importancia porque esta abastece dos acueductos: uno veredal y otro municipal; en la zona donde se ubica la bocatoma y el sistema de aducción y conducción se tiene un tipo de suelo propenso a deslizamientos, escurrimiento difuso y concentrado de cárcavas locales, lo cual se ha hecho evidente porque las recomendaciones de uso no se han tenido en cuenta. Como consecuencia, los suelos de esta zona tienen grandes cárcavas que conllevan a problemas de anclaje en las tuberías. Es necesario el aislamiento de áreas destinadas exclusivamente a la protección y establecer un programa de recuperación manejo y conservación de la fuente hídrica.

En la microcuenca Esmita el caudal medido en la fuente de abastecimiento del acueducto del municipio de Rosas es de 52.3 L/S, para el año 2009 (Emrosas 2009).

- **Subcuenca del Río Quilcacé:**

La subcuenca está localizada en el centro este del departamento del Cauca entre los Municipios de Rosas, Sotaró, El Tambo y Patía. Limita al norte con las cuencas del río Cauca; por el nordeste y por el sur con Guachicono; por el occidente con la subcuenca del río Micay.

Esta subcuenca presenta diferencias muy marcadas de altitud que varían desde la cota de los 1050 m. en la confluencia con el extremo Nor-occidental del municipio de Rosas, hasta los 2600 m. en la cuchilla el Ramal, municipio de La Sierra, en su límite oriental.

La subcuenca presenta una forma irregular, su valle se hace más amplio en el curso medio y termina, al unirse con el río Timbío en el sitio conocido como El Hoyo a 700 m de altitud. Este Río nace en el Volcán Sotaró a 4200 metros de altitud y tiene un recorrido con dirección este oeste.

En la parte alta de la subcuenca nacen otros ríos como el Guachicono, y río Caquetá. El río tiene un flujo permanente durante todo el año en los pisos bioclimáticos andinos pero disminuye su caudal en tiempo seco en los pisos subandinos y ecuatorial. La subcuenca del río Quilcacé tiene como microcuenca principal la del río Esmita.

Los desequilibrios existentes en la subcuenca y microcuenca de Quilcacé y Esmita obedecen a una irracional utilización de las tierras altas. Lo que ha originado inundaciones en las tierras bajas, incremento de la erosión, destrucción de vías que afectan directamente a su población asentada. En la Tabla 9, se presentan Características morfométricas de la subcuenca Quilcacé-Esmita (Alcaldía municipal de Rosas 2007-2011).

Tabla 9. Características morfométricas de la subcuenca Quilcacé-Esmita

PARÁMETRO	VALOR
Longitud de la cuenca (L)	76.85 Km
Pendiente promedio (S)	4.9 %
Coeficiente de escorrentía (C)	
Curso alto	0.8
Curso medio	0.65
Curso bajo	0.55
Área de la cuenca (A)	60.557 Has.
Densidad de drenaje (D)	0.13
Coeficiente de torrencialidad (C.T.)	0.008

Fuente: E.O.T Municipio Rosas, 2007-2011

Desde este punto hasta terminar el presente diagnóstico, se hablará de la microcuenca Esmita en lugar de la subcuenca Quilcacé Esmita; entendiendo que la primera es el principal afluente de la segunda, por lo tanto la protección y manejo que se le haga tendrá repercusiones directas en el río Quilcacé.

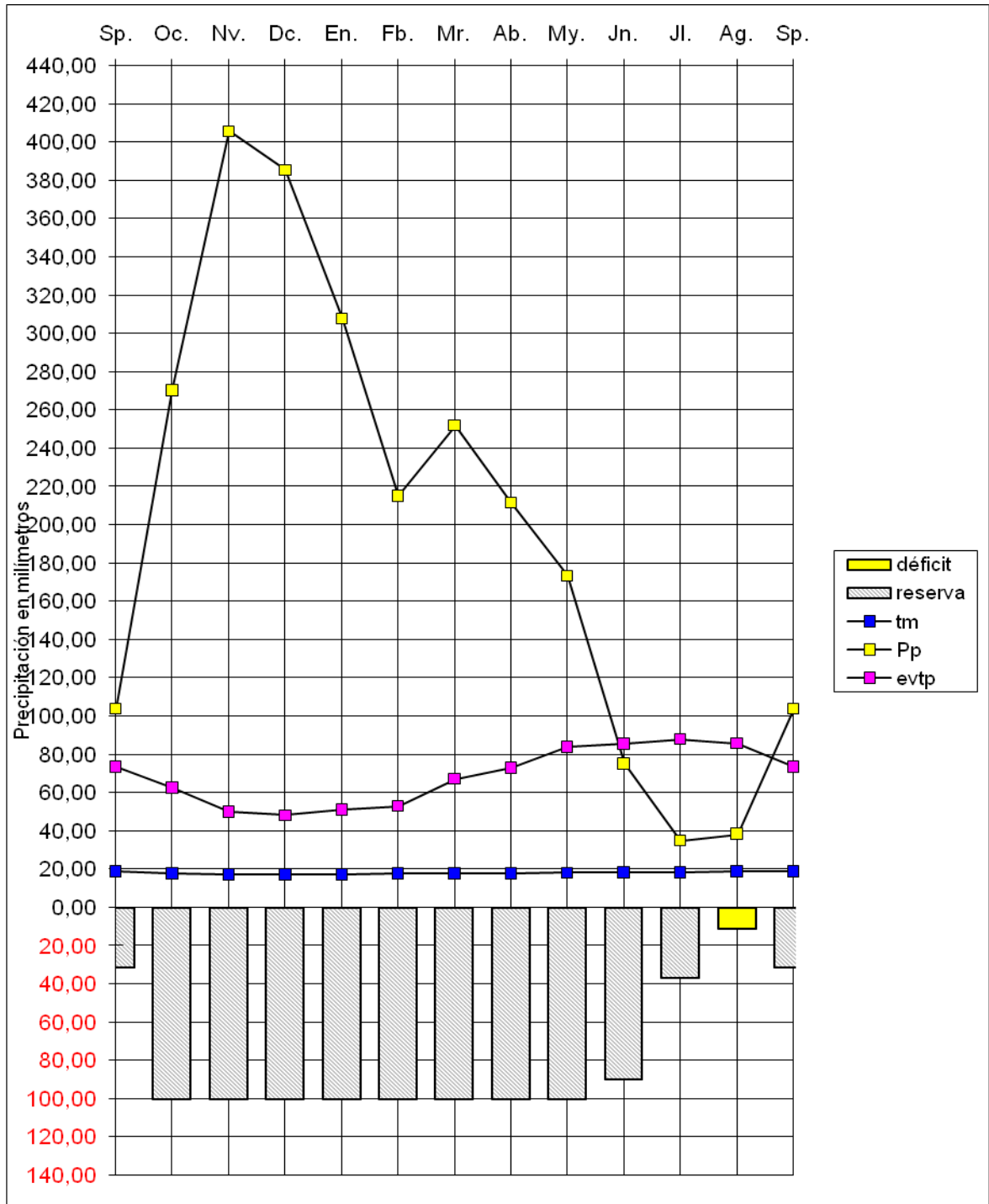
1.4 BALANCE HÍDRICO

Partiendo del conocimiento de las precipitaciones medias mensuales y de la evapotranspiración de referencia mensual estimada, se puede estudiar el balance del agua en el suelo a lo largo del año. Conocer el balance de humedad en el suelo es importante para evaluar la disponibilidad de agua para los cultivos, estudios hidrológicos, de conservación de suelos, de drenaje, de recuperación de suelos salinos, de repoblación forestal, o el establecimiento del régimen de humedad de los suelos o de criterios de diferenciación climática (González Muñoz, Hidrología 2008).

Para la estimación del balance de agua existen muchos modelos; para el caso se seguirá el método propuesto por Thornthwite y Mather, el cual indica como el agua se va perdiendo para poder generar la evapotranspiración de referencia hasta agotar la reserva. Se consideró que el suelo tuviera una capacidad de campo o almacenamiento máximo de agua de 100 mm.

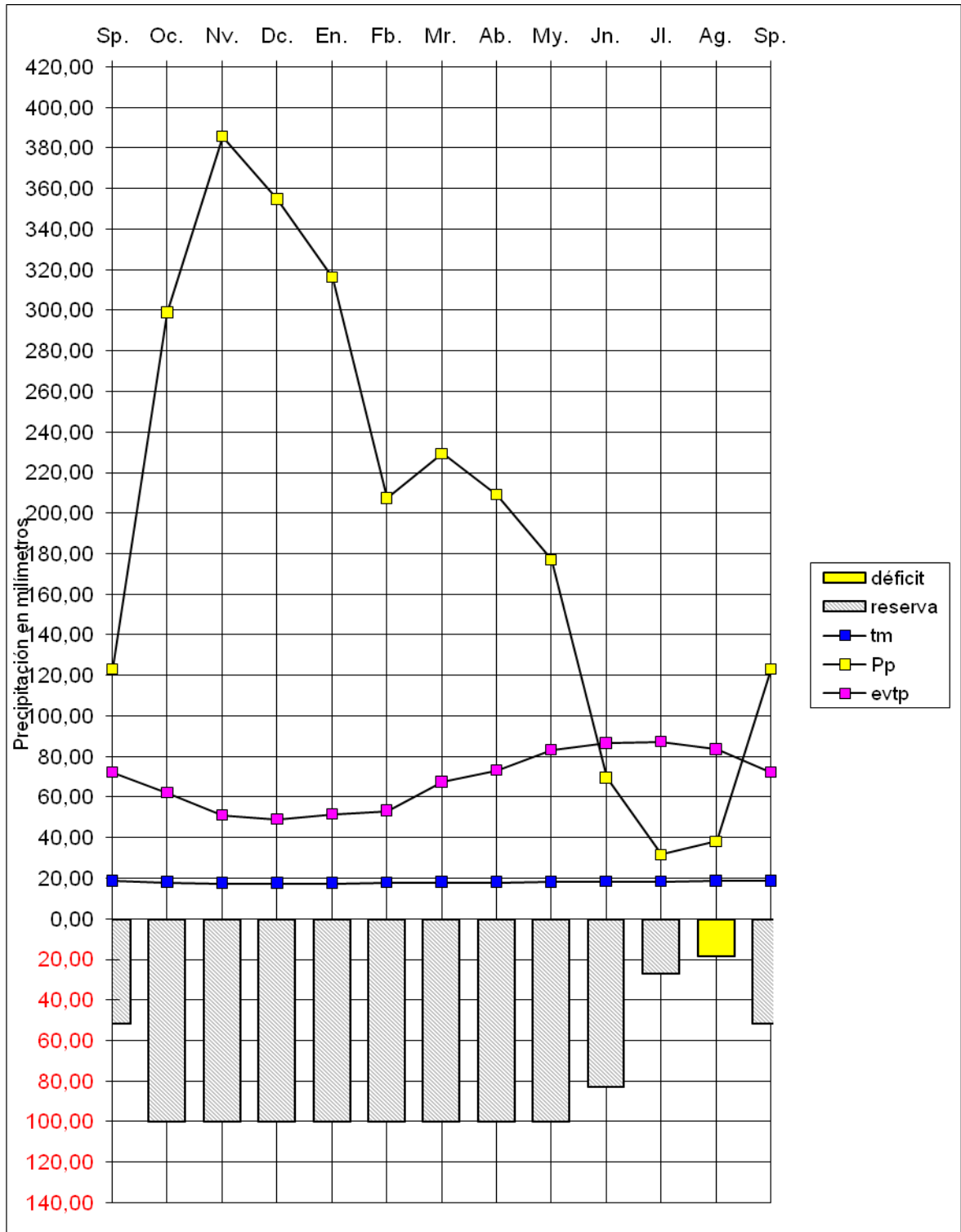
En la Figura 11; se muestran los resultados obtenidos; se puede observar que en la zona hay una buena oferta de agua la mayor parte del año; sin embargo, es en los meses de Junio hasta Agosto cuando la evapotranspiración está por encima de la precipitación haciendo que estos meses se consideren secos. Para el mes de agosto la reserva ideal es nula haciendo que el déficit en este mes sea el más alto del año y se puede observar que en la mayoría de los meses hay un exceso de agua, por lo cual el suelo puede mantener y retener cantidades de agua. La temperatura se presenta de forma casi constante con un valor de 20 °C.

Figura 11. Balance hídrico de la subcuenca Quilcacé –Esmita, periodo 1990-2009



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. . Balance hídrico de la subcuenca Quilcacé –Esmita, periodo 1982-2002



Fuente: Elaboración propia

La evapotranspiración potencial calculada, al ser función directa de la temperatura media presenta un comportamiento similar a esta; su variación a través del año es muy baja y en forma práctica se puede decir que permanece constante.

Los datos con los cuales se efectuaron los cálculos para obtener el balance hídrico fueron suministrados por el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales corresponden al periodo de años desde 1990 hasta 2009; los datos se muestran en el anexo F Tabla 29.

En el anexo F en la Tabla 28 se muestran los datos para el balance hídrico de la época 1982-2002. Como resultado al comparar la Figura 11 con la

Figura 12, se puede notar que los valores no han variado mucho pero la precipitación en la zona ha aumentado haciendo que el déficit de agua que se tenía en los años 1982-2002 en comparación con los años 1990-2009 disminuya; la variación ha sido de 34.6 mm y la temperatura ha aumentado en 0.04 °C; esto no parece ser considerable pero se debe tener presente que los datos solo se diferencian por siete años. Esto hace que se deban tomar medidas de protección en el suelo de la zona, ya que se conoce su susceptibilidad a deslizamientos y el factor climático es detonante para este suceso. Por otro lado es importante que se conserve y se le haga manejo a la subcuenca porque se puede presentar crecientes que lleguen a afectar a las comunidades de la zona.

1.5 ESTRUCTURAS ACUEDUCTO MUNICIPAL DE ROSAS

El Acueducto de la Cabecera Municipal de Rosas, fue construido sobre la vertiente de la microcuenca Esmita en la vereda de Ufugú, en el año 1995, pasando sus redes de conducción por veredas como son: Ufugú, Márquez, y el Altillo. Las servidumbres han estado establecidas, y se cuenta con sana posesión. Se consideran especiales y de protección estricta para calidad del recurso y estabilidad de las obras (Emrosas 2009) (Unión Temporal Colombia Junio 2008).

Cabe mencionar que el municipio de Rosas en años anteriores se ha hecho dueño de algunas tierras en la parte alta, y la zona de la bocatoma y el desarenador correspondientes al predio denominado Eucalipto con No. 000100100099000 ubicado en la vereda Ufugú Municipio de Rosas, matrícula inmobiliaria No. 120-155335, escritura pública No. 175 de diciembre de 2004, con una extensión superficial de 2 hectáreas con dos mil cuarenta y nueve metros (2.2049 has) (Emrosas 2009); es considerada de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico.

CAPTACIÓN

La captación en la subcuenca Esmita, se realiza a través de una bocatoma de fondo, ubicada sobre los 2.230 msnm en la vereda Ufugú, sobre un ancho medio de la quebrada de aproximadamente 5,00 m. El agua es captada a través de una rejilla como puede apreciarse en la Figura 13.

Figura 13. Rejilla, bocatoma microcuenca Esmita



Fuente: Elaboración propia

Cuenta con una estructura de concreto ciclópeo para el embalse del agua, y en concreto reforzado para los muros y la caja de recolección. En el embalse se observa material granular; según la geología de esta zona se puede notar que el sistema es vulnerable a deslizamientos de las laderas. La rejilla de captación tiene dimensiones de 0.90 x 0.25 m. con barras de 5/8" espaciadas cada 2.0 cm; además posee una malla que impide el paso de material flotante.

En la Figura 14, se puede observar una bocatoma anexa ubicada en la Quebrada Los Aguacates, la cual tiene un tamaño reducido y su funcionamiento se ve limitado por los derrumbes. Se estima que la rejilla presenta las siguientes características: 0.40 m de longitud y 0.12 m de ancho con barras de 1/2" espaciadas cada 1.5 cm. y la caja de recolección es de medidas 0.70 x 0.60 m. de área y 0.80 m. de profundidad.

Figura 14. Bocatoma anexa



Fuente: Elaboración propia

ADUCCIÓN

Se realiza por medio de una tubería de 6" en PVC con una longitud de 30 m. la línea se encuentra en buen estado pero no presenta válvulas de control ni ventosas.

DESARENADOR

Cuenta con un desarenador convencional de concreto reforzado, semienterrado que se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; ubicado sobre la cota 2.229 snm. y de dimensiones útiles 4.65 m. de longitud, 1.20 m. de ancho y 2.00 m. de profundidad. Los diámetros de la tubería de entrada y salida son de 6" en PVC. La estructura se reporta en regular estado de conservación.

Figura 15. Desarenador



Fuente: Elaboración propia

LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Se cuenta con 14000 m repartidos los primeros 200 m. en tubería de PVC de 6" y los demás en tubería de PVC de 4". Se manejan 42 viaductos de los cuales 12 están en mal estado (ver Figura 18). Se reportan 18 válvulas de purga y 15 ventosas, en regular estado de conservación y operación; en la Figura 16 Figura 17, se puede observar cual es el manejo que se le esta dando a ciertos problemas que se están presentando y la urgencia de manejo. Existen además 3 cámaras de quiebre de presión.

La microcuenca Esmita, surte a dos acueductos como se dijo anteriormente; ellos son el integrado o veredal y el municipal; la línea de conducción del acueducto veredal presenta en su mayor parte tubería galvanizada, el acueducto municipal cuenta con una tubería en PVC; siendo esta ultima la que requiere de mayor atención porque debido al material necesita de unas obras que ayuden a su protección.

Figura 16. Daños





Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Mecanismo para controlar la presión



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Sistema de conducción del acueducto EMROSAS



Fuente: Elaboración propia

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS

La prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en el municipio de Rosas es realizada por la Empresa de Servicios Públicos del municipio de Rosas EMROSAS S.A. E.S.P. En la Tabla 10, se presentan algunos datos de la empresa.

Tabla 10. Información general de la empresa prestadora del servicio

Nombre	Empresa de Servicios Públicos del municipio de Rosas EMROSAS S.A. E.S.P.		
Dirección	Palacio municipal		
Teléfono	3168751774- 8252541	Fax:	No. 8252541
Nit.	817007037 – 8		
Representante legal	Jesús Antonio Realpe		
Cargo	Gerente		

Fuente: Consultoría Unión Temporal Colombia

1.6 CALIDAD DEL AGUA

El agua de la microcuenca Esmita es captada para el acueducto municipal de Rosas EMROSAS, en la Tabla 11 y en la Tabla 12, se muestran análisis que son exigidos como requisitos para catalogar la calidad del agua en el resolución 2115 de 2007 y en el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico.

Tabla 11. Reporte de resultados – muestra de agua bocatoma acueducto de Rosas

Parámetro	Método	Unidad	Resultados		V. Permitido H ₂ O cruda	V. Permitido H ₂ O tratada
			2008	2009		
PH	Potenciómetro	Unidad		7.12	6.5-9.0	6.5-9.
Conductividad	Electrométrico	μS/cm		29.7	<=1500	050-1000
Color aparente	Platino-cobalto	UPC	2	2	<=25	<=15
Turbidez	Turbidimétrico	UNF	0.7	0.4	<=5	<=2
Nitratos	Acido Clorhídrico	mg/L N	0.12	0.10		10
Nitritos	Reacción Griess	mg/L	0.02	<0.02	1.0	0/0.1
Dureza	Titulométrico	mgCaCO ₃ /L	8.8	2.4	180	Hasta 300
DBO ₅	Incubación 5 días- electrométrico	mg/L	0.5	<0.5		
DQO	Oxidación Acido cromosulfúrico	mg/L	4	<4		
SST	Gravimétrico	mg/L	5	<5		
Coliformes totales	Sustrato definido	NMP Microorganismos /100 mL	2419.6	344.8		0
Coliformes fecales	Sustrato definido	NMP Microorganismos /100 mL	325.5	8.6		0

Fuente: Emrosas, 2009

Nombre del cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental – Territorial Macizo

Lugar de muestreo: Río Esmita, bocatoma acueducto municipal de Rosas

Fecha de recepción: Septiembre 1 de 2008

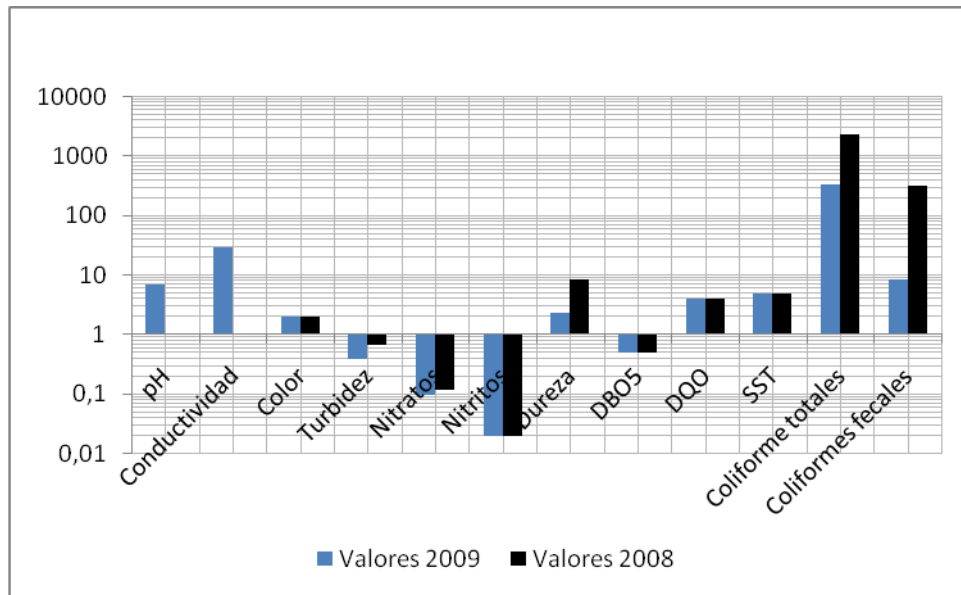
Septiembre 23 de 2009

Corporación Autónoma Regional del Cauca- Laboratorio Ambiental

En la Figura 19, se puede observar que de acuerdo con los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados en las muestras de agua, que de forma general la calidad del agua es buena puesto que en la mayoría de las determinaciones los valores son muy bajos. Se perciben diferencias entre los valores de turbidez y dureza, tal vez esto se deba a que los primeros análisis se realizaron en época de lluvia y los segundos en estiaje, por ende se tiene que existe una menor escorrentía que permita el arrastre de material parental con contenido de sales de calcio y magnesio que producen la dureza, del mismo modo, se habla de un caudal más bajo, cuyo factor de dilución será menor, incrementando la turbidez del agua.

En cuanto a los análisis de los parámetros microbiológicos se obtuvieron resultados que muestran valores elevados para el contenido de coliformes totales y fecales en la muestra de agua tomada en el 2008, pero en la muestra del 2009 se observa que los valores se reducen, indicando que se deben realizar labores que permitan que esta disminución se mantenga.

Figura 19. Calidad del agua en la bocatoma del acueducto municipal de Rosas



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 12, se presentan los principales parámetros y el rango de valores para la determinación de la calidad del agua de las fuentes destinadas para consumo humano, de acuerdo con el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS, aplicable para Colombia.

Tabla 12. Clasificación de las fuentes de abastecimiento según parámetros de calidad del agua

Parámetro	Unidad	Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
		Fuente aceptable	Fuente regular	Fuente deficiente	Fuente muy deficiente
DBO ₅	mg/L	1.5	1.5-2.5	2.5-4.0	>4
Coliformes totales	NMP /100 ml	0-50	50-500	500-5000	>5000
Oxígeno disuelto	mg/L	>=4	>=4	>=4	<4
pH	Unidad de pH	6.0-8.5	5.0-9.0	3.8-10.5	
Turbidez	UNF	<2.0	2.0-40.0	40.0-150.0	>150
Color	UPC	<10.0	10.0-20.0	20.0-40.0	>40.0

Continuación de la Tabla 12

Parámetro	Unidad	Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
		Fuente aceptable	Fuente regular	Fuente deficiente	Fuente muy deficiente
Cloruros	mg/L	<50.0	50.0-150.0	150.0-200.0	300
Fluoruros	mg/L	<1.2	<1.2	<1.2	<1.7
Grado de tratamiento					
Necesita un tratamiento convencional		No	No	Si, algunas veces	Si
Necesita unos tratamientos específicos		No	No	No	Si
Procesos de tratamiento usados		A	A + B	C + A	C + D

Fuente: Elaboración propia, basado en información del RAS, 2000

A: Desinfección y estabilización

B: Filtración lenta o filtración directa

C: pretratamiento, coagulación, sedimentación, filtración rápida o lenta en diversas etapas

D: tratamientos específicos

Con lo observado en la Tabla 12; se puede notar que la microcuenca Esmita, cumple con casi todos los parámetros para ser clasificada como una fuente aceptable dentro de los aspectos fisicoquímicos; sin embargo en relación con los parámetros microbiológicos el valor de coliformes totales para el año 2008 de 2419.6 NMP hace que la fuente sea deficiente; sin embargo en el año 2009 el valor disminuyó a 344.8 NMP clasificando la fuente como regular.

Con lo que se plantea en el presente proyecto como solución a las diferentes problemáticas que se están presentando; se mejora la calidad del agua, ya que se pretende que se corrijan las actividades inadecuadas, que se están realizando alrededor de la microcuenca.

En el anexo G, Tabla 30, se muestran los resultados de diferentes parámetros que son importantes para saber si la calidad del agua es apta para consumo; se puede decir que en los aspectos microbiológicos y fisicoquímicos se cumple con la resolución 2115 del año 2007 y el decreto 1575 de mayo de 2007. En la tabla se presentan los resultados obtenidos en cuatro puntos de muestreo empezando con el primero después del tanque de distribución denominado 6221 y terminando en el punto 6224.

1.7 USOS DEL AGUA

Una información muy parcializada la constituyen los datos del acueducto municipal para la microcuenca que abastece la cabecera municipal del municipio de Rosas y los datos obtenidos durante la elaboración del esquema de ordenamiento territorial para el municipio de La Sierra. Según la información obtenida en los talleres por la comunidad, a continuación se presentan las causas de la contaminación hídrica (Alcaldía municipal de Rosas 2007-2011) (Alcaldía municipal de La Sierra 2007-2011).

El lavado de ropa

El lavado de ropa es un problema generalizado causando alteración de las propiedades físicas y químicas del agua por los residuos de los jabones que son productos no biodegradables y afectan las actividades de consumo humano y agropecuario. Este problema se puede observar a largo de la microcuenca.

Residuos industriales

La rallandería de yuca es una actividad económica. Esta actividad incrementa la concentración de sólidos disueltos (iones) en el agua, que a largo plazo contribuyen a la desoxigenación mediante el proceso de eutrofización de algunas corrientes de agua, con el consecuente problema de las mismas. Este inconveniente se hace más notable a largo de la subcuenca Quilcacé; antes de su unión con la microcuenca Esmita.

Residuos agrícolas

El mal manejo de agroquímicos en fumigaciones y lavado de equipos, las cuales arrojan elementos tóxicos generan efectos negativos al hombre, suelo y poblaciones acuáticas.

El beneficio tradicional del café está contaminando el agua. La pulpa y el mucílago contaminan, cuando parte de su materia orgánica se disuelve o queda en suspensión en las aguas durante su beneficio. El material orgánico disuelto puede consumir rápidamente el oxígeno del agua que los contiene, en un proceso natural de oxidación. La pulpa y el mucilago contenidos en un kilogramo de café cereza puede retirarle el oxígeno a 7.4 metros cúbicos de agua pura, propiciando su rápida putrefacción. La contaminación causada por la pulpa es muy elevada, debido a su alto contenido orgánico y porque cuando se transporta hidráulicamente puede perder hasta la mitad del contenido de materia seca.

Contaminación minera

Determinado por la extracción de material de arrastre, actividad que remueve el lecho de ríos y quebradas; se genera turbiedad en las aguas por el incremento de sólidos suspendidos; pérdida de la fauna acuática y deterioro de los taludes adyacentes al río. En la microcuenca Esmita en la vereda Pan de azúcar y en la subcuenca Quilcacé en la vereda Loma grande el material de arrastre se ha constituido como la materia prima para la extracción de arena y grava para su posterior comercialización.

Bebedero para el ganado

Los bebederos para el ganado son un problema generalizado. Incide en la salubridad humana ya que los excrementos y el orín generan la aparición de microorganismos nocivos para la salud; además el pisoteo causa en el agua, contaminación por material particulado, alterando las propiedades físicas del agua. En la zona aledaña a la microcuenca Esmita y al río Quilcacé, se puede observar que la principal actividad económica es la ganadería; lo cual hace que los problemas debidos a esta causa se presenten durante toda la línea de conducción del acueducto municipal de Rosas.

Aguas servidas

No existen mecanismos para tratamiento de aguas residuales. Las corrientes son las receptoras de este tipo de residuos; descargas que son conducidas por los diferentes afluentes, desde las fincas y caseríos hasta la microcuenca Esmita y la subcuenca Quilcacé.

Beneficio del fique

Afecta principalmente la subcuenca del río Quilcacé. Los residuos de fique se generan en el municipio de Sotará, pero por su cercanía afectan a la subcuenca.

Contaminación por cultivos ilícitos

Se presenta en la microcuenca Esmita; con mayor riesgo en las partes altas del municipio de la Sierra.

Saneamiento básico

La disposición de excretas de los municipios está ocasionando graves problemas para la salud de sus habitantes ya que carecen de sistemas sanitarios adecuados, estableciendo focos de contaminación, proliferación de enfermedades y contaminación de aguas subterráneas.

1.8 PROBLEMÁTICA ENCONTRADA

La subcuenca Quilcacé Esmita, corresponde al nacimiento de la cuenca Patía, la cual debido a los sistemas tradicionales de explotación agrícola y ganadera, como son la práctica de las quemas y la deforestación permanente, ha llevado a la disminución y en gran parte a la desaparición de las fuentes hídricas; por lo cual se hace urgente grandes planes de plantaciones forestales productoras-protectoras y el cambio drástico de las prácticas agropecuarias tradicionales, por buenas prácticas. La ganadería es una de las actividades que requiere de especial atención, ya que está desplazando de una forma significativa el bosque protector.

La deforestación en la bocatoma está muy avanzada, se evidencia que a su alrededor no hay los 100 m. que exige la legislación nacional en la ley 79 de 1986 en el artículo 1; por esto es recomendable que el municipio adquiera estas tierras para facilitar su recuperación y protección (ley 99 de 1993, artículo 111).

Los principales riesgos o amenazas que se pueden presentar en la zona, debidos a las características físicas, sociales y culturales son:

- Amenazas por fenómenos climáticos: en este aspecto se tiene las lluvias que no constituyen una amenaza en si, pero es un factor detonante para la erosión y los procesos de remoción en masa.
- Degradación del suelo: los fenómenos mas relevantes son la erosión y la remoción en masa, ambos se ven favorecidos por la ubicación geográfica y geológica de la microcuenca, las condiciones climatológicas de alta humedad y alta actividad de intemperismo, a la localización en una región montañosa producto de una alta actividad tectónica de convergencia (evidenciado por la presencia de varias trazas de falla que afectan la estabilidad de la zona), a la alta sismicidad, y otros aspectos asociados como el mal uso de los suelos y a las actividades antrópicas negativas, que al interactuar favorecen la ocurrencia de fenómenos naturales de remoción en masa.
- Quemadas: esta actividad es realizada como resultado de una costumbre que tienen muchos de los pobladores de esta zona, con la cual lo que buscan es mejorar la calidad de los suelos. Otra causa son los incendios forestales, que se presentan a menor escala.
- Degradación ambiental: los aspectos más relevantes son la desaparición o disminución de caudales de agua, la tala de bosques y la desaparición de especies tanto de flora como de fauna.

- Oferta hídrica: en el balance hídrico, se puede notar que la oferta de agua en la zona es considerable presentándose la mayor escasez en el mes de agosto en el cual la reserva es nula. Al comparar un balance hídrico para la misma zona pero con un periodo diferente 1982-2002, el cual se diferencia del mas actual tan solo por siete años, se nota que los valores no han variado mucho sin embargo, la precipitación ha aumentado en 34.6 mm y la temperatura en 0.04 °C; esto no parece ser significativo pero debido al tipo de suelo y geología de la zona; el clima es el factor detonante para los procesos de erosión y deslizamientos en masa. Por lo anterior es necesario efectuar actividades que permitan el manejo y protección de la microcuenca, las cuales deben ser acordes con el cambio climático que se está presentando a nivel global.

Algunas de las estructuras del acueducto requieren de mantenimiento: desarenador, viaductos; se necesita instalar unas válvulas para el control de la presión porque se están usando unos mecanismos que no son los indicados (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! se encuentra el origen de la referencia.**). La tubería en algunos tramos necesita con urgencia un sistema de aislamiento, ya que debido a las condiciones del terreno (deslizamientos) se puede ver afectada seriamente.

Los usos del agua de la subcuenca Quilcacé-Esmita son para la ejecución de las actividades agropecuarias y para el consumo de los habitantes de la región. Se presentan inconvenientes debidos a la mala utilización de los agroquímicos, fungicidas y pesticidas en la producción agrícola, principalmente los usados con los cultivos de café, yuca, maíz y cultivos ilícitos. Los principales agroquímicos que se están usando son urea y abonos ricos en potasio, que tienen efectos adversos en el ambiente. Los fungicidas y pesticidas, por infiltración y escorrentía llegan a las aguas de la microcuenca.

2 ESTRATEGIAS

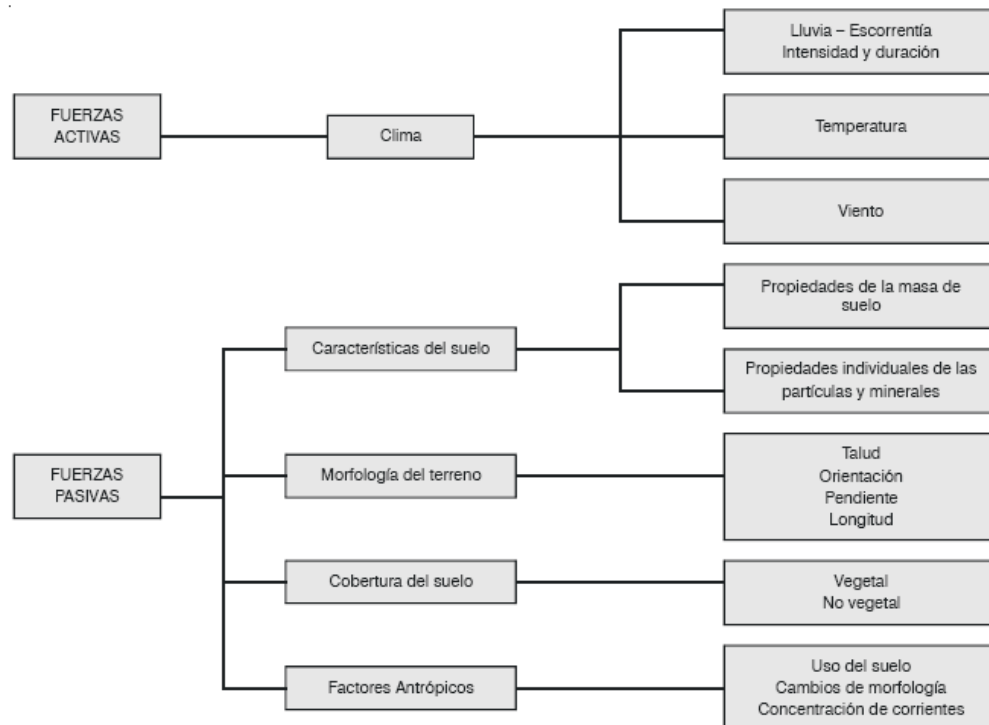
2.1 CONTROL DE LA EROSIÓN Y LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA

TIPOS DE EROSIÓN EN LA ZONA:

Debido a las condiciones climatológicas de alta humedad y alta actividad de intemperismo y a la ubicación geográfica y geológica de la zona; se presenta erosión por el viento, por gotas de lluvia, deslizamientos en masa y formación de cárcavas.

Erosión en masa:

Figura 20. Factores que afectan la susceptibilidad a la erosión de los taludes y laderas



Fuente: Díaz 2001. Control de erosión en zonas tropicales.

En la Figura 20 se puede observar las fuerzas activas y pasivas que hacen que se presente la erosión; la principal fuerza activa es el clima, las fuerzas pasivas que se muestran están relacionadas con las características y usos del suelo. En la zona del proyecto se hacen presentes

todas las anteriores y forman parte de las causas que provocan el fenómeno de erosión y deslizamiento en masa.

Erosión por el viento

En la región de estudio la erosión por el viento se origina como consecuencia de la tala y quema de bosques, además de los procesos agrícolas; todo esto hace que los suelos estén desprovistos de vegetación facilitando la acción destructiva del viento y permitiendo el avance de las zonas áridas cubriendo la fertilidad de la zona.

Erosión por gotas de lluvia

La erosión causada por la lluvia está determinada por la cantidad, intensidad y duración de la misma. En las zonas aledañas a la subcuenca Quilcacé-Esmita, la erosión debida al viento y a las gotas de lluvia actúan como factores detonantes para producir la erosión en masa. En la zona se presenta erosión laminar por gotas de lluvia y con formación de surcos, esto debido a la falta de vegetación y/o a la cobertura inadecuada. La erosión hídrica ha ocasionado en la zona aledaña a la microcuenca Esmita perdida del terreno, problemas en la bocatoma del acueducto ya que hay mucho material particulado que se desprende y represa el agua, lo cual trae entre muchas otras consecuencias la alteración de los ecosistemas acuáticos.

Erosión en surcos

La erosión laminar ha ocasionado en la región daños dejando una superficie irregular; de tal modo que el agua se concentra formando hendiduras o surcos que van aumentando de tamaño y profundidad. Además de esto se suma la topografía de la región que es bastante quebrada facilitando el arrastre de materiales y las actividades antrópicas que aceleran los procesos. En la Figura 21 se muestra la formación de surcos alrededor de la microcuenca Esmita.

Figura 21. Formación de surcos en la zona aledaña a la microcuenca Esmita



Fuente: Elaboración propia

Erosión en cárcavas

Cuando los surcos se profundizan y amplían se les denomina cárcavas; los cuales operan como canales de concentración y transporte de agua y sedimentos. Cuando un surco presenta una sección superior a 0.091 m^2 se le denomina cárcava. En la zona de estudio se han formado grandes cárcavas a lo largo del recorrido como se puede apreciar en la Figura 22 y Figura 23 ; A pesar de que siempre se recomienda utilizar practicas diferentes a las agrícolas para solucionar este tipo de inconvenientes, para este caso se plantea una solución con plantaciones protectoras; ya que la zona es de difícil acceso, se requiere de una solución a largo plazo que a su vez ayude a conservar el recurso hídrico, además el establecimiento de plantaciones protectoras en la cárcava genera menos gastos económicos.

Figura 22. Formación de cárcavas, acueducto municipal de Rosas



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Formación de cárcavas en el nacimiento de la microcuenca Esmita



Fuente: Elaboración propia

SISTEMAS DE CONTROL PARA LA EROSIÓN Y LOS PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA

Para el control de los procesos de remoción en masa, erosión en surcos y cárcavas; lo mas recomendado es trabajar con vegetación debido a sus ventajas: es multifuncional, relativamente económico, se auto repara, es visualmente atractivo y no requiere generalmente, de equipos

pesados o complejos para su instalación. Presenta algunas limitaciones como la susceptibilidad a las quemaduras y sequías, así como su lentitud de germinación y crecimiento; pero estos inconvenientes se pueden superar si se siguen todas las indicaciones necesarias.

ESPECIES A UTILIZAR PARA EL PROCESO DE CONTROL DE LA EROSIÓN Y PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA

El éxito de la vegetación como control de la erosión radica en gran medida en la variedad de las especies que se usen. Particularmente en suelos de baja fertilidad se deben utilizar mezclas de 6 a 10 especies incluyendo pastos, hierbas y leguminosas (Morgan y Rickson, 1995).

La selección de las especies apropiadas requiere de un balance cuidadoso de diversas consideraciones como se muestra en la Tabla 13:

Tabla 13. Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de especie vegetal

Tipo de vegetación	Ventajas	Desventajas
Pastos	Versátiles y baratos, amplio rango de tolerancias, fáciles de establecer y cobertura buena y densa de la superficie.	Raíces poco profundas, se requiere un mantenimiento regular en el tiempo.
Cañas y juncos	Se establecen muy bien en riberas de ríos, crecen rápidamente.	Difíciles de conseguir y se deben sembrar uno a uno con costos altos de mano de obra.
Hierbas	Raíces profundas.	Semillas difíciles de conseguir. Muchas veces son difíciles de establecer.
Leguminosas	Fáciles de establecer. Se mezclan muy bien con los pastos	No toleran sitios difíciles
Arbustos	Plantas robustas relativamente fáciles de establecer. Raíces profundas. Bajo mantenimiento	Costosos cuando no es posible establecerlos por estaca o semilla y algunas veces difíciles de establecer.
Arboles	Muy buena raíz profunda. Requieren poco mantenimiento.	Crece lentamente. Se requiere un tiempo largo para establecerlos. Generalmente son costosos.

Fuente: Diaz, 2001

Las especies que se plantean con el objetivo de disminuir los procesos de remoción en masa y erosión por viento, gotas de lluvia y conformación de cárcavas; se muestran en la Tabla 14; fueron escogidas por su presencia en la zona haciendo más fácil la plantación ya que están adaptadas a las condiciones climatológicas del lugar, por su capacidad para ayudar a solucionar la problemática que se tiene y además cumplen otra función muy importante ayudar a mejorar la degradación ambiental. La altitud de la zona oscila entre los 800 y 2800 msnm, siendo el inicio de la plantación propuesta hacia los 2230 msnm aproximadamente.

Tabla 14. Especies para el control de la erosión

	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Altitud (msnm)
Árbol	Fresno, guasimo	Guazumna ulmifolia	0-1500
	Nogal	Cordia olliadora	1600-2500
	Guayacán	Tabebuia chrysantha	1900-2300
Arbustos	Nacadero	Trichanthera gigantea	700-1700
	Guadua	Guadua angustifolia	0-2000
	Caña brava	Gynerium sagittatum	1300-2600
Pastos	Yaragua	Melinis minutiflora	0-2000
	Elefante	Pennisetum purpureum	0-2200
	Estrella	Cynodon dactylum	0-1500
En vía de extinción	Urapán	Fraxinus chinensis	1500-2800
	Encenillo	Weinmannia tomentosa	1600-2800
	Cedro	Cedro odorata	1600-2500

Fuente: Elaboración propia, basado en información de E.O.T Municipio Rosas Y E.O.T Municipio La Sierra

Se propone establecer un sistema con especies de pastos, arbustos y árboles. Los pastos son el tipo de vegetación más comúnmente utilizado para el control de la erosión superficial, se van a establecer con mayor rapidez que las especies más grandes, ayudando a que el suelo no esté desprotegido mientras el sistema se desarrolla completamente. Los arbustos y árboles alcanzarán mayor penetración en el suelo, ayudando a que se tenga un mayor anclaje, pero su desarrollo es más lento.

Especies de pastos:

- **Yaragua (Melinis minutiflora):** es muy útil como protector contra la erosión especialmente en climas templados. Las plantas crecen en forma semirecta con tallos basales que se extienden de la corona. Se desarrollan raíces en los nudos de los tallos, los cuales se extienden por el suelo. El pasto yaragua no resiste el pisoteo, es extremadamente susceptible a las quemas, debido a que sus características favorecen la combustión. La semilla tiene un poder germinativo bajo (cerca del siete por ciento). Aunque se adapta bien a suelos pobres, se comporta mejor en suelos fértiles. Generalmente se reproduce por semilla (treinta kilogramos por hectárea) preparando bien el terreno (Diaz 2001).
- **Elefante (pennisetum purpureum):** tolera bien las heladas, las sequías y las inundaciones. Su establecimiento en sitios secos es difícil y generalmente requiere humedad. Se le ha utilizado para el control de erosión en la zona cafetera de Colombia. Crece hasta los dos y tres metros de altura, se comporta como planta perenne pero requiere cortes continuos. Se propaga principalmente por trozos de tallos o cepas de surcos distanciados de cincuenta centímetros a un metro. Para una hectárea se requiere mil quinientos kilos de

material vegetativo. El pH del suelo debe estar entre cinco punto cinco y siete punto cero. Requiere buena cantidad de agua y no es viable plantarlo en sitios secos. Las raíces son muy resistentes a la tensión y tienen una profundidad de aproximadamente 50 centímetros. Cuando hay grandes corrientes, el pasto Elefante se inclina permitiendo el paso del agua y protegiendo a su vez contra la erosión.

- **Estrella (*Cynodon Dactilon*):** se reproduce por semilla que se consigue comercialmente o por medio de estolones. Tiene raíces poco profundas pero se extiende lateralmente ayudando a proteger contra la erosión, especialmente en zonas de baja pendiente; se utiliza para cubrir bermas de carreteras y para recubrimiento de zanjas o pequeños canales (Brown y Clark 1995). Además se le emplea para paisajismo debido a su apariencia vistosa.

Especies de arbustos:

- **Nacedero (*Trichanthera gigantea*):** crece en las selvas húmedas y bosques secos, desde los 600 msnm hasta los 1.700 metros de altitud. Tiene un desarrollo radical superficial; sirve para controlar la erosión y protección de los nacimientos de agua. El problema con esta especie es que es apetecida por el ganado bovino, por lo cual si se va a sembrar en lugares próximos a potreros se debe aislar. Alcanza 10 metros de altura y 30 centímetros de diámetro.
- **Guadua (*Guadua angustifolia*):** se desarrolla en altitudes de 0-2000 m.s.n.m., pero logra su mayor éxito de 900-1600 m.s.n.m. El sistema radicular está conformado por rizomas subhorizontales y cespitosas que crecen formando macollas (Giraldo y Sabogal, 1999) y de estos rizomas salen raíces y raicillas adventicias poco profundas, las cuales forman una red interconectada muy densa y resistente. Los rizomas pueden alcanzar profundidades entre 1 y 3 metros. La multiplicación vegetativa de la guadua se realiza por los rizomas. De los rizomas emergen nuevos tallos. También se reproducen sexualmente o por semilla. La germinación de la guadua ocurre a los 23 días de sembrada la semilla. También se puede propagar por segmentos de tallo o por chusquinos.

Para control de erosión la guadua tiene dos usos específicos que son: la protección de las riberas de corrientes, gracias a su densa red radicular y como material para la construcción de trinchos y estructuras para el establecimiento de vegetación.

- **Caña brava (*Gynerium sagittatum*):** altitud 1300-2600 m.s.n.m. se propaga por estacas, sirve para controlar la erosión y preservar los nacimientos de agua. Es una hierba gramínea erecta, cuyos tallos rectos y verticales crecen hasta 4 o 5 m de altura, con hojas de 2 m de largo dispuestas en abanico. Presenta una flexibilidad ecológica notable y se ha

adaptado tanto a zonas áridas como en áreas inundables, de manera que se registran múltiples variedades. Se desarrolla vigorosa en medio de vegetación densa, pero además hace siglos es sembrada y cosechada en América tropical.

Especies de árboles:

Se puede trabajar con: fresno, guayacán, encenillo, urapán, cedro, y nogal; algunas de estas están en vía de extinción, de esta manera se recupera el ecosistema, se controla los procesos de erosión y remoción en masa y se protege el recurso hídrico.

- **Fresno (*Guazuma ulmifolia*):** Un árbol con una gran variedad de usos, que produce leña de alta calidad, carbón y forraje, así como madera para carpintería general y construcción rural. Es un árbol importante en sistemas silvopastoriles ya que el forraje y los frutos son altamente nutritivos y apetecidos por el ganado. Es un componente común del bosque secundario, pero también regenera bien en bosquetes, claros, a lo largo de corrientes de agua, en pastos y laderas de colinas bajas. Es una especie pionera que coloniza rápidamente áreas abiertas. En bosque secundario, los árboles maduros se encuentran en densidades bajas, pero distribuidos regularmente en el bosque.

La propagación se hace con la semilla, se siembra en arena esterilizada y germina a los 6-8 días, terminando a los 12 días. Si se siembra en bolsas, se ponen 2-4 semillas por bolsa. De otro modo, se pueden mantener en camas de germinación y plantarse a raíz desnuda o como pseudoestacas. Las plantas en bolsas necesitan 14-16 semanas en el vivero, y deben alcanzar 30-40 cm para ser llevadas al campo.

- **Guayacán (*Tabebuia chrysantha*):** Es un árbol de 3 hasta 10 m de alto, copa frondosa y redondeada a veces comprimida pero siempre verde, tronco corto y recto de corteza jaspeada. Las flores son de color amarillo, corola con 5 pétalos en forma de estrella con 10 estambres muy visibles cuando está abierta. El fruto es una cápsula achatada de color amarillo que al abrirse libera 1 o 2 semillas de color castaño cubierta de un tejido carnoso de color rojo; los frutos permanecen abiertos durante largo tiempo. La floración y fructificación tienen lugar durante casi todo el año. Se propaga por semilla, su crecimiento es lento pero de larga vida, la germinación inicia de 5 a 15 días después. Se desarrolla bien en los suelos pobres y se caracteriza por su resistencia a la sequía; su sistema radical es profundo.
- **Encenillo (*Weinmannia tomentosa*):** Habita entre los 1.600 y los 2.800 m.s.n.m. Los encenillos conforman uno de los grupos de árboles más importantes en los bosques andinos de Colombia. Los bosques dominados por encenillos constituyen uno de los mayores albergues de biodiversidad de la región. La dispersión de las semillas se hace

gracias al viento, para lograr esta dispersión en forma efectiva, las semillas son diminutas (de alrededor de 1 mm de largo), tienen una cubierta de suaves pelos que les ayudan a desplazarse por el aire, y son producidas en cápsulas pequeñas que se abren por sí solas al madurar. La madera es empleada como leña y de ella también se obtiene carbón, se hacen postes para cercas, es empleada en construcción. Crece hasta diez metros, su tronco posee una corteza rugosa y la copa es redonda e irregular. Se encuentra amenazado y sirve para proteger las riberas de ríos y quebradas.

- **Urapán (*Fraxinus chinensis*):** Los ejemplares maduros de urapán son árboles de porte bastante impresionante. Llegan a alcanzar 25 metros de altura y alrededor de 1 m de diámetro del tronco, con lo que superan la estatura de la mayoría de árboles nativos de clima frío, a excepción de algunos de los más grandes, como el roble y el cedro. Los urapanes son árboles de rápido crecimiento y son notables por ser muy prolíficos. Sus semillas caen y germinan por todas partes y por esto es fácil encontrar plántulas creciendo sin cuidado en macetas, alcantarillas y lotes abandonados.
- **Nogal (*Cordia Alliodora*):** alcanza una altura de hasta 30 m. y un diámetro de 0.90 m. tronco recto, copa redondeada con ramas ascendentes, verticiladas en la parte superior especialmente en ejemplares jóvenes. Posee nudos hinchados en las ramas los cuales son habitados por hormigas. Las hojas son simples, alternas y vellosas. Las flores son blancas y pequeñas. El fruto es pequeño con el cáliz y la corola, persistentes. Por lo general se usan plantas producidas en viveros, en bolsas (aprox. 3-4 meses, 30-50 cm de alto) o como pseudoestacas (aprox. 6-8 meses, 1- 2.5 cm de diámetro cortado para dejar 5 cm de tallo y 20-25 cm raíz principal).
- **Cedro (*Cedrela Odorata*):** Crece entre 1.600 y 2.500 msnm. Es una especie generalista en cuanto al clima. Se reproduce a través de sus frutos, el desarrollo de las plántulas depende de la cantidad de humedad y de luz solar. Las plántulas y los brinzales tienen unos sistemas radicales muy superficiales y son susceptibles a ser desarraigados o sufrir de un daño mecánico a las raíces. Las plántulas promedian 1 m en su crecimiento y desarrollan un diámetro de 10 mm o más durante el primer año bajo condiciones favorables. Es una especie muy amenazada, alcanza 30 metros de altura. El crecimiento inicial es vigoroso bajo sombra parcial, cuando el ataque por *Hypsipyla grandella*, que taladra los vástagos, no es severo. La regeneración natural del cedro a partir de semillas es buena en muchas partes de la América Central y del Sur, pero el buen crecimiento inicial es a menudo seguido de la muerte de terminales después de 2 ó 3 años. Este problema puede estar parcialmente relacionado a *Hypsipyla* y podría también reflejar la escasez de suelos apropiados.

Para obtener el material para la siembra, se puede trabajar en conjunto con la comunidad estudiantil de la región a través de una campaña, de esta manera se crea conciencia, se conoce más sobre las especies nativas y se fortalecen los lazos de los jóvenes con las personas mayores; ya que los necesitaran para cumplir la tarea. El objetivo sería crear un banco de semillas y obtener las estacas para la propagación vegetativa.

Se debe crear un semillero para arbustos y árboles; la siembra de los pastos se hace directamente en campo. Es necesario tener presente que el proceso es lento, los pastos y los arbustos necesitan cuidados mínimo hasta los primeros 6 meses y los árboles por más tiempo. No significa que después de establecido el sistema no requiera de un seguimiento.

La siembra se hace a lo largo de la ronda del río; en primera instancia los pastos se deben sembrar en los surcos y cárcavas, los arbusto y arboles se siembran intercalados, se debe hacer un aislamiento para evitar que el ganado se coma y pise las plantas.

Para el control de la erosión y los procesos de remoción en masa, también es recomendable trabajar con cercas vivas; para este caso se puede hacer uso de ellas, logrando una concertación con la comunidad de la zona.

Las cárcavas más pronunciadas se presentan en zonas aledañas al nacimiento de la microcuenca Esmita y en algunos tramos del sistema de conducción del acueducto municipal de Rosas; se recomienda la vegetación como forma de protección utilizando barreras muy densas de especies con sistema de raíces muy denso y profundo y baja altura de follaje.

2.2 QUEMAS

En las Figura 24 y Figura 25, se muestra algunas de las quemas que se presentan en la zona.

Figura 24. Quemas alrededor de la bocatoma del acueducto de Rosas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Quemas alrededor de la microcuenca Esmita.



Fuente: Elaboración propia

La estrategia para esta amenaza consiste en hacer campañas de información para la comunidad campesina, donde se les muestre que las quemas no mejoran la calidad de los suelos y que por el contrario contribuyen al deterioro de los ecosistemas.

Los incendios forestales se presentan con mayor frecuencia en las épocas secas; sobre todo porque esta zona es recreativa. En este caso se deben hacer campañas sobre todo con los jóvenes, para que tomen conciencia y protejan los recursos de la región.

2.3 PROTECCIÓN A ESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO

En este aspecto se hará énfasis en las estructuras del sistema de acueducto municipal de Rosas, ya que a pesar de que no se cuenta con sistemas sanitarios adecuados y se presenten algunos inconvenientes el problema no es tan notable aun; sin embargo se recomienda un estudio en los dos municipios Rosas y La Sierra, para determinar la población que necesita de estos sistemas y se gestione su pronta instalación.

En el caso del sistema del acueducto municipal de Rosas, es importante mejorar el estado actual del sistema de tratamiento y redes de conducción del sistema con el fin de lograr una reducción en pérdidas atribuibles a la capacidad instalada y una mejora en la calidad del agua entregada.

Para solucionar los inconvenientes que se están presentando en algunas estructuras del sistema que va desde la bocatoma hasta la planta de tratamiento; se plantea que se compren los accesorios que hacen falta para el control de la presión, se requiere que se haga mantenimiento al desarenador y en 12 viaductos que se encuentran en mal estado y en algunos tramos se deben poner más de estas estructuras. Unas de las posibles causas a los problemas encontrados, son el diseño de la tubería y el proceso de construcción, sin embargo esto no se puede afirmar con certeza por varias razones, entre ellas una muy relevante es la falta de información sobre los planos de diseño.

Algunas de las estructuras no tienen una protección adecuada y cuando se presentan quemas se ven afectados, como se observa en las Figuras 26 y 27; por esto sería apropiado un aislamiento.

Para la protección de los viaductos una estrategia es el diseño y construcción de trinchos y muros en gaviones; como ya se dijo de estos hay 12 en malas condiciones por lo cual se debe revisar si se cambian o se mejora su estabilidad. Para los viaductos restantes es necesario que se haga un estudio para determinar si con el control a la erosión y los procesos de remoción en masa es suficiente o si se construyen los trinchos y gaviones.

Figura 26. Quemadas a lo largo de la línea de conducción



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Quemadas a lo largo de la línea de conducción en zona aledaña a la bocatoma del acueducto de Rosas



Fuente: Elaboración propia

2.4 DEGRADACIÓN AMBIENTAL:

Como ya se mencionó los aspectos más relevantes son la desaparición o disminución de caudales de agua, la tala de bosques y la desaparición de especies tanto de flora como de fauna.

Con el sistema que se propone para el control de la erosión y la remoción en masa, se ayuda a solucionar este problema. Sin embargo, puede plantearse la implementación de sistemas agroforestales en algunos de los tramos. También se deben construir bebederos, ya que la ganadería es la actividad predominante en la zona y si se pretende proteger es necesario realizar actividades de control del impacto generado por la misma.

El tema de los sistemas agroforestales es una buena herramienta; indispensable, si se quiere obtener una alternativa viable para el desarrollo social basado en el bosque, cuyos componentes son: árboles, cultivos (transitorios, semipermanentes), pastos o animales (vacunos, caprinos, porcino, aves, peces, etc.) y los suelos. Los sistemas agroforestales y la gran variedad que de estos pueden generarse, son un punto de partida interesante para la restitución antrópica y artificial del equilibrio natural, en la medida que se implementa modelos productivos, los cuales restituyen lentamente las condiciones del suelo, biodiversidad, ordenamiento y manejo sustentable de varias zonas de la cuenca; además de permitir al agricultor y/o ganadero diversificar su economía, su producción y sus ingresos. Existen varias metodologías para la implementación de los sistemas agroforestales; las que mas se acomodan a la zona son:

- **Agroforestería de rotación:** es un método de establecer plantaciones forestales en combinación con cultivos agrícolas semestrales o periodos cortos, que termina cuando los árboles plantados cierra su dosel o copa. Este sistema trae como ventajas el bajo costo en el establecimiento de plantaciones forestales y la producción de alimentos en áreas de vocación forestal.
- **Arboles en potreros:** para la producción de madera, leña, frutos como fuente de ramoneo, mejoramiento de potreros debajo de los arboles y/o provisión de sombra y refugio para el ganado.
- **Arboles en cultivos:** consiste en la introducción de arboles maderables en áreas de uso agrícola con espacios amplios para disminuir la competencia por luz, agua y nutrientes.

En esta zona la principal actividad es la ganadería por lo cual los arboles en potreros son una buena estrategia, se puede trabajar con nogal, encenillo y fresno. En la agroforestería de rotación, se trabaja con cultivos de pan coger como son el maíz y el frijol; para el caso de los arboles en cultivos se puede sembrar guamo, guayabo, carbonero, nogal, guayacán y fresno.

3 PLAN DE ACCIÓN

Para lograr la reforestación, manejo y protección de estructuras de saneamiento básico en la subcuenca Quilcacé-Esmita en los municipios de Rosas y La Sierra, se propone realizar las siguientes actividades.

3.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTORES

Las personas que asistan a la divulgación del proyecto en ambos municipios elegirán la organización comunitaria; la cual debe ser representativa, legítima y legalmente constituida. Una vez elegidas las organizaciones en los municipios se debe llevar a cabo una reunión con ambas donde se intercambien dudas y expectativas en general.

Referente a la selección de los usuarios definitivos, se debe dar prioridad a la información suministrada por los técnicos operativos de la CRC, los cuales tienen más de 12 años de presencia en la zona, la experiencia de los líderes comunitarios y la información suministrada por la administración municipal. En esta etapa se resalta la visita al predio y la entrevista con los propietarios de los predios.

3.2 REFORESTACIÓN Y CONTROL DE LA EROSIÓN

Las especies que fueron escogidas con el propósito de controlar los procesos de erosión y remoción en masa, que son adecuadas para reforestación y conservación de nacimientos de agua, se muestran en la Tabla 14.

Para la recuperación de las zonas con presencia de cárcavas se recomienda trabajar con estacas; a pesar de que se dijo que este tipo de erosión debería solucionarse con obras de ingeniería más complejas, el mejor sistema es la vegetación, porque las cárcavas son muy grandes y el acceso a la zona es muy complicado. Las estacas comúnmente se colocan en filas sobre el talud, utilizando alineamientos siguiendo las líneas de nivel. También pueden organizarse en filas diagonales o en áreas triangulares. En ocasiones se colocan las estacas muy cerca las unas de las otras formando grupos para atrapar sedimentos y en esta forma controlar la erosión. Se recomienda plantas de tallo flexible que se inclinen cuando ocurran grandes flujos.

3.2.1 Actividades de concientización capacitación y participación de la comunidad

Para lograr que la comunidad se interese, se involucre y además tome conciencia de la necesidad de implementar el proyecto para solucionar la problemática que se esta presentando en la microcuenca será necesario:

SOCIALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO QUE SE REALIZÓ Y DEL PROYECTO

Esto a través de reuniones donde se convoca a la organización, líderes comunitarios y comunidad en general. En las instituciones educativas se deben programar capacitaciones donde se muestre la importancia de su participación activa en el presente proyecto; se harán cinco capacitaciones en las diferentes instituciones cada una con una duración de 5 horas. En las reuniones debe haber un responsable del proyecto y personal calificado para resolver dudas; como por ejemplo un ingeniero forestal y ambiental, un técnico de la CRC que trabaje en la zona.

Otra estrategia de difusión será el empleo de plegables. Para finalizar se debe hacer una reunión para saber que tan enterada esta la comunidad y cual ha sido el grado de aceptación.

ORGANIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE TRABAJO

Este aspecto se hace con el fin de efectuar la recolección del material vegetal para el establecimiento del semillero que posteriormente será llevado a campo. Antes de iniciar la búsqueda de las semillas, se debe mostrar con figuras o algún tipo de material didáctico las características de las especies que se van a utilizar.

Es muy importante que los grupos de trabajo queden conformados con personas de diferente edad; así los más jóvenes tendrán en cuenta los conocimientos de las personas que poseen más experiencia. En esta actividad se hará una capacitación con la presencia de un ingeniero forestal y un técnico de la zona; también es necesario efectuar una reunión al inicio de la actividad y al final. Como resultado de esta actividad se deberán tener las semillas de las especies seleccionadas y la comunidad habrá afianzado sus conocimientos sobre el potencial forestal de la zona y de se estado.

SELECCIÓN DEL LUGAR PARA GERMINADOR Y SEMILLERO

El sitio que se seleccione para la elaboración del germinador y el almácigo, debe estar cercano al lugar de siembra. Debido a las condiciones de la zona, es recomendable que las obras se establezcan en terrazas para evitar problemas de deslizamientos y deterioro del suelo. Esta

selección se hará en una reunión con la comunidad; en la que quede constancia que todos estuvieron de acuerdo.

RECORRIDOS

Se debe mostrar a la comunidad la riqueza hídrica y forestal con la que cuentan y como se está acabando; en especial este tipo de actividades se debe hacer con los jóvenes y niños, para crearles conciencia y lograr una mayor participación. Esta metodología se desarrollara en pequeños grupos que vayan a diferentes tramos de la subcuenca y al final se debe hacer una plenaria para compartir lo observado. Se debe llevar un registro fotográfico y de asistencia de la actividad; en total se harán cinco recorridos. Al final de este paso se establece cuales son los tramos de la subcuenca que se aislarán. Se espera que este proceso se lleve a cabo en un mes.

3.2.2 Cercas vivas

Con el establecimiento de las cercas vivas el ahorro en recursos por el propietario por kilómetro de cerca asciende al 50% de los costos del aislamiento tradicional. Adicionalmente el propietario para el caso de especies de rápido crecimiento puede tener en un lapso de 6 años productos maderables procedentes de los árboles plantados de fácil comercialización en la región y tener la posibilidad de manejar los rebrotes para seguir contando con postes vivos. Las especies a utilizar en este aspecto pueden ser las mismas usadas para el control de la erosión; sin embargo se pueden mencionar las mas opcionadas como el guayacán (*Tabebuia chrysantha*) y el nogal (*Cordia Alliodora*).

Para su establecimiento se sembrarán árboles cada 2 metros dejando una distancia prudente del cerco para evitar los daños del ganado, el ahoyado se hará de 30*30 cm. Quince días antes de la siembra se incorporará al suelo 50 gr. de calfomac y al momento de la siembra se aplicarán 70 gr. de NPK y 10 gr. de bórax; para evitar la muerte por estrés se aplicará 2 gr. de hidrogel. Se estima por hectárea el cercado de 163 metros lineales con 82 árboles.

INFORMACIÓN

Se debe hacer un taller donde se muestre a la comunidad los beneficios de la implementación del sistema de cercas vivas, en este taller debe haber un conocedor del tema como un ingeniero forestal.

PROYECTO PILOTO

En una hectárea definida previa autorización del dueño, se recomienda se efectúe una muestra de cómo sembrar y trabajar con el sistema de cercas vivas para que la gente lo conozca más y pueda implementarlo en sus predios. Las especies a trabajar pueden ser guayacán y nogal.

3.2.3 Siembra

En esta actividad se debe contratar a gente de la comunidad y debe haber participación de la organización comunitaria para hacer un seguimiento del proceso. También es importante que en alguno de los tramos se involucren a jóvenes y niños para que ayuden a realizar la siembra y para incentivar su participación se pueden realizar ciertas actividades como los juegos, en los cuales se premie por su conocimiento sobre las especies de la zona.

La microcuenca Esmita en su parte alta ubicada en el municipio de la Sierra; ya cuenta con un proyecto implementado el cual está en seguimiento; en este la comunidad en conjunto con la CRC; sembró 6000 árboles para protección y reforestación.

En la zona donde se capta el agua para el acueducto municipal de Rosas correspondiente al predio denominado Eucalipto, con una extensión superficial de 2 hectáreas con dos mil cuarenta y nueve metros (2.2049 has), donde se encuentran construidas la Bocatoma y Desarenador; se debe cumplir con lo establecido en la ley 79 de 1986 la cual dice que las zonas de captación de agua deben tener una franja de bosque no inferior a los 100 metros; por esto la siembra en esta zona debe cumplir con la normatividad.

Se proyecta una plantación con distancias de siembra a cuadro de 3 metros entre árboles, 1111 árboles por hectárea con corrección por pendiente. Para la zona se aspira sembrar 21776 árboles, entre arbustos y árboles. Los pastos se siembran directamente en campo, teniendo en cuenta que se debe abonar con gallinaza, el suelo antes de su siembra.

Se debe dejar un sendero por medio del cual se pueda llegar hasta la zona de la captación; para el resto de la conducción se puede establecer una franja de 22 metros entre la orilla de la microcuenca y los cultivos de la comunidad.

LIMPIEZA GENERAL DEL LOTE

Se efectuará limpieza general del lote, eliminando malezas, helechos y rastrojos bajos, la rocería será manual con machete, con apilado de residuos para posterior picado de los mismos para incorporarlos como materia orgánica. Esta se hará en el lugar que se escogió para instalar el almacigo y el germinador.

GERMINADOR

Se debe instalar para una capacidad de 25000 árboles, siendo 21776 los que se desean pero se deben considerar todas las posibles pérdidas que se puedan presentar. Las magnitudes del germinador serán de 1 metro de ancho por 3 de largo y una altura de 0.4 metros. Se debe colocar arena hasta una altura de 0.3 metros y el material del germinador será esterilla para las paredes y se debe cubrir con polisombra.

Las semillas se deben sembrar a una profundidad equivalente al doble de su tamaño. Una vez plantadas las semillas en el germinador se debe rociar mertec a razón de 2 cm/litro de agua con el fin de desinfectar.

El nacedero se puede sembrar directamente en el almácigo a través de estacas. En esta labor debe haber acompañamiento de profesionales; un técnico de la CRC de la región, el cual debe conocer el proceso. Se promedia un tiempo de una semana para realizar esta labor.

ALMÁCIGO

La estructura del semillero será en madera el techo en polisombra. Se debe agregar tierra y materia orgánica a razón de 3:1; para 25000 árboles se requiere de 12500 kilos de mezcla, de las cuales 9375 serán de tierra y 3125 de materia orgánica. La materia orgánica se debe conseguir en la comunidad por ejemplo pulpa de café, cascara de huevo, etc.

Este semillero será de carácter temporal; y los árboles deben estar aquí hasta desarrollar dos pisos foliares para su posterior trasplante al sitio definitivo. Los árboles que se escojan del germinador para pasar al semillero deben ser los más sanos.

El semillero tendrá dos carriles cada uno de 125 de largo por 1 de ancho, con una separación entre ellos de 0.5 metros, el material para hacer los carriles puede ser guadua. Se estima que en cada metro cuadrado caben 100 bolsas. El semillero se hará de 300 metros de largo por 6 de ancho y 2 metros de alto.

Las plantas estarán en este lugar entre 4-6 meses; para posteriormente pasar a campo. Durante este tiempo se debe hacer control de malezas manualmente y riegos. Si se presenta alguna plaga, los encargados del proyecto deben aplicar los correctivos del caso. Semanalmente alguno de los miembros de la entidad responsable del proyecto realizará una visita al lugar del semillero para reportar novedades.

Es importante que en esta etapa, las organizaciones que se hicieron para llevar a cabo el proyecto estén haciendo un seguimiento detallado del proceso y estén muy comprometidos con el mismo. La duración para este procedimiento es de un mes.

Para la zona de germinador y almacigo debe de ser de aproximadamente 1810 metros cuadrados, estas dos estructuras deben estar próximas para facilitar las labores de traslado de plantas y evitar daños en las mismas.

AISLAMIENTO DE LA ZONA A REFORESTAR

Esta actividad debe tener prioridad en la zona de nacimiento de la subcuenca, en la bocatoma del acueducto municipal de Rosas y en donde se estén afectando de manera considerable las estructuras del acueducto municipal de Rosas.

En la zona aislada se establecerán cultivos de pastos, arbustos y árboles; sobre todo en la zona de la captación del acueducto de Rosas; en los demás tramos se puede usar solo pastos, arbustos y árboles en menor proporción.

Para la zona de la bocatoma se deben aislar 2.2409 Ha, de las cuales 1 Ha se hará con posteadura, se proyecta que cuando el sistema que se va a implementar para la reforestación, conservación y protección de la bocatoma este desarrollado, servirá para implementar el aislamiento sin necesidad de postes. Al finalizar esta actividad se debe tener un aislamiento adecuado el cual será con cercos de alambre de púa y posteadura de madera separada a 2 metros, se tendrá en cuenta los pie de amigo cada 30 m. y se establecerán con tres hilos con postes de 1.8 metros de largo y diámetros entre 10 y 12 cm por hectárea. Se proyecta el cercado de 163 metros lineales.

El tramo de la conducción se debe aislar en los lugares en los que sea posible porque en algunas partes la tubería está enterrada. Desde la bocatoma hasta la PPA (planta de potabilización de agua) hay aproximadamente 14030 metros de los cuales se proyecta se van a proteger 8000 metros; para este trayecto se debe colocar postes. Se debe tener en cuenta que en esta zona solo se aislará por el límite con el municipio de Rosas; ya que para la otra zona aun no se tiene posesión y se está haciendo énfasis en la protección de las estructuras del acueducto de Rosas.

Para el municipio de La Sierra, se recomienda hacer un seguimiento del proceso que ya se inició en esa zona; cuando ya se obtengan los resultados del desarrollo de las plántulas sembradas en el nacimiento, se procede a implementar el sistema más aconsejable. Por ahora se recomienda aislamiento y reposición por pérdidas; sin embargo, es necesario un estudio más a fondo.

Es necesario al inicio del proyecto aislar toda la zona con posteadura, de lo contrario los animales no permitirían el desarrollo de las plantas. Lo que se pretende es que se siembren además de las

plantas para el control de la erosión y reforestación otras que en un futuro sirvan como cercas vivas; para esto se sembrará aproximadamente la mitad de las plantas que servirán como cercas vivas, porque las demás serán proporcionadas por el sistema cuando alcance un desarrollo adecuado.

Las especies para las cercas vivas pueden ser guayacán y nogal. Las cuales se deben comprar en un vivero autorizado y deben presentar las mejores condiciones. Las recomendaciones para la preparación y siembra se mencionaron en el apartado 3.2.2 cercas vivas. Los gastos de mano de obra y materiales serán cubiertos por la entidad responsable del proyecto; sin embargo, la comunidad debe hacerse presente en este proceso para que no haya problemas de linderos o similares.

TRAZADO

Señalar los sitios en donde se va a sembrar cada árbol; para la especie se marcarán líneas y sitios entre árboles para una densidad de árboles por hectárea. Se deberá trazar de tal forma que se hagan las correcciones de pendiente necesarias para la homogeneidad de la plantación. Para zonas de pendiente se recomienda sembrar en triángulo.

PLATEO

Consiste en demarcar cada sitio con un plato de 1 metro de diámetro con el fin de controlar las malezas y disminuir el grado de competencia de las gramíneas existentes con la especie forestal, facilitando además las labores de repicado, ahoyado y fertilización. Incentiva el desarrollo y crecimiento de las plántulas.

Se eliminarán con palín las cepas de raíces y malezas en platos de un metro de diámetro dejando el suelo descubierto de vegetación. Esta labor se hace procurando no retirar materia orgánica del plato y colocado el material retirado de tal forma que no se exponga al sol las raíces y se evite la erosión.

AHOYADO

En el centro de cada plato, donde se plantará cada árbol se hará una excavación de 30 x 30 x 30 cm. (profundidad y lados), dejando el suelo bien desmenuzado (suelto) con el fin de permitirle a la planta joven un buen desarrollo. Al momento del repicado se realizará la enmienda utilizando calfomac, el cual se debe aplicar a razón de 50 kilos por cada 5000 árboles. Para el caso de los pastos el ahoyado se debe hacer más superficial y el suelo debe contener gallinaza.

SIEMBRA

Se debe realizar en época de lluvias, teniendo cuidado de no dañar la raíz de la planta al sacarla de la bolsa; se colocará lo mas vertical posible, teniendo en cuenta que la base del tallo quede a ras de suelo. Para los pastos se debe fertilizar el suelo con gallinaza, y su siembra es directamente en campo.

3.2.4 Fertilización

Se debe fertilizar el suelo 15 días antes de la siembra y al momento de la misma. Se aplicará en su mayoría abono orgánico utilizando los recursos de la región como cáscara de café y material rico en N, P y K; en cuanto al abono químico se utilizará bórax al fondo del hoyo mezclado con la tierra.

3.2.5 Reposición por pérdidas

Cuarenta y cinco días después de la siembra se procederá al inventario de supervivencia (prendimiento de plántulas), para luego programar la reposición de pérdidas, el inventario se realizará ubicando tramos al azar. Se estima una reposición del 15%.

3.2.6 Control de plagas

Se deben controlar plagas como la hormiga arriera combinando métodos de control químico y manual. El control lo realizará la CRC dentro del enfoque de manejo integrado de la plaga como un esquema validado por la institución en otras regiones del departamento.

3.2.7 Control de malezas

Las especies plantadas en sus primeras etapas de desarrollo no soportan la competencia por malezas, por lo cual las limpiezas en los dos primeros años son indispensables, para asegurar el éxito.

La primera limpia se hará entre los 4-6 meses de establecida la plantación y una segunda al año y posteriormente las limpiezas dependerán del dominio que la especie haga de la vegetación circundante. La limpieza se hará con machete teniendo cuidado de no dañar la planta.

3.2.8 Control fitosanitario

Se debe hacer durante toda la vida del proyecto; para lograrlo se propiciará el control natural de plagas y enfermedades a través de la plantación de árboles, arbustos y pastos de buena calidad; así como de la realización oportuna de las labores de mantenimiento.

3.2.9 Control de incendios

Como esta es zona es muy susceptible a los incendios se debe construir y mantener cortafuegos de 5 metros de ancho.

3.2.10 Recuperación de las zonas con cárcavas

Para esto se debe trabajar con especies como el nacedero y la guadua y propagar por estacas, tratando de rellenar la cárcava. En la zona del diagnóstico se pudo identificar aproximadamente 10 cárcavas con profundidad de hasta 2 metros (Figura 21 y Figura 22); algunas de estas se sitúan en lugares donde están ubicados los viaductos del sistema de acueducto municipal de Rosas.

El sistema de revegetalización es lento; sin embargo, es la mejor opción para recuperar estos terrenos. En este aspecto debe trabajar un ingeniero forestal, con los dueños de los predios donde se localizan las cárcavas más pronunciadas; que en su mayoría están en la zona de la vereda La Palma municipio de La Sierra y en las zonas aledañas a la bocatoma del acueducto municipal de Rosas, predio Eucalipto - vereda Ufugú.

INFORMACIÓN

Se debe hacer una capacitación para que las personas conozcan el concepto y su gravedad. Esta la debe dar una persona conocedora del tema.

AISLAMIENTO

Es necesario aislar la zona, ya que hay presencia de ganado Bovino el cual pisa o se come las especies plantadas. Esto se hace con cercos de alambre de púa y posteadura de madera separada a 2 metros se tendrá en cuenta los pie de amigo cada 30 m. y se establecerán con tres hilos con postes de 1.8 m de largo y diámetros entre 10 y 12 cm.

Se estima que cada cárcava tiene un área aproximada de 50-80 m², con profundidades que en algunos casos superan el metro. Aproximadamente el área que se asilará será de 800 m², lo cual equivale aproximadamente a 360 metros lineales.

LIMPIEZA DEL LUGAR

Esta en lo posible se hará manual y el material retirado se debe dejar para que sirva de abono. No se quitara todo el material solo lo necesario para poder realizar la siembra en forma adecuada.

SIEMBRA

Se debe abonar el lugar con materia orgánica y/o abonos ricos en N P K; las estacas se deben conseguir en la zona deben ser de buena calidad y antes de sembrar se deben rociar con mertec, se siembran de forma lateral no vertical y se debe dejar una parte fuera del suelo. En esta labor debe estar un ingeniero forestal conocedor del tema y los directamente afectados. La siembra se debe hacer a una distancia de 15 cm entre estacas.

3.3 CONTROL DE QUEMAS

En la Figura 28, se muestran las quemas que se están presentando en la zona.

Figura 28. Muestra de las quemas



Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Campañas informativas y de concientización

Las campañas que se realicen incluirán la participación de la comunidad no solo como receptores de información, sino que se debe crear espacios en los cuales se compartan experiencias e interrogantes. Se recomienda que se muestre como ha sido el desplazamiento y desaparición de las especies nativas de la zona debido a las quemas.

El trabajo con los niños es muy importante; se les debe enseñar sobre las consecuencias de las quemas, sus peligros y como evitarlas. Para lograr su atención se puede utilizar juegos, obras de teatro y material didáctico. Con los niños y jóvenes se pueden crear grupos ambientales que sirvan para que todos se adueñen de la problemática y ayuden a la solución.

En la etapa de reforestación se tiene un material fotográfico el cual se puede utilizar para hacer plegables donde se muestre la problemática de las quemas. Se darán cinco capacitaciones a la comunidad entre niños, jóvenes y adultos. Los funcionarios encargados serán un técnico de la CRC de presencia en la zona, un ingeniero forestal y un ingeniero ambiental; es fundamental que a estas capacitaciones asistan las organizaciones comunitarias que se hicieron al inicio del proyecto.

3.4 PROTECCIÓN A ESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO

La empresa municipal prestadora del servicio EMROSAS debe encargarse del cambio, protección y mantenimiento de las estructuras del acueducto municipal. Lo que se recomienda es lo siguiente:

- Hacer un análisis de la gravedad del daño de 12 viaductos que se encuentran en mal estado. Si es estrictamente necesario se deben cambiar; de lo contrario se puede proceder a construir trinchos o muros en gavión para la protección de los mismos. Los 30 viaductos restantes se deben revisar para que no lleguen a deteriorarse; es muy importante mencionar que con el control de la erosión y de los procesos de remoción en masa, se protege las estructuras del sistema de conducción y aducción ya que se está mejorando la estabilidad de la zona.
- El sistema cuenta con 18 válvulas de purga para el desagüe o limpieza, las cuales no se encuentran en las mejores condiciones. Es necesario que se revise el aislamiento de estas estructuras y que se mejore, se cambie o se le haga un mantenimiento de una forma más periódica.
- Se cuenta con 15 válvulas de ventosas para facilitar la salida del aire; es necesario que se revise si con estas válvulas es suficiente ya que como se evidencia en la Figura 29; se están usando estrategias que solucionan el problema a corto plazo pero que con el pasar del tiempo pueden traer consecuencias serias.

Figura 29. Mecanismo para la salida del aire



Fuente: Elaboración propia

- Alternativamente se pueden establecer anclajes en los puntos requeridos y proteger la tubería de PVC con pinturas como los siloxiranos que inhiban la acción de los rayos solares. En algunos tramos puede ser necesario que se cambie la tubería en PVC por tubería galvanizada, la cual es más resistente a las condiciones de inestabilidad de la zona. En su mayoría, toda la tubería del sistema de conducción y aducción esta descubierta; por lo cual se debe hacer mantenimiento y labores de limpieza.
- Se debe revisar y hacer mantenimiento a las cámaras de quiebre del sistema.

Por otra parte es conveniente que se contrate personal adecuado para que se haga un estudio detallado del estado actual de las estructuras; si bien es cierto que en el presente proyecto se están haciendo ciertas recomendaciones sobre las estructuras aun hace falta mucha información.

3.5 SISTEMAS AGROFORESTALES

El desarrollo del componente de sistemas productivos sostenibles está enfocado al establecimiento de experiencias piloto en la implementación de Sistema Agro Forestales – SAF y propuestas tecnológicas complementarias, en el marco del propósito de enfrentar los problemas concretos asociados a ganadería en potreros limpios, monocultivos, práctica de suelos limpios, pérdida de seguridad alimentaria, de biodiversidad y recursos genéticos, carencia de prácticas de conservación de suelos y aguas, uso de agroquímicos, entre otros problemas.

Para la zona se recomendó la agroforestería de rotación, los arboles en cultivos como maíz y frijol, y en potreros. Las especies recomendadas son guamo, guayabo, carbonero, nogal, guayacán y fresno. La instalación de experiencias en sistemas agroforestales estará asociada y limitada al desarrollo de las siguientes actividades:

TALLERES DE DIAGNÓSTICO AGROFORESTAL RÁPIDOS

Los talleres tendrán una duración de 40 horas distribuidas en cinco días. Como resultado se pueden conocer especies de buen desarrollo, áreas de trabajo, resultados obtenidos en anteriores experiencias, proyectos productivos de la zona, inquietudes de la comunidad e iniciativas.

La participación de los beneficiarios en el proceso de sensibilización y capacitación ambiental, en especial en el tema de agriculturas alternativas, que conlleven a la conversión tecnológica mediante la aplicación de propuestas que permiten enfrentar los problemas de impacto ambiental de los sistemas productivos y extractivos existentes: Potreros arborizados, cercos vivos, rotación de potreros, cercas eléctricas donde sea posible, producción de abonos orgánicos, bancos de forraje, incremento en la producción de especies menores, entre otras propuestas.

CAPACITACIÓN A LA COMUNIDAD SOBRE EL TRABAJO EN FINCAS AGROFORESTALES

Se harán dos capacitaciones de 8 horas cada una; para estas se contará con la presencia de un ingeniero ambiental, un ingeniero forestal y se debe gestionar la participación de conferencistas externos con experiencia en el tema. Haciendo énfasis en que el objetivo es obtener sistemas productores-protectores, que permitan un beneficio para todos. En estas capacitaciones se debe enseñar todo sobre el mantenimiento, control de plagas, control de incendios, etc.

La realización de parte de los beneficiarios con el acompañamiento de los técnicos del proyecto de una ficha de diagnóstico rápida, que permita identificar la conveniencia y pertinencia de la instalación de SAF piloto, igualmente el sitio más apropiado.

Es necesario que el personal encargado de las capacitaciones tenga experiencia en el tema y además haga un modelo de los arreglos que se podrían llegar a establecer en la región. Es muy importante que el diseño de los SAF a implementar, tenga en cuenta condiciones y disponibilidad de recursos locales y se haga con los agricultores a nivel de detalle.

LABORES DE SIEMBRA

Se dan algunas recomendaciones que sirven para cualquier tipo de especies que se pueda escoger para el sistema agroforestal. Las especies para este propósito serán traídas de alguno de los viveros que la entidad encargada del proyecto considere adecuado, es importante que las especies estén en las mejores condiciones para la siembra.

La cantidad de árboles a sembrar y su distribución en los diferentes predios dependerá de los propietarios. Sin embargo se recomienda 100 árboles por hectárea. Para la siembra, se aplicará a los sitios repicados 50 gr. de calfomac 15 días antes y al momento de la siembra se fertilizarán con 65 gr. de NPK y 10 gr. de bórax. En los sitios áridos se aplicarán 3 gr. de hidrogel. Para el presente se recomienda que se implemente el sistema en una hectárea.

PLAN DE MANEJO

El primer año se realizarán cuatro limpiezas; a partir del segundo año se realizarán 3 al año, hasta llegar a los cinco años. Las podas en las especies que lo requieran se efectuarán a partir de los cuatro años para el caso del pino cuando los dominantes y codominantes que hayan alcanzado DAP promedios de 11 cm (poda de formación). Eventualmente se realizará una segunda poda antes de la primera entresaca en el año a los árboles remanentes hasta el turno final.

MANEJO DE PLAGAS

Se debe dar los conceptos básicos sobre el manejo de plagas de las especies en cuestión, esquemas de control, manejo seguro de agroquímicos. Los beneficiarios deben quedar con los conocimientos necesarios para que no se presenten problemas por este aspecto.

3.6 CONSTRUCCIÓN DE BEBEDEROS

En la zona del macizo la ganadería extensiva con bebederos directamente en los cuerpos de agua, es una de las principales actividades económicas que se realiza. Por lo cual entidades como la CRC, han ejecutado este tipo de sistemas con buenos resultados, por esto se recomienda que este tipo de procesos se ejecuten en la zona de la microcuenca Esmita.

Se aconseja la construcción de 150 bebederos, desde la zona de la captación del acueducto del municipio de Rosas, posteriormente según los resultados que se obtengan, se propondrá la implementación de los mismos, en el área restante hasta llegar al nacimiento de la microcuenca Esmita.

ESTABLECER ALIANZAS Y COMPROMISOS CON LOS ENTES TERRITORIALES QUE CONTRIBUYAN A LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Las alianzas que se puedan establecer serán muy beneficiosas no solo para la implementación de los bebederos sino para todo el proyecto en conjunto.

CONTRATACIÓN DE LA MANO DE OBRA PARA LA INSTALACIÓN DE LOS BEBEDEROS

Las personas que vayan a trabajar en la implementación de los bebederos deben recibir una capacitación en la cual se muestre todo el proceso y la manera más adecuada de llevarlo a feliz término.

SELECCIÓN DE LOS SITIOS ESTRATÉGICOS PARA LA INSTALACIÓN DE LOS BEBEDEROS

La instalación de los bebederos se realizará en predios donde se tenga instalado el sistema de ganadería extensiva, con impacto ambiental sobre las aguas, al tener instalados bebederos naturales directamente en nacimientos y corrientes de agua.

Mediante un estudio técnico a nivel predial, que puede estar a cargo de la CRC, se determinarán los sitios más apropiados de los bebederos y las necesidades concretas de longitud de las mangueras para la conducción de las aguas.

PLANIFICACIÓN Y CAPACITACIÓN TEÓRICO – PRÁCTICAS PARA LA INSTALACIÓN DE LOS BEBEDEROS

Se deben realizar capacitaciones (2) a los propietarios sobre el funcionamiento de los bebederos. Adicionalmente solo tendrán el beneficio de los bebederos los propietarios que hayan participado activamente en los eventos de sensibilización y capacitación convocados desde el inicio del proyecto, y que se hayan comprometido en actividades de ampliación y aislamiento de áreas protectoras de nacimientos y corrientes de agua, evitando el ingreso a ellas del ganado.

INSTALACIÓN DE LOS BEBEDEROS Y REALIZAR EL SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS OBRAS DE INSTALACIÓN DE BEBEDEROS

Una vez concluidos los aspectos anteriores se procede a la instalación de los bebederos y se debe evaluar el proceso y visitar los predios donde se instalen los bebederos; para verificar el estado y los beneficios obtenidos.

3.7 SEGUIMIENTO A LA ZONA DE NACIMIENTO DE LA MICROCUENCA ESMITA

En este aspecto se hace necesario hacer un seguimiento al proceso que ya se inició; por lo cual es urgente el aislamiento, reposición por pérdidas y fertilización de las plántulas. En esta zona solo se sembraron 6000 árboles; de especies nativas como Cedro, Nogal y Guayacán, pero debido a la falta de manejo, se ha perdido gran cantidad (aproximadamente en un 30%); esto hace reflexionar y observar cuales han sido las falencias, para evitar que se repitan. Tanto el aislamiento, como la reposición por pérdidas y la fertilización se pueden realizar como se indicó en los casos anteriores.

3.8 SEGUIMIENTO

Se debe trabajar con la organización que se formó desde el inicio del proyecto, para que se establezca una alianza con entidades como la CRC, la UMATA; el objetivo es que no se abandone lo que se haya conseguido y se pueda llevar a feliz término. Las actividades de seguimiento serán durante un largo periodo y algunas importantes son:

- Control de malezas y fitosanitario.
- Fertilización de las especies, por lo menos hasta cuando hayan alcanzado un desarrollo tal que no peligre su existencia.
- Control de los incendios de la zona
- Creación de un grupo de jóvenes, el cual tenga apoyo de la CRC, la UMATA, las alcaldías de ambos municipios y la organización comunitaria; este debe encargarse de llevar un

registro fotográfico de la zona, aportar ideas para el mejoramiento y buscar que otros jóvenes se involucren al proyecto. Los incentivos pueden ser varios, por ejemplo se puede crear un banco de proyectos ambientales y elegir los mejores para llevarlos a cabo, así se logra formar jóvenes con una visión integral.

- Inspeccionar el adecuado estado del asilamiento; en este punto es importante mencionar que se debe tratar de que todo quede con cercas vivas.

Los sistemas de revegetalización, no exigen de mucha inversión en la etapa de seguimiento ya que a medida que pasa el tiempo el sistema se hace más auto-sostenible.

3.9 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 15. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	SUB-ACTIVIDADES	Mes																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Identificación de actores		x																	
Reforestación y control de la erosión	Concientización, capacitación, e involucramiento de la comunidad		x																
	Cercas vivas			x															
	Siembra			x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	X			
	Fertilización													X					
	Reposición por pérdidas																X		
	Control de Plagas			x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Control de malezas			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Control fitosanitario			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Control de incendios			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Control de quemas	Capacitaciones, reuniones			x															
Protección estructuras saneamiento				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x			
Sistemas Agroforestales							x												
Construcción de bebederos																		x	x
Seguimiento a la zona de nacimiento de la microcuenca Esmita							X												

Fuente: Elaboración propia

3.10 PRESUPUESTO DE COSTOS POR ACTIVIDAD

En la Tabla 16, se muestran los costos distribuidos por cada actividad y en el anexo 8, la descripción de los costos de cada actividad.

Actividad 1: identificación de actores

Actividad 2: reforestación y control de la erosión

Actividad 3: control de quemas

Actividad 4: protección a estructuras de saneamiento básico

Actividad 5: sistemas agroforestales

Actividad 6: construcción de bebederos

Actividad 7: seguimiento a la zona de nacimiento de la microcuenca Esmita.

Actividad 8: seguimiento.

Tabla 16. Costos distribuidos por actividad

ITEM	ACTIVIDADES								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Divulgación y planificación	2,000,000								2,000,000
Personal calificado	Director de proyecto								25,056,000
	510,000	7,183,000	1,533,000.		1,010,000	827,000	245,000	5,102,000	16,410,000
Personal no calificado		56,640,000				1,060,000	2,640,000	2,000,000	62,340,000
Insumos		59,534,500			4,680,000	27,393,000	2,681,000	1,000,000	95,288,500
Equipos y Herramientas		3,900,000				600,000		1,000,000	5,500,000
Materiales		3,000,000	2,000,000						5,000,000
Diagnostico				38,000,000.					38,000,000
Reposición				44,000,000					44,000,000
Diseño y construcción				35,000,000					35,000,000
Transporte	600,000	10,300,000	1,000,000		1,400,000	4,000,000	1,000,000		18,300,000
Viáticos	1,000,000	9,900,000	1,000,000		1,000,000	1,000,000	500,000		14,400,000
Otros	1,000,000	6,700,000	1,000,000		1,000,000	1,000,000	500,000	2,000,000	13,200,000
TOTAL	5,110,000	157,157,500	6,533,000	117,000,000	9,090,000	35,880,000	7,566,000	11,102,000	374,494,500

4 CONCLUSIONES

El departamento del Cauca tiene un reservorio de agua en la zona del macizo; sin embargo la extensión de la frontera agrícola y pecuaria han hecho que los problemas de deforestación afecten el recurso hídrico cada día mas. Presentándose pérdida de hábitat, procesos de erosión y remoción en masa, altos índices de escasez, vulnerabilidad de los ecosistemas presentes en la región; entre otras consecuencias.

La microcuenca Esmita, no es ajena a esta realidad y presenta grandes problemas de deforestación además de erosión a lo largo de su recorrido. Esta microcuenca nace en el municipio de la Sierra y a pesar de que se han hecho proyectos de reforestación, los resultados no son los esperados debido a que no se ha implementado el aislamiento adecuado.

Por otra parte esta microcuenca es fuente de abastecimiento para dos acueductos en el municipio de Rosas uno es municipal y otro es veredal; también hay dos permisos de concesión de aguas para el municipio de La Sierra. Los principales problemas en el sistema de aducción y conducción para el acueducto municipal de Rosas, son ocasionados por la erosión que se presenta en esta zona, la cual es debida al tipo de suelo, condiciones geológicas y sumado a esto se tiene las prácticas agrícolas de la región. Para mitigar los procesos de erosión y remoción en masa se debe implementar un proceso de revegetalización el cual a su vez ayudara a poblar nuevamente la zona; también es importante la utilización de estacas de especies como guadua y nacedero, para la recuperación de zonas con presencia de cárcavas.

Los problemas de deforestación en esta zona son debidos principalmente a la ganadería, las quemas y a cultivos ilícitos, estos últimos han sido erradicados en su mayoría, sin embargo, los procesos de recuperación no se han llevado a feliz término. Al implementar un proceso de control de erosión con especies vegetales se recupera la zona; al igual que con los sistemas agroforestales y bebederos para el ganado, de los cuales ya se tiene experiencia en la zona macizo y han dado buenos resultados.

En cuanto a la calidad del agua y sus usos, se puede decir que la microcuenca Esmita es según las normas del RAS una fuente regular de abastecimiento, debido al índice de coliformes totales el cual muestra una disminución en relación a los años 2008-2009. Los procesos de recuperación y protección de la microcuenca Esmita no solo logran recuperar capa vegetal, sino que además ayudan a mejorar la calidad de las aguas.

La oferta hídrica que se puede observar a través del balance hídrico demuestra que la zona aun no presenta grandes problemas de escasez, sin embargo, es aquí donde se debe actuar para evitar que se llegue a problemas de déficit de agua.

La microcuenca Esmita es uno de los afluentes del río Quilcacé, el cual a su vez llega a la cuenca Patía; la cual es muy importante para la región y es donde los problemas de las zonas más altas se hacen aun más visibles. Con la implementación del proyecto de reforestación, manejo y protección de estructuras de saneamiento básico para la subcuenca Quilcacé-Esmita, se tendrán efectos ambientales y sociales a corto y mediano plazo ya que el proyecto involucra acciones de conservación, restauración, capacitación y manejo sostenible de los recursos naturales especialmente del recurso hídrico, permitirá garantizar la oferta y regulación del recurso hídrico para el abastecimiento no solo de la población de los municipio de Rosas y La Sierra sino a gran parte del resto del departamento.

En los aspectos sociales; se logrará sensibilizar a la comunidad sobre la protección del recurso hídrico, incrementar los recursos económicos de la población beneficiada debido a las nuevas prácticas agrícolas que se están recomendando.

BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO, R.,A. Deslizamientos En la Vereda El Marques-Municipio De Rosas, Cauca. Popayán : Ingeominas, Direccion Regional Sur, 1990. p. 66-100.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE LA SIERRA. Esquema de ordenamiento territorial del municipio de la Sierra. La sierra : el autor, 2007-2011. p. 13-59.

_____. Plan integral de desarrollo municipal “municipio de La Sierra”.Rosas : el autor, 2004-2007. p. 19-47.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE ROSAS. Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Rosas. La sierra : el autor, 2007-2011. p. 25-103.

CONGRESO NACIONAL DE COLOMBIA. Decreto 1729 de 2002. Bogotá : el autor, 2002. 7 p.

_____. Ley 99 de 1993. Bogotá : el autor, 1993. 44 p Artículo 111.

_____. Ley 79 de 1986. Bogotá : el autor, 1986. p.Artículo 1.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA. Caracterización ambiental, plan departamental de aguas y saneamiento básico. Popayán : CRC, 2009. p. 19-40, 86-110.

_____. Reporte técnico de monitoreo, acueducto municipal de Rosas.Popayán : CRC, 2008. 3 p.

_____. Mejoramiento del paisaje forestal como apoyo a la conformación del corredor biológico paramo de barbillas - microcuencas los huevos, chuzolongo y pascariguaico en los municipios de almaguer y la vega - nucleo del macizo colombiano - departamento del cauca.Popayán : CRC, agosto 2008 p.102.

_____.Gestión Ambiental para la Protección de las cuencas abastecedoras de acueductos en los municipios núcleo del Macizo Colombiano en el Departamento del Cauca. Popayán : CRC, agosto 2008 p.59

DANE. Censo general 2005-Información básica. Bogotá : DANE Colombia, 2005.

DIAZ SUAREZ, Jaime. Control de erosión en zonas tropicales. Bucaramanga : División Editorial y de Publicaciones, Universidad Industrial de Santander, 2001. p. 58-130, 170-286

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. Documentación Técnico Normativa del Sector de Agua y Saneamiento Básico., Bogotá : el autor, 2000. Titulo B p. 41-71, 89-130.

EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ROSAS, CAUCA. Plan De Uso Eficiente y Ahorro De Agua Municipio De Rosas. Popayán : CRC, 2009. p.36-46

CHAUX FIGUEROA, Guillermo. Conferencia de clase. Popayán : *s.n.*. 2009.

GONZÁLEZ MUÑOZ, Luis Jorge. Hidrología. Popayán : el autor, 2008. p. 148

_____. Climatología. Popayán : el autor, 2007. p. 8, 45-78, 96-112

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. Suelos de Colombia. Popayan : IGAC, 1995. p. 266-299.

_____. Estudio General de Suelos de los Municipios de Rosas, La Sierra, La Vega, Almaguer, Bolívar, Mercaderes, San Sebastián, Balboa, Argelia y Patía (El Bordo). Bogotá : IGAC, 1983. p. 366-399.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 2115 de 2007. Bogotá : el autor, 2007. 23 p.

_____. Decreto 475 de 1998. Bogotá : el autor. 23 p.

ORREGO L., A. Geología de La carretera panamericana en el tramo Timbío –Rosas, departamento del Cauca. Popayán : Ministerio de Minas y Energía, Instituto de Investigaciones de Geociencias, Minería y Química, , 1980.

ORREGO, A., A. P. ACEVEDO. Geología de la plancha 364-Tímbio. Popayán : Ministerio de Minas y Energía, Instituto de Investigaciones de Geociencias, Minería y Química, Dirección Regional Sur, , 1993.

PARIS, G Y P. A MARIN. Generalidades Acerca De La Geología Del Departamento. Popayan : *s.n.*

Rodriguez, Emma Reinos. (En línea). (citada el 24 de marzo de 2010.). Disponible en Internet: <http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas/especies.htm>.

UNIÓN TEMPORAL COLOMBIA. Diagnostico a nivel técnico e institucional, Municipio de Rosas departamento del Cauca. Popayán : el autor, Junio 2008. p. 1-9.

ESCLAVA, J.A.Sf. Apuntes de meteorología y climatología general. s.1 : Universidad Nacional de Colombia manuscrito, 1993. Cap. 19, p. 172-197.

FAO. Buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. (En línea). (citada el 7 de febrero de 2010) Disponible en Internet: <http://www.fao.org>.

ANEXOS

Anexo A. Distribución político administrativa de los municipios de Rosas y La Sierra.

Tabla 17. División político administrativo del municipio de Rosas

SECTOR	ZONAS	BARRIOS	ÁREA (HECTÁREAS)
CASCO URBANO		Santander	42.0194
		San José	
		Bolívar	
		Belén	
SECTOR RURAL	Zona 1.	VEREDAS	
1.		El Céfito	654.22
2.		La Despensa	391.20
3.		El Altillo	216.82
4.		El Porvenir	390.96
5.		Portachuelo	473.97
6.		El Diviso	466.95
7.		La Laja	543.85
8.		Loma Grande	581.45
9.	Zona 2	Párraga	383.37
10.		Santa Clara	54.26
11.		La Soledad	129.09
12.		Chontaduro	321..58
13.		Parraba Viejo	182.75
14.		Pan de Azúcar	623.56
15.		Pinzón	467.00
16.	Zona 3	El Retiro	259.34
17.		Alto de las Yervas	252.16
18.		Bellavista	250.49
19.		Golondrinas	468.29
20.		Berlín	473.79
21.		Palo Blanco	411.98
22.		Guayacanal	683.54
23.		Puerto llave	539.15
24.	Zona 4	El Líbano	135.18
25.		El Sauce	568.51
26.		El Churo Tablón	797.38

Continuación Tabla 17

SECTOR	ZONAS	BARRIOS	ÁREA (HECTÁREAS)
27.		Gualoto	332.68
28.		El Ramal	1638.83
29.	Zona 5	El Cucho	234.11
30.		El Marqués	258.67
31.		Ufugú	613.57
32.		La Violeta	167.27
33.		Guisábalo	387.76
34.	Zona 6	La Florida	1050.68
35.		Jigual	940.27
36.		Loma abajo	378.80
37.		Peña Blanca	455.92
TOTAL ÁREA			17222.46

Fuente: E.O.T municipio de Rosas SIG 2007-2011

Tabla 18. División político administrativo del municipio de La Sierra

ZONA	CORREGIMIENTO	VEREDA	ÁREA (HECTÁREAS)
CABECERA Y ZONA DE INFLUENCIA	LA SIERRA	Cabecera Municipal	*
		La Cuchilla	*
		El Estoraque	*
		Guindal	*
		El Jigual	*
		Taruca	*
		El Túnel	*
ZONA NORTE		Las Delicias	119
		Loma Grande	104
		Nueva Esperanza	470
		La Cuchilla	393
		El Estoraque	44
		Frontino Alto	419
		Frontino Bajo	170
		Guindal	308
		Palo Sembrado	100
		Sapongo	135
		Torres	282
		Zabaleta	254
		Quebrada Azul	180
		Buenos Aires	132
		San Andrés	122
		El Oso	126
		El Jigual	59
Providencia	198		
El Retiro	154		
ZONA SUR		Peñón	195
		Los Apartaderos	784
		Campo Bello	165
		Guachicono	190
		El Naranjal	98
		El Paraíso	241
		El Túnel	190
ZONA SUR OCCIDENTE	LA DEPRESIÓN	Depresión	939
		Guavito	1561
		San Lorenzo	438
		Taruca	517
		Santa Lucia	836
	Los Arboles	776	

Continuación Tabla 18

ZONA	CORREGIMIENTO	VEREDA	ÁREA (HECTÁREAS)	
ZONA NOROCCIDENTE	JUANA CASTAÑA	Alto de la Jagua	501	
		Juana Castaña	263	
		Rinconcito	353	
		Villegas	597	
			Chorritos	870
			Puerta Grande	228
ZONA ORIENTE	SAN PEDRO ALTO	Palo grande	193	
		San Pedro Alto	1042	
		San Pedro Bajo	1440	
	LOS ROBLES		El Llano	401
			La Palma	843
			Primavera	258
			El Salero	419
			Santa Marta	321
			Los Robles	1204
El Moral*-*	70			

Fuente: Plan integral de desarrollo municipal de La Sierra 2004-2007

Anexo B. Datos de precipitación

Tabla 19. Precipitación en el municipio de Rosas en milímetros

	ENE	FEB.	MAR	ABR.	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC.	Total
Esta. Rosas													
MEDIOS	253.3	92.7	191.6	199.2	145.7	61.0	35.5	58.4	128.9	291.7	176.7	294.6	1634.7
MÁXIMOS	827.3	450.3	408.0	485.0	301.4	256.6	131.4	272.0	250.0	474.0	746.5	529.0	5130.5
MÍNIMOS	43.8	32.7	20.1	13.0	12.5	1.5	9.0	9.0	14.7	52.9	50.0	29.6	259.45
Estación Párraga													
MEDIOS	209.9	190	170.4	189.9	161.2	42.3	35.5	38.9	97.5	219.0	307.0	236.6	1896,7
MÁXIMOS	645.9	343.8	389.9	315.6	321.9	281.8	102.2	152.7	255.7	537.5	758.9	419.6	4181.73
MÍNIMOS	22.2	9.5	54.0	36.0	60.0	7.0	0.0	0.0	1.0	51.4	90.2	60.5	391.6
Estación Rosas - Párraga viejo													
MÁXIMOS	156.0	167.5	122.5	262.0	170.0	82.0	104.0	62.0	66.0	180	522	296	2192
MEDIOS	156.0	312.0	157.0	402.0	192.0	140.0	162.0	124.0	74.0	236	522	296	2773
MÍNIMOS	156.0	23.0	88.0	122.0	148.0	24.0	46.0	0.0	62.0	124	522	296	1611

Fuente: E.O.T. municipio Rosas, 2007-2011

Tabla 20. Datos de precipitación en el municipio de La Sierra en milímetros.

AÑO	MES												VALOR ANUAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1990	139.6	403.3	192.6	167.2	107.3	49.5	33	53.8	54.9	329.4	234.4	379.8	2144.8
1991	211.1	34	514.1	143.8	204.9	59.4	44.6	11.1	163.4	75.4	439.6	417.4	2318.8
1992	203.3	201.2	51.1	138.7	59.7	19.4	10.9	45	94.9	134.1	470.9	640.2	2069.4
1993	310.9	235.9	248.5	172.5	198.1	19	23.3	45.5	111.2	265.1	507.3	440.1	2577.4
1994	539.2	321.1	251.3	285.3	213.2	18	8.4	11.2	209.4	402.7	460.6	268.7	2989.1
1995	65.5	183.4	210	245	210.2	123.8	77.8	68.3	32.7	403.6	279.6	214.9	2114.8
1996	514.1	188.2	323	244.5	204.2	140	18	43.3	23.3	243.5	252	392.6	2586.7
1997	742.3	97.4	322.8	212.2	60.2	147.7	0	0	130.1	237.9	300.4	86.4	2337.4
1998	36.5	143.8	181.5	258	205.1	28.5	30.1	71.3	71	145.8	646.5	255.8	2073.9
1999	574.7	302.1	218.7	232.4	201.3	91.2	7.8	27.4	210.8	355.6	642.9	649.7	3514.6
2000	426.7	519.3	247.1	236.5	268.3	123.4	65.3	27.3	217.5	131.6	301	179.9	2743.9
2001	96.2	222	177.9	34.7	198.8	54	27.8	0		168.2	340.8	535.4	1855.8
2002	269.3	93.2	253.4	273	113.3	122.2	27.4	20.7	27.8	281.7	196.8	268	1946.8
2003	171.6	156.2	267.4	183.9	60.8	131	34.2	11.3	171	253.1	279.4	270.3	1990.2
2004	359.1	116	126.2	333.2	123.3	22.1	43.9	0	86.4	317.9	502	369	2399.1
2005	290.9	265	294	117.5	178.8	36.1	29.9	15	105.4	548.8	492.7	474.9	2849
2006	316.2	233.1	335.5	339.4	182.6	95.9	60.9	21.7	49.9	180.4	331.2	415.8	2562.6
2007	81.4	79.6	243.8	345.7	230.3	43.4	82.9	84.1	10.2	415.4	414.2	644	2675
2008	523.7	300.9	276.7	247.1	273.5	102.4	36.9	173.1	99	249.2	618.2	428.2	3328.9
2009	283.4	209	303.5										795.9
MEDIOS	307.8	215.2	252	221.6	173.4	75.1	34.9	38.4	103.8	270.5	405.8	385.8	2484.4
MÁXIMOS	742.3	519.3	514.1	345.7	273.5	147.7	82.9	173.1	217.5	548.8	646.5	649.7	742.3
MÍNIMOS	36.5	34	51.1	34.7	59.7	18	0	0	10.2	75.4	196.8	86.4	0

Fuente: Elaboración propia, basado en información de la Estación La Sierra IDEAM

Anexo C. Geoformas del municipio de Rosas y La Sierra

Tabla 21. Geoformas del municipio de Rosas

TIPO DE PAISAJE	GEOFORMA	LITOLOGÍA	CARACTERÍSTICA
Paisaje	Lomerío en rocas sedimentarias y volcánicas.		Se presentan en el piso bioclimático ecuatorial y subandino. Pendiente entre 12 y 25% cortas e irregulares, con drenaje subdendrítico. Erosión hídrica laminar de fuerte a muy fuerte, reptación, cárcavas y deslizamientos. Poseen un tipo de disección muy fuerte(Paris s.f.).
	Colinas bajas en rocas sedimentarias.	Conjunto de sedimentitas (Epiclastitas) y Roca Volcánica (TQpg).	Laderas largas a medias, irregulares con cimas agudas, drenaje dendrítico y paralelo, tipo de disección ligera a fuerte. La erosión es hídrico laminar, en surcos y deslizamientos en masa.
	Montañas en roca volcánica (TQpg).	Están en forma general sobre: Conjunto de Sedimentitas (Epiclastitas) y Roca Volcánica (TQpg)(Paris s.f.).	Localizadas hacia el oriente del municipio en el piso subandino, pendientes rectas e irregulares, laderas medias entre 25 y 75% de pendiente, drenaje subdendrítico a dendrítico paralelo muy denso, erosión hídrica laminar de grado moderada a fuerte deslizamientos puntuales, una disección moderada a fuerte.
	Cuesta monoclinal en rocas volcánicas-sedimentarias.	Formado por la secuencia de la degradación parcial de los estratos sedimentarios plegados, se caracterizan por una ladera estructural más larga y de pendiente suave (Paris s.f.).	Drenaje subdendrítico bueno a moderado en la ladera estructural y paralelo en el escarpe, presenta erosión hídrica laminar, ligera en el escarpe y en la ladera, evidenciado además cárcavas y surco fuertes. Presenta una disección moderada.

Continuación de la Tabla 21

TIPO DE PAISAJE	GEOFORMA	LITOLOGÍA	CARACTERÍSTICA
	Cuesta monoclinal del Brocazo.	Dos geoformas bien diferenciados: El área del escarpe que esta sobre un conjunto de sedimentitas (Epiclastitas) y roca volcánica (TQpg); y la de la ladera que se encuentra sobre depósitos de cenizas o tefras (Qc).	El área del escarpe con pendientes muy fuertes superiores al 75%, densidad de drenaje moderado, de tipo paralelo, erosión hídrica laminar ligera. El área de la ladera se encuentra con pendientes entre el 3 y 7% formando una altiplanicie, se encuentra sobre un drenaje dendrítico, presenta erosión hídrico laminar moderada y disección moderada.
Paisaje aluvial intra-montano	Las vegas, sobrevegas y terrazas de los ríos.	Se localiza sobre depósitos aluviales recientes. Conjunto de sedimentitas (Epiclastitas) y roca volcánica (TQpg) y rocas de la Formación Esmita (TMe)(Paris s.f.).	Es una unidad periódicamente anegadiza, que favorece los procesos pedogenéticos del suelo y el desarrollo adecuado de una cobertura vegetal. Presentan pendientes muy suaves de 0-7 % generalmente rectas, no disectadas, erosión hídrica laminar ligera sin disección.
Paisaje piedemont e coluvial.	Coluvios en roca volcánica (TQpg).	Conjunto de sedimentitas (Epiclastitas) (TQpg)(Paris s.f.).	Laderas irregulares medias con pendientes entre el 25 a 50%. Los suelos son moderadamente profundos a drenados, áreas con pendientes cortas e irregulares, drenaje dendrítico y disección moderada.
	Relieve de lomerío, colinado y montaña denudacional.	Elevaciones del terreno que hacen parte de cordilleras cuya altura y morfología actual no dependen de plegamientos de las rocas de la corteza, ni tampoco del volcanismo sino de los procesos degradacionales determinados por el agua y los vientos.	Se encuentra en el piso bioclimático subandino.
	Lomerío en roca volcánica (TQpg).	Conjunto de sedimentitas (Epiclastitas) y roca Volcánica (TQpg).(Paris s.f.).	Se caracteriza por encontrarse con pendientes irregulares con cimas redondeadas a cortas, de 3-7 y de 7-12 % de pendiente, drenaje de dendrítico a subdendrítico y erosión hídrica laminar de ligera a moderada. Con disección de ligera a moderada.

Continuación de la Tabla 21

TIPO DE PAISAJE	GEOFORMA	LITOLOGÍA	CARACTERÍSTICA
	Colinas en roca volcánica y el Complejo Barroso – Amaime (TQpg) (Klba).	Conjunto de Sedimentitas (Epiclastitas) y Roca Volcánica (TQpg) y el Complejo Barroso – Amaime (Klba) que son Rocas básicas que incluye basaltos, piroclásticas, diques de gabros y algunas capas de sedimentitas. Las rocas sedimentarias son limolitas, arcillolitas, areniscas de grano fino y chert. La estratificación es gradada y rítmica (Paris s.f.).	Pendiente rectas cortas de 7 a 12 y de 25 al 50%, drenaje dendrítico medio, una erosión hídrica laminar de grado ligera a moderado, deslizamientos y cárcavas puntuales, una disección de ligera a moderada.
	Montañas y laderas en Complejo Barroso Amaime y Conjunto de metasedimentarias (Klba) (Pzimv).	Complejo Barroso – Amaime (Klba) que son rocas básicas que incluye basaltos, piroclásticas, diques de gabros y algunas capas de sedimentitas. Las rocas sedimentarias son limolitas, arcillolitas, areniscas de grano fino y chert. La estratificación es gradada y rítmica. Conjunto de Esquistos Verdes (Metabasitas) y Metasedimentarias (Pzimv) Están constituidas por esquistos verdes, esquistos silíceos negros, esquistos anfibólicos y cloríticos, con unidades locales de cuarcitas (Agudelo 1990).	Presentan laderas rectas y largas con drenaje dendrítico de ligero a moderado erosión hídrica laminar con deslizamientos y derrumbes puntuales, la disección es de ligera a moderada.

Continuación de la Tabla 21

TIPO DE PAISAJE	GEOFORMA	LITOLOGÍA	CARACTERÍSTICA
	Colada de lodo en Conjunto de Ignimbritas o flujos piroclásticos y Lahares (Tqpi Qpi)	Según la clasificación de Villota H. se caracteriza por encontrarse sobre lavas basálticas altamente fluidas, emitidas a través de extensas fisuras en diferentes periodos geológicos. Se encuentra formando parte del Conjunto de Ignimbritas o flujos piroclásticos y Lahares (TQpi, Qpi).	Pendientes muy largas y rectas entre 25 a 50 y del 50% en adelante, son moderadamente drenados, su drenaje es paralelo y presenta erosión hídrica laminar con deslizamientos y derrumbes puntuales, la disección es moderada.
Paisaje de montaña denudativo	Montañas en (TQpi, Qpi) y en Pzims.	Conjunto de Ignimbritas o Flujos Piroclásticos y Lahares (TQpi, Qpi)	Las estructuras columnares son comunes.
	Esquistos Cuarzomicáceos y Cuarцитas	Predominan esquistos cuarzomicáceos, cuarcitas y esquistos grafiticos-micáceos.	Drenaje dendrítico, pendientes entre 50 y más, erosión de tipo laminar ligera, deslizamientos alrededor de la vía, disección moderado.
	Relieve de planicie volcánico denudativo.	Conjunto de Ignimbritas o Flujos Piroclásticos y Lahares (TQpi, Qpi)(Orrego 1993).	Pendiente larga entre 0-7 %, drenaje paralelo moderado, una erosión hídrica laminar de grado ligera a moderado, disección moderada.

Fuente: Elaboración propia, basado en información del E.O.T del municipio de Rosas 2007-2011

Tabla 22. Principales características de los suelos presentes en La Sierra

FORMA DEL RELIEVE	CARACTERÍSTICAS DE LAS FORMAS	PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS ACTUALES	NATURALEZA DEL MATERIAL GEOLÓGICO	CARACTERÍSTICA DE LOS SUELOS	UNIDAD TAXONÓMICA	NOMBRE	HAS
					Conjunto		
MONTAÑAS LADERAS	Relieve quebrado, vertientes largas y convexas. Afloramientos rocosos localizados	Deslizamientos, escurrimiento difuso y concentrado intenso: cárcavas localizadas	cenizas volcánicas que cubren esquistos y arenas tobaceas	Fuertemente ácidos profundos bien drenados, de textura franco arcillosa y franco arcillo arenosa	PANCITARÁ SALADO CAQUIONA	Asociación Pancitará PA	58.432
	Relieve fuertemente quebrado y escarpado, con cimas angulosas, laderas rectilíneas de pendientes fuertes. Afloramientos rocosos localizados	Escurrecimiento difuso intenso, soliflucción localizada y algunos deslizamientos	Cuarzodioritas, dioritas y pórfidos	Muy fuertemente ácidos, muy superficiales, limitados por la roca con muy alto contenido de aluminio de cambio	BALBOA DIVISO CEDRO	Asociación Balboa BV	51.756
			Tobas aglomerados y cenizas volcánicas	Fuertemente ácidos, superficiales, excesivamente drenados, limitados por roca y grava	GALEÓN DIVISO	Asociación Galeón GN	980
	Relieve fuertemente ondulado y desoliflucción y cimas amplias y redondeadas y laderas de pendientes fuertes	Deslizamientos, soliflucción generalizada y erosión laminar ligera	cenizas volcánicas que cubren filitas, pizarras, Cuarzodioritas, diositos y pórfidos	Muy fuertemente ácidos, moderadamente profundos limitados por grava y cascajo, profundos, bien drenados de texturas franco y franco arcillosos	SIERRA ARGELIA	Asociación Sierra SI	59.135

Continuación de la Tabla 22

FORMA DEL RELIEVE		CARACTERÍSTICAS DE LAS FORMAS	PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS ACTUALES	NATURALEZA DEL MATERIAL GEOLÓGICO	CARACTERÍSTICA DE LOS SUELOS	UNIDAD TAXONÓMICA	NOMBRE	HAS
MONTAÑAS	LADERAS	Relieve quebrado y escarpado, con algunos afloramientos rocosos localizados	Erosión laminar severa, deslizamientos, derrubios localizados	Esquistos porfiríticos y conglomerados cuarzosos	Fuertemente ácidos, superficiales a moderadamente profundos, limitados por roca, textura franco arenosa a franco arcillosa gravillosa; bien drenados	HERRADURA COCALES	Asociación Herradura HE	6.180
	PIE DE LADERAS	Relieve fuertemente quebrado, de pendientes variables y laderas irregulares	Erosión hídrica laminar ligera; abundantes fragmentos de rocas	Materiales heterogéneos, esquistos, diabasas, pórfidos y cenizas.	Moderadamente ácidos, profundos, limitados por cascajos y piedras, bien drenados, de textura franca y franco arenosa gravillosa	ROSAS LLANO BAJO	Asociación ROSAS RO	762
COLINAS		Relieve ondulado de cimas redondeadas y vertientes medias y cortas, rectilíneas.	Escurrimiento difuso ligero a moderado y poco escurrimiento concentrado	Capas de cenizas volcánicas recubren total o parcialmente a andesitas, tobas y brochas	Fuerte a medianamente ácidos; profundos a muy profundos, Texturas variadas; limitados por alguna saturación de aluminio	DOMINGUITO TIMBÍO TAMBO REJOYR	Asociación Dominguito Timbío DI	2.270
		Relieve fuertemente ondulado de cimas redondeadas, laderas cortas y algo convexas.	Erosión laminar ligera a moderada, solifluxión generalizada.	Cenizas volcánicas, aglomerados tobáceos y rocas andesíticas	Muy fuertemente ácidos; profundidad efectiva profunda a muy profunda, limitados por aluminio de cambio alto, textura franco arcillosos	TAMBO SALERO PARRAGA	Asociación Tambo TM	3.555

Continuación de la Tabla 22

FORMA DEL RELIEVE	CARACTERÍSTICAS DE LAS FORMAS	PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS ACTUALES	NATURALEZA DEL MATERIAL GEOLÓGICO	CARACTERÍSTICA DE LOS SUELOS	UNIDAD TAXONÓMICA	NOMBRE	HAS
COLINAS	Relieve ondulado ha fuertemente quebrado, cimas agudas, laderas cortas y medios. Afloramientos rocosos.	Erosión laminar ligera a moderada, deslizamientos frecuentes y reptación generalizada	Cenizas volcánicas fuertemente evolucionadas, tobas y aglomerados	Muy Fuertemente ácidos, superficiales a moderadamente profundos, bien drenados arcillosos	APARTADERO ROBLE ARBELA	Asociación Apartaderos AT	2.475
	Relieve ligera a fuertemente ondulado, cimas ligeramente planas o redondeadas, de laderas cortas o medianas	Erosión laminar ligera a severa con algunas cárcavas localizadas	Materiales piroclásticos	Fuertemente ácidos; bien a excesivamente drenados, textura arcillosa, muy superficiales limitados por arcillas	PIEDRA SENTADA HOYO	Asociación Piedra Sentada PS	21.000
	Relieve fuertemente ondulado ha quebrado, cimas aguadas, laderas cortas e irregulares. Afloramientos rocosos	Erosión laminar moderada con abundante cascajo en superficie	Arenisca, arcillosita y detritos de rocas variadas	Muy Fuertemente ácidos, muy superficiales, bien a excesivamente drenados texturas gruesas	FORTALEZA CASCAJOSA	Asociación Fortaleza FR	24.830

Continuación de la Tabla 22

FORMA DEL RELIEVE	CARACTERÍSTICAS DE LAS FORMAS	PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS ACTUALES	NATURALEZA DEL MATERIAL GEOLÓGICO	CARACTERÍSTICA DE LOS SUELOS	UNIDAD TAXONÓMICA	NOMBRE	HAS	
SUPERFICIES ALUVIALES	TERRAZA MEDIA	Formas planas limitadas por taludes, con disecciones poco profundas	Erosión laminar ligera, presencia de zurales localizados	Material heterométrico de variada naturaleza mineralógica	Reacción neutra hasta fuertemente ácida; pobres a moderadamente bien drenados bien drenados.	TRICAL FUENTE-FIERRO	Asociación Trigal TR	2.192
	VEGAS	Relieve plano a ondulado, presencia de causes abandonados y de piedras sobre la superficie	Acumulación de materiales; inundaciones ocasionales a veces prolongadas	Materiales muy finos, mezclados con cascajo y gravilla	Muy superficiales a moderadamente profundos, limitados por cascajo y gravilla, drenaje imperfecto a pobre; textura gruesa a mediana	SAJANDI PURO ARRAYAN	Asociación Sajandi SD	4.367
		Relieve plano a ligeramente plano	Acumulación de materiales finos	Sedimentos finos	Moderadamente profundos y profundos, ricos en carbonatos; de textura generalmente fina, de reacción ligeramente ácida a alcalina	RAYANALES GUINEAL CARIDAD	Asociación Rayanales RN	7.745
	VALLES ALUVIO - COLLUVIALES	Relieve inclinado y plano	Acumulación de materiales coluvio aluviales con pedregosidad sobre la superficie en algunos sectores	Material heterométricos de variada naturaleza petrológica	Muy fuerte a ligeramente ácidos de variada profundidad efectiva, drenaje imperfecto a bueno.	PLATEADO FLORIDA TÚNEL	Asociación Plateado PQ	2.080

Continuación de la Tabla 22

FORMA DEL RELIEVE	CARACTERÍSTICAS DE LAS FORMAS	PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS ACTUALES	NATURALEZA DEL MATERIAL GEOLÓGICO	CARACTERÍSTICA DE LOS SUELOS	UNIDAD TAXONÓMICA	NOMBRE	HAS
	Relieve plano y ligeramente plano	Acumulación de materiales coluvio aluviales con amplios sectores pedregosos en la superficie	Cantos rodados de variada naturaleza petrológica y sedimentos finos aluviales	Fuerte a ligeramente ácidos, de variada profundidad efectiva y variada textura.	MANGO CHONTURAL	Asociación Mango MG	1.647

Fuente: Elaboración propia, basado en E.O.T Municipio de La Sierra 2007-2011

Anexo D. Flora del municipio de Rosas

Tabla 23. Especies vegetales representativos del bosque abierto por zonas

ZONAS	VEREDAS	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO
ZONA N° 1	Altillo, La Violeta, La Laja, Portachuelo, la Despensa, El porvenir El Diviso, El Céfiro, Loma Grande.	YARUMO. TAMBOR SANGREGADO PENDO	Ochroma pyramidale Crotón gossypifolia
ZONA N° 2	Párraga, Párraga Viejo, Pinzón, La Soledad, Santa Clara, Pan de Azócar, Chontaduro	SANGREGADO HIGUERÓN JIGUA PENDO CACHIMBO	Crotón gossypifolia Ficus Sp Nectandra Sp. Citharexylum cunthiaum Erythrina poeppigiana
ZONA N° 3	Alto de las Hierbas Retiro, Bella vista Guayacanal, Puerto Llave, Berlín, Palo Blanco.	SANGREGADO HIGUERÓN JIGUA PENDO CACHIMBO	Crotón gossypifolia Ficus Sp Nectandra Sp. Citharexylum cunthiaum Erythrina poeppigiana
ZONA N° 4	El Ramal, El Sauce, El Líbano, Peña Negra Gualoto, Churo Tablón	GUAYACÁN ESTORAQUE ENCENILLO SANGREGADO	Tabebuia chrysantha Styrax sp. Weinmannia sp. Crotón gossypifolia
ZONA N° 5	Guisabalo, Ufugú, El Marques y El Cucho.	FRESNO GUASIMO SANGREGADO PENDO.	Guazuma ulmifolia Crotón gossypifolia Croton gossypifolia Citharexylum cunthiaum
ZONA N° 6	Golondrinas, El Jigual Peña Blanca, Loma Abajo, La Florida	HIGUERÓN TAMBOR-BALSO AGUACATILLO	Ficus sp. Ochroma pyramidale Persea sp.

Fuente: E.O.T Municipio de Rosas; 2007-2011

Tabla 24. Especies vegetales representativos de arbustos

ZONAS	VEREDAS	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO
ZONA N° 1	Altillo, La Violeta, La Laja, Portachuelo, la Despensa, El porvenir El Diviso, El Céfiro, Loma Grande.	GUAYABO GUAMO DE RÍO NACEDERO LECHERO GUADUA CARBONERO	Psidium guajaba Inga Sp Trichanthera <i>gigantea</i> Euphorbia lotaci Guadua angustifolia Calliandra medellinensis
ZONA N° 2	Párraga, Párraga Viejo, Pinzón, La Soledad, Santa Clara, Pan de Azócar, Chontaduro	GUADUA CANA AGRIA GUAMO DE RÍO GUAYABO	Guadua angustifolia Astrostemma ciliatum Inga Sp Psidium guajaba
ZONA N° 3	Alto de las Hierbas Retiro, Bella vista Guayacanal, Puerto Llave, Berlín, Palo Blanco.	NACEDERO CAÑA BRAVA IRACA CHACHAFRUTO	Trichantera <i>gigantea</i> Gynerium sagittatum Carludovica palmata Eritrina edulis. Triana
ZONA N° 4	El Ramal, El Sauce, El Líbano, Peña Negra Gualoto, Churo Tablón	MAYORQUIN GUAYABO GUADUA CARBONERO NACEDERO NOGAL	Cordia cylindrostachya Psidium guajava Guadua angustifolia Calliandra medellinensis Trichantera <i>gigantea</i> <i>Juglans neotropica</i>
ZONA N° 5	Guisaba lo, Ufugú, El Marques y El Cucho.	GUAYABO LECHERO CORDONCILLO SAUCO CAÑA BRAVA GUADUA	Psidium guajava Euphorbia lotaci Piper sp Sambucus maxicana Gynerium sagittatum Guadua angustifolia
ZONA N° 6	Golondrinas, El Jigual Peña Blanca, Loma Abajo, La Florida	GUAMO NEGRO GUADUA IRACA CORDONCILLO NACEDERO	Inga sp Guadua angustifolia Carludovica palmata Piper sp Trichantera <i>gigantea</i>

Fuente: E.O.T Municipio de Rosas; 2007-2011

Tabla 25. Especies vegetales representativos de arbustivo denso por zonas

ZONAS	VEREDAS	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO
ZONA N°1	Altillo, La Violeta, La Laja, Portachuelo, la Despensa, El porvenir El Diviso, El Céfiro Loma Grande.	YERBA MORA COLA CABALLO PAICO HELECHO CHILCA CHAPALOTE	Solanum nigrum Chenopodium ambrosioides Pteridium Sp Baccharis Sp.
ZONA N°2	Párraga, Párraga Viejo, Pinzón, La Soledad, Santa Clara, Pan de Azúcar, Chontaduro	AMOR SECO RABO DE ZORRO ESCOBA ZARZA	Desmodium adscenden Malache ruderalis Mimosa pigra
ZONA N°3	Alto de las Hierbas Retiro, Bella vista Guayacanal, Puerto Llave, Berlín, Palo Blanco.	DORMIDERA CORTADERA CHIILCA SALVIA	Mimosa pudica Baccharis Sp. Salvia Sp.
ZONA N°4	El Ramal, El Sauce, El Líbano, Peña Negra Gualoto, Churo-Tablón	ESCOBA PACUNGA SALVIA CHICHARRÓN ZARZA MURUPACHA	Malache ruderalis Bidens triplenervia Salvia Sp Mimosa pigra Muehlebeckia sp
ZONA N°5	Guisaba lo, Ufugú, El Marques y El Cucho.	AMOR SECO ZARZA ESCOBA PAICO ABRECAMINOS MARUPACHA	Desmodium adscenden Mimosa pigra Malache ruderalis Chenopodium ambrosioides Muehlebeckia sp
ZONA N°6	Golondrinas, El Jigual Peña Blanca, Loma Abajo, La Florida	CHILCA CORTADERA CHAPALOTE Yerba mora ABRECAMINOS SALVIA	Baccharis sp. Solanum nigrum Salvia sp

Fuente: E.O.T Municipio de Rosas; 2007-2011

Tabla 26. Especies vegetales representativos de herbazal

ZONAS	VEREDAS	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO
ZONA N°1	Altillo, La Violeta, La Laja, Portachuelo, la Despensa, El porvenir El Diviso, El Céfiro Loma Grande.	LIMONCILLO ROMERO PAICO VERDOLAGA DESBANESEDORA PRINGAMOSA LLANTÉN	Cymbogopon citratus Rosmarinus officinalis Chenopodium ambrosioides Portulaga oleracea. L Urea carcasana Plantago linearis
ZONAS N°2	Párraga, Párraga Viejo, Pinzón, La Soledad, Santa Clara, Pan de Azúcar, Chontaduro	PACUNGA ALBAHACA PRINGAMOSA LENGUA DE VACA DESCANSE HIERBABUENA SUELDA VIOLETA	Bidens pilosa Ocimum micranthus Urea carcasana Clibadium surinamense Menta piperita Pseudoelephantopus sp Viola odorata
ZONA N°3	Alto de las Hierbas Retiro, Bella vista Guayacanal, Puerto Llave, Berlín, Palo Blanco.		
ZONA N°4	El Ramal, El Sauce, El Líbano, Peña Negra Gualoto, Churo-Tablón	TRÉBOL RUDA MANZANILLA PACUNGA CARACUCHO ORTIGA	Trifolium repens L Ruta Sp. Matricaria chamomilla Bidens pilosa Urtica urens
ZONA No.5	Guisaba lo, Ufugú, El Marques y El Cucho.	TRÉBOL HIERBABUENA SUELDA POLEO DESCANSE LENGUA DE VACA	Trifolium repens L Menta piperita Pseudoelephantopus sp Clibadium surinamense
ZONA N°6	Golondrinas, El Jigual Peña Blanca, Loma Abajo, La Florida	PAJA PAJARITO VERBENA CILANTRO POLEO ANAMÚ DESCANSE	Calamagrostis sp Verbena sp Coriandrum sativum Clibadium surinamense

Fuente: E.O.T Municipio de Rosas; 2007-2011

Anexo E. Hidrología del municipio de Rosas

Tabla 27. Hidrografía del municipio de Rosas

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	ÁREA(HAS.)	AFLUENTES 1	AFLUENTES 2
Cuenca Patía	Quilcacé	Sabaletas	1200.10	Q. Peña Blanca.	
		Drenajes 4ª	445.80		
		Golondrinas	1065.16	Zanjones Hornitos, Mosquera, Días, El Horno, El silencio y Mamaconde.	
		Casas viejas	73.07		
		La Soledad	123.37		
		Guayabillas	1269.98	Guayacanal, Palo o chocho.	
		Drenajes 1	415.59		
		El Retiro	292.47	Michinche.	
		El Guiaco	351.43		
		La Despensa	343.51		
		Drenajes 2	295.00		
		Drenajes 3	295.04		
		Quebra canilla	481.80		
		El Culebrero	1491.93	Zanjones: El Higuieron, Alegrías, Nudillal, El Silencio.	
		Zanjón del Sauce	221.67		
Quebrada la Cueva	231.95	Zanjones: Chorro viejo, la Chucha, El Diviso.			

Continuación de la Tabla 27

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	ÁREA(HAS.)	AFLUENTES 1	AFLUENTES 2
Cuenca Patía	Quilcacé	Loma de los Santos	807.27	La Escalera, Santa Catalina.	
		Drenajes 4	664.46		
		Esmita	1266.21	La Cañada o Alegrías	La cañada y San Gil
			219.86	Drenajes 5	
			275.08	Drenajes 6	
			874.20	Broncancito	Zanjón Las Mestizas
			340.14	Carpintero	
			638.10	Zanjón el Bolsón	Contador, Los Pinos, Guadal, El Placer, Los Potrillos, Carmelita
			1491.93	El Salado	
			212.25	Campo alegre	La laja
			1406.29	El cementerio	Portachuelo, Capuchin, La Chorrera, Grande, Z. Galambo
			251.25	Q. El Roblal	
			292.71	Q Pichangal	
			354.68	El Marques	
	862.30	Drenajes 7			

Fuente E.O.T Municipio De Rosas 2009

Anexo F. Datos para realizar el Balance Hídrico de la Subcuenca Quilcacé-Esmita y la clasificación climática del municipio de La Sierra

Estación: La Sierra corriente Guachicono

Longitud: 7703

Latitud: 211

Altura: 1870 metros

Periodo: 1982-2002

Tabla 28. Datos para el balance hídrico de la microcuenca Esmita, periodo 1982-2002

	En.	Feb.	Mr.	Ab.	My.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oc.	Nov.	Dic.
Tm	17.5	17.7	17.9	17.9	18.1	18.2	18.4	18.9	18.7	18	17.3	17.3
I	6.66	6.78	6.90	6.90	7.01	7.07	7.19	7.49	7.37	6.95	6.55	6.55
Evt	62.66	63.99	65.33	65.33	66.68	67.36	68.73	72.21	70.81	66.00	61.35	61.35
Ajuste	0.82	0.83	1.03	1.12	1.26	1.27	1.28	1.19	1.04	0.95	0.82	0.79
Evtp	51.39	53.11	67.29	73.17	84.02	85.55	87.98	85.93	73.64	62.70	50.31	48.47
Pp.	307.8	215.2	252.0	211.6	173.4	75.1	34.9	38.4	103.8	270.5	405.8	385.8
Humedad						-	-	-				
	256.41	162.09	184.71	138.43	89.38	10.45	53.08	47.53	30.16	207.80	355.49	337.33
Reserva	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	89.55	36.48	0.00	31.16	100.00	100.00	100.00
Evtr	51.39	53.11	67.29	73.17	84.02	85.55	87.98	74.88	73.64	62.70	50.31	48.47
Déficit	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Exceso	256.41	162.09	184.71	138.43	89.38	0.00	0.00	0.00	0.00	138.95	355.49	337.33
lh	201.91											
la	1.34											
lm	201.10											

Fuente: Método de Thornthwite, datos 1990-2009

Siglas:

Evtp: evapotranspiración potencial o de referencia

Evtpe: evapotranspiración

I: Índice de calor anual

a: parámetro

Pp: precipitación media mensual

Tm: temperatura media mensual

lm: índice de humedad global

Ih: índice de humedad

Ia: índice de aridez

Totales:

Tm	17.99 °C
I	83.41
a	1.84
Evtp	823.55 mm
Evtpe	259.46 mm
Evtpe	31.50 %
Pp.	2474.30 mm
Reserva ideal	100 mm
Déficit	11.06 mm (agosto)
Exceso	1662.80 mm
Torrencialidad R	684.99
Reserva ideal	100 00 mm
Reserva Llena	226 días
Reserva Húmeda	96 días
Reserva Vacía	38 días
Reserva Vacía en verano	38 días

Estación: La Sierra
Longitud: 7703
Latitud: 211
Altura: 1870 metros
Periodo: 1990-2009

Tabla 29. Datos para el balance hídrico de la microcuenca Esmita, periodo 1990-2009

	En.	Feb.	Mr.	Ab.	My.	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oc.	Nov.	Dic.
Tm	18.5	17.7	17.9	17.9	18	18.3	18.3	18.6	18.5	17.9	17.4	17.4
i	6.66	6.78	6.90	6.90	6.95	7.13	7.13	7.31	7.25	6.90	6.61	6.61
Evt	62.81	64.14	65.48	65.48	66.15	68.19	68.19	70.26	7.25	6.90	6.61	6.61
Ajuste	0.82	0.83	1.03	1.12	1.26	1.27	1.28	1.19	1.04	0.95	0.82	0.79
evtp	51.51	53.24	67.44	73.33	83.35	86.60	87.28	83.60	72.35	62.20	50.97	49.10
Pp.	316.1	207.2	229.2	209.0	177.0	69.4	31.6	38.1	123.1	298.8	385.5	354.7
Hu	264.59	153.96	161.76	135.67	93.65	17.20	55.68	45.50	50.75	236.60	334.53	305.60
reserva	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	82.80	27.12	0.00	51.75	100.00	100.00	100.00
Evtr	51.51	53.24	67.44	73.33	83.35	86.60	87.28	65.22	72.35	62.20	50.97	49.10
Déficit	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.39	0.00	0.00	0.00	0.00
Exceso	264.59	153.96	161.76	135.67	93.65	0.00	0.00	0.00	0.00	188.35	334.53	305.60
lh	199.53											
la	2.24											
lm	198.19											

Fuente: Método de Thornthwite, datos 1982-2002

Totales:

Tm	17.95 °C
I	83.11
A	1.84
Evtp	820.97 mm
Evtpe	254.49 mm
Evtpe	31.36%
Pp.	2439.70 mm
Reserva ideal	100 mm
Déficit	18.39 mm (agosto)
Exceso	1638.12 mm
Torrencialidad R	628.66
Reserva ideal	100 00 mm
Reserva Llena	227 días
Reserva Húmeda	93 días
Reserva Vacía	40 días
Reserva Vacía en verano	40 días

Anexo G. Resultados de laboratorio, para calificar la calidad del agua tratada por el acueducto municipal de Rosas.

Procedencia: municipio de Rosas

Fuente: río Esmita

Análisis solicitado: Físicoquímico - bacteriológico

Nombre del cliente: Subdirección Defensa del Patrimonio Ambiental – Territorial Macizo

Punto de captación y fecha de toma: punto 6221: abril 15 de 2009

Punto 6222: 14 mayo 2009

Punto 6223: 15 de julio de 2009

Punto: 6224: 4 de septiembre de 2009

Ordenado por: empresa de acueducto de Rosas E.S.P. EMROSAS

Recolectado por: Luis Carvajal - fontanero

Acueducto y alcantarillado de Popayán - Análisis bacteriológicos y fisicoquímicos

Tabla 30. Informe de laboratorio- muestra de agua en la red de distribución acueducto de Rosas

Parámetro	Método	Unidad	V.Permitido H ₂ O tratada	Resultados			
				6221	6222	6223	6224
PH	Potenciómetro	Unidad	6.5-9.0	6.4	6.5	6.9	6.7
Conductividad	Electrométrico	μS/cm	50-1000	121.0	80.6	76.8	56.2
Color aparente	Platino-cobalto	UPC	<=15	1.8	5.8	2.1	1.6
Alcalinidad total		Mg/L CaCO ₃	Hasta 200	62.0	39.0	37.0	36.0
Hierro total		Mg/L Fe	0-0.3	0.60	0.60	.01	0.1
Turbidez	Turbidimétrico	UNF	<=2	0.85	0.6	2.2	0.5
Oxígeno disuelto		Mg/L O ₂	>6.0	NA	NA	8.3	NA
Dureza total	Titulométrico	Mg CaCO ₃ /L	Hasta 300	53.0	35.0	42.0	22.0
SDT	Gravimétrico	Mg /L	<=500	60.4	40.4	38.4	28.1
Coliformes totales	Sustrato definido	NMPMicroorganismos /100 ml	< 1 NMP	0	0	0	0
Coliformes fecales	Sustrato definido	NMPMicroorganismos /100 ml	<1 NMP	0	0	0	0
Recuento de mesofilos	Filtración por membrana		Hasta 100 UFC	21	36	28	30

Fuente: Emrosas, 2009

Anexo H. Descripción de los costos según cada actividad.

1. Equipo de trabajo:

Tabla 31. Costos del equipo de trabajo distribuido según cada actividad en pesos (\$)

ACTIVIDAD	MES	FUNCIONARIO	FACTOR	DÍA	VALOR MES \$	VALOR TOTAL \$
Todas	18	Director Proyecto	4.8	144	5,220,000.00	25,056,000.00
Visitas	0,1	Ing. Forestal	0.1	3	2,551,000.00	255,100.00
	0,1	Ing. Ambiental	0.1	3	2,551,000.00	255,100.00
Proceso de Siembra	1,03	Ing. Forestal	1.03	31	2,551,000.00	2,627,530.00
	0,27	Ing. Ambiental	0.27	8	2,551,000.00	688,770.00
control de quemas	2,4	Técnico	2.4	72	1,470,700.00	3,529,680.00
	0,17	Ing. Forestal	0.17	5	2,551,000.00	433,670.00
	0,17	Ing. Ambiental	0.17	5	2,551,000.00	433,670.00
Sistemas agroforestales	0,17	Técnico	0.17	5	1,470,700.00	250,019.00
	0,33	Ing. Forestal	0.33	10	2,551,000.00	841,830.00
	0,23	Ing. Ambiental	0.23	7	2,551,000.00	586,730.00
Construcción de bebederos	0,33	Técnico	0.33	10	1,470,700.00	485,331.00
	0,17	Ing. Ambiental	0.17	5	2,551,000.00	433,670.00
	0,17	Técnico	0.17	5	1,470,700.00	250,019.00
TOTAL						36,127,119.00

Fuente: Elaboración propia

2. Identificación de actores

Tabla 32. Costos de la identificación de actores en pesos (\$)

ACTIVIDAD	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Divulgación y planificación de acciones	Global		1.0	2,000,000.0	2,000,000.0
Visitas a predios	Transporte	Día	3.0	200,000.0	600,000.0
	Funcionarios	Día	6.0	85,000.0	510,000.0

Continuación de la Tabla 32

ACTIVIDAD	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
	Viáticos		Global	1,000,000.0	1,000,000.0
Otros gastos			1.0	1,000,000.0	1,000,000.0
TOTAL				4,285,000.0	5,110,000.0

Fuente: Elaboración propia

3. Reforestación y control de la erosión

Tabla 33. Costos de las actividades de concientización, capacitación y participación de la población en pesos (\$)

ACTIVIDAD	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Socialización del diagnostico	plegables		1000	2,000.0	2,000,000.0
	Personal calificado	Ing. Forestal, día	5	85,000.0	425,000.0
		Ing. Ambiental día	5	85,000.0	425,000.0
		Técnico, día	5	49,000.0	245,000.0
	Transporte	Día	8	200,000.0	1,600,000.0
	Viáticos		1	3,000,000.0	3,000,000.0
	Otros		1	1,000,000.0	1,000,000.0
Organización de los grupos de trabajo	Personal calificado	Ing. Ambiental día	2	85,000.0	170,000.0
		Técnico, día	2	500,000.0	1,000,000.0
	Transporte		3	200,000.0	600,000.0
	Viáticos		1	1,000,000.0	1,000,000.0
	Otros		1	1,000,000.0	1,000,000.0
Selección lugar para almacigo	Personal calificado	Técnico, día	1	49,000	49,000
	Transporte	Día	1	200,000.0	200,000.0

Continuación de la Tabla 33

ACTIVIDAD	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
	Viáticos		1	300,000.0	300,000.0
	Otros		1	100,000.0	100,000.0
Recorridos	Personal calificado	Ing. Forestal día	5	85,000.0	245,000.0
	Personal no calificado	Guía	3	20,000.0	60,000.0
	Equipo		1	500,000.0	500,000.0
	Transporte	Día	5	200,000.0	1,000,000.0
	Viáticos		1	2,000,000.00	2,000,000.0
	Otros		1	1,000,000.00	1,000,000.0
TOTAL				11,209,000.0	16,997,000.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Costos de implementación de cercas vivas en pesos (\$)

ACTIVIDAD	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Información	Personal calificado	Ing. Forestal día	3	85,000.0	255,000.0
	Transporte	Día	1	200,000.00	200,000.0
Proyecto Piloto	Árboles		82	20,000.00	1,640,000.0
	NPK	Bultos	2	80,000.00	160,000.0
	Bórax	Bultos	1	60,000.00	60,000.0
	calfomac	Bultos	1	20,000.00	20,000.0
	Hidrogel	Gramos	164	8,400.00	1,377,600.0
	Herramientas		1	500,000.00	500,000.0
	Ahoyado	Día	1	20,000.00	20,000.0
	Abonar	Día	1	20,000.00	20,000.0
	Siembra	Día	1	20,000.0	20,000.0
	Descarga de arboles	Día	1	20,000.0	20,000.0
	Transporte	Día	1	300,000.0	300,000.0
	Viáticos		1	100,000.0	100,000.0
	Otros		1	500,000.0	500,000.0
TOTAL				1,953,400.0	5,192,600.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Costos para la siembra en pesos (\$)

ACTIVIDAD	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Limpieza del lote	Personal no calificado	Día	5	20,000.0	100,000.0
Germinadores	Personal calificado	Técnico, día	5	49,000.0	49,000.0
	Personal no calificado	Día	10	20,000.0	200,000.0
	Guadua	Metro	12.4	1,000.0	12,400.0
	Polisombra	Metro	8	8,000.0	64,000.0
	Puntillas	Caja	6	3,000.0	18,000.0
	Herramientas		1	700,000.0	700,000.0
	Mertec	Cm ³	200	180.0	36,000.0
	Arena	Metro	2	50,000.0	100,000.0
	Transporte	Día	5	200,000.0	1,000,000.0
	Viáticos		1	500,000.0	500,000.0
	Otros		1	500,000.0	500,000.0
Almacigo	Personal calificado	Ing. forestal, día	20	85,000.0	1,700,000.0
		Técnico, día	44	49,000.0	2,156,000.0
	Personal no calificado	Día	248	20,000.0	4,960,000.0
	Guadua	Metro	1116	1,000.0	1,116,000.0
	Polisombra	Metro	1810	8,000.0	14,480,000.0
	Puntillas	Caja	6	3,000.0	18,000.0
	Herramientas		1	700,000.0	700,000.0
	Calfomac	Bulto	5	20,000.0	100,000.0
	Tierra	Kilo	9375	1,000.0	9,375,000.0
	Materia orgánica	Kilo	3125	1,000.0	3,125,000.0
	Bolsas	Paquete	25	6,500.0	162,500.0
	Transporte	Día	22	200,000.0	4,400,000.0
	Viáticos		1	1,000,000.0	1,000,000.0
	Otros		1	1,000,000.0	1,000,000.0
Aislamiento	Personal calificado	Técnico, día	12	49,000.0	588,000.0
	Personal no calificado	Día	1065	20,000.0	21,300,000.0
	Alambre	Bulto	30.4	80,000.0	2,432,000.0
	Postes		2009	1,000.0	2,009,000.0
	Grapa	Kilo	75	2,500.0	187,500.0
	Árboles		812	25,000.0	20,300,000.0
	NPK	Bulto	20	80,000.0	1,600,000.0
	Bórax	Bulto	10	60,000.0	600,000.0

Continuación de la Tabla 35

ACTIVIDAD	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
	Calfomac	Bulto	10	20,000.0	200,000.0
	Herramientas		1	1,000,000.0	1,000,000.0
	Transporte	Día	5	200,000.0	1,000,000.0
	Viáticos		1	1,000,000.0	1,000,000.0
	Otros		1	1,000,000.0	1,000,000.0
Trazado		Día	240	20,000.0	4,800,000.0
Plateo		Día	408	20,000.0	8,160,000.0
Ahoyado		Día	408	20,000.0	8,160,000.0
Abonos	Gallinaza	Bulto	5	10,000.0	50,000.0
	Otros	Bulto	5	20,000.0	100,000.0
Fertilización		Día	24	20,000.0	480,000.0
Siembra		Día	324	20,000.0	6,480,000.0
TOTAL				8,813,180.0	129,214,400.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Costos de las actividades de mantenimiento en pesos (\$)

ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Reposición por pérdidas			10	20,000.0	200,000.0
Control de plagas	control químico, manual	Día	23	20,000.0	460,000.0
	Técnico	Día	3	49,000.0	147,000.0
Control de malezas	limpiezas	jornal	30	20,000.0	600,000.0
Control fitosanitario		Global	1	1,000,000.0	1,000,000.0
Control de incendios		Jornal	20	20,000.0	400,000.0
TOTAL				1,129,000.0	2,807,000.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Costos del control de cárcavas en pesos (\$)

ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Capacitación	Personal calificado	Ing. Ambiental, día	3	85,000.0	255,000.0
	Transporte	Día	1	200,000.0	200,000.0

Continuación de la Tabla 37

ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Aislamiento	Postes		9	1,000.0	9,000.0
	Alambre	Bulto	1	80,000.0	80,000.0
	Grapas	Kilo	1	2,500.0	2,500.0
	Estacas		1000	100.0	100,000.0
	Herramientas		1	500,000.0	500,000.0
	Personal no calificado	Día	15	20,000.0	300,000.0
	Viáticos		1	1,000,000.0	1,000,000.0
	Otros		1	500,000.0	500,000.0
TOTAL				2,388,634.0	2,946,500.0

Fuente: Elaboración propia

4. Control de quemas

Tabla 38. Costos del control de quemas en pesos (\$)

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
5 capacitaciones	Ing. Forestal, día	5	85,000.0	595,000.0
	Ing. Ambiental, día	5	85,000.0	595,000.0
	Técnico, día	5	49,000.0	343,000.0
	Plegables, papelería	1,000	2,000.0	2,000,000.0
otros gastos		1	1,000,000.0	1,000,000.0
Transporte	Día	5	200,000.0	1,000,000.0
Viáticos		1	1,000,000.0	1,000,000.0
TOTAL			2,421,000.0	6,533,000.0

Fuente: Elaboración propia

5. Protección a estructuras de saneamiento

Tabla 39. Costos de la protección a estructuras de saneamiento en pesos (\$)

ACTIVIDAD	ITEM	CANTIDAD	VALOR TOTAL \$
Diagnostico completo del estado de estructuras del acueducto	Inversión	Global	38,000,000.0
Reposición de estructuras del sistema del acueducto	Inversión	Global	40,000,000.0
	Operación		4,000,000.0
Priorización, diseño y construcción de muros en gaviones y trinchos	Estudios previos	Global	5,000,000.0
	Contratación personal y ejecución de las obras		30,000,000.0
TOTAL			117,000,000.0

Fuente: Elaboración propia

6. Sistemas agroforestales

Tabla 40. Costos de los sistemas agroforestales en pesos (\$)

ACTIVIDAD	ITEM2	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Talleres	Personal calificado	ingeniero forestal, día	7	85,000.0	425,000.0
		Técnico, día	7	49,000.0	245,000.0
Capacitación		Ing. ambiental, día	5	85,000.0	170,000.0
		Ing. forestal, día	5	85,000.0	170,000.0
Implementación	Árboles		100	20,000.0	2,000,000.0
	Calfomac	Bulto	1	20,000.0	20,000.0
	Bórax	Bulto	1	60,000.0	60,000.0
	NPK	Bulto	1	80,000.0	80,000.0
	Hidrogel	Gramos	300	8,400.0	2,520,000.0
Transporte			7	200,000.0	1,400,000.0
Viáticos			1	1,000,000.0	1,000,000.0
Otros			1	1,000,000.0	1,000,000.0
TOTAL				2,862,400.0	9,600,000.0

Fuente: Elaboración propia

7. Construcción de bebederos

Tabla 41. Costos de la construcción de bebederos en pesos (\$)

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Manguera de 100 m	Rollo	150	22,000.0	3,300,000.0
Canoa de cemento	Numero	150	95,000.0	14,250,000.0
Tubo de 1/2 pulgada (2 m/bebedero)	Numero	300	10,000.0	3,000,000.0
Ladrillos(16/bebedero)	Numero	2400	320.0	768,000.0
Cemento (1 bulto/Bebedero)	Bultos	150	22,000.0	3,300,000.0
Codos (4/bebedero)	Numero	600	1,000.0	600,000.0
Arena (0,25m ³ /bebedero)	m ³	37.5	50,000.0	1,875,000.0
Pegante para PVC (0.25 onza/bebedero)	Onza	37.5	8,000.0	300,000.0
Transporte	Global	20	200,000.0	4,000,000.0
Instalación	Ing. Ambiental, día	5	85,000.0	425,000.0
Personal no calificada	Día	53	20,000.0	1,060,000.0
Personal calificada	Ing. Ambiental, día	3	85,000.0	255,000.0
	Técnico	3	49,000.0	147,000.0
Herramienta		1	600,000.0	600,000.0
Viáticos		1	1,000,000.0	1,000,000.0
Otros		1	1,000,000.0	1,000,000.0
TOTAL			3,247,320.0	35,880,000.0

Fuente: Elaboración propia

8. Seguimiento al nacimiento de la microcuenca Esmita

Tabla 42. Costos del seguimiento a la zona de nacimiento de la microcuenca Esmita en pesos (\$)

ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Aislamiento	Personal calificado	Técnico, día	5	49,000.0	245,000.0
	Personal no calificado	Día	80	20,000.0	1,600,000.0
	Postes		594	1,000.0	594,000.0
	Alambre	Bulto	8.4	80,000.0	672,000.0
	Grapas	Kilo	22	2,500.0	55,000.0
Fertilización	Abonos	Bulto	2	80,000.0	160,000.0

Continuación de la Tabla 42

ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
	Personal no calificado	Día	2	20,000.0	40,000.0
Reposición	Árboles		1200	1,000.0	1,200,000.0
	Personal no calificado	Día	50	20,000.0	1,200,000.0
	Viáticos		1	500,000.0	500,000.0
	Otros		1	500,000.0	500,000.0
TOTAL				1,973,500.0	8,066,000.0

Fuente: Elaboración propia