

- CAPITULO II -

COMPONENTE

FÍSICO - BIÓTICO

1 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

1. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

1.1 INTRODUCCIÓN

Los diversos elementos climáticos tales como dirección y velocidad del viento, lluvias, temperatura, humedad del aire, horas luz, entre otros, y su conjugación en un determinado espacio geográfico, acompañados de factores topográficos, hídricos, y ambientales en general, ejercen una influencia inobjetable en las costumbres y tradiciones de la población; por tanto, es objetivo primordial de la presente evaluación analizar el comportamiento climático e hídrico en el municipio de Firavitoba. Para lograr este objetivo, el estudio incluye dos componentes básicos a saber: el climatológico, compuesto por un análisis de precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar, recorrido y velocidad del viento y balance hídrico de la zona y un análisis hidrológico e hidrográfico donde se delimitan y caracterizan las principales unidades hidrográficas del municipio, a la vez que se evalúan caudales de las principales corrientes hídricas superficiales.

1.2 ALCANCE Y METODOLOGÍA

A fin de analizar el comportamiento de los principales elementos climáticos e hídricos en el municipio, se seleccionaron en el IDEAM las estaciones más representativas de la zona, obteniendo información de los valores medios mensuales, multianuales para un período promedio de registro de 35 años, de esta forma fueron seleccionadas doce estaciones, de las cuales doce son meteorológicas y una hidrológica. El Cuadro II-1 señala las principales características de dichas estaciones.

CUADRO II-1. Estaciones Hidroclimatológicas

ESTACIÓN	TIPO	MUNICIPIO	UBICACIÓN			PERÍODO REGISTRO
			Latitud N	Longitud W	Elevación m.s.n.m	
Pesca	PG	Pesca	5° 32´	73° 05´	2.678	1957 – 1999
Iza	PM	Iza	5° 37´	72° 59´	2.470	1958 – 1999
Firavitoba	PM	Firavitoba	5° 41´	72° 59´	2.486	1971 – 1999
El Cerezo	PM	Paipa	5° 42´	73° 04´	2.900	1980 – 1999
San Rafael	CO	Tibasosa	5° 47´	72° 59´	2.548	1969 – 1999
Las Cintas	PG	Sogamoso	5° 37´	72° 53´	3.400	1971 – 1999
Crucero El Villita	PM	Sogamoso	5° 38´	72° 55´	3.225	1969 – 1999
Aeropuerto Lleras	SS	Firavitoba	5° 41´	72° 58´	2.500	1981 – 1999
SENA	PG	Sogamoso	5° 45´	72° 56´	2.500	1981 – 1999
Tibasosa	PM	Tibasosa	5° 45´	73° 00´	2.500	1964 – 1999
La Copa	CO	Toca	5° 37´	73° 12´	2.700	1991 – 1999
Belencito	PM	Nobsa	5° 47´	72° 53´	2.530	1967 – 1999
La Resaca	LM	Firavitoba	5° 39´	73° 00´	2.492	1985 – 1999

Fuente: IDEAM

SS: Sinóptica Secundaria
PG: Pluviográfica
PM: Pluviométrica

LM: Limnimétrica
CO: Climatológica Ordinaria

Una vez obtenidos los registros de los elementos a evaluar, se realizó la complementación de datos y el procesamiento respectivo para lograr los valores medios mensuales multianuales, los cuales fueron posteriormente analizados y graficados. El Cuadro II-2 muestra estos valores para los diferentes elementos climatológicos.

Con respecto al análisis del clima, mediante el ejercicio anteriormente descrito, se procedió a realizar una zonificación climática en donde se integró la evaluación particular desarrollada para cada uno de los elementos y se analizó el clima de manera integral y regional, enfatizando su comportamiento en Firavitoba.

CUADRO II-2. Valores Hidroclimatológicos Medios Mensuales Multianuales

ESTACIÓN	PARÁMETRO	UND.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Pesca	Precipitación	mm.	4.4	24.3	44.6	80.5	80.3	56.3	51.8	52.9	65.2	83.8	75.2	20.5	639.8
Iza	Precipitación	mm.	5.0	30.5	49.6	76.4	76.9	31.2	30.5	31.2	56.7	66.5	80.4	22.6	557.5
Aeropuerto Lleras	Precipitación	mm.	20	24	68	92	79	54	48	41	61	100	95	32	712.0
	Temperatura	°C	13.9	14.2	14.7	14.9	14.8	14.3	13.8	13.9	13.9	14.2	14.6	13.9	14.0
	Humedad Relativa	%	71	71	73	76	77	77	76	76	76	77	76	73	75.0
	Velocidad viento	m/s	1.4	1.4	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.2
La Resaca	Caudal	m ³ /s	0.116	0.107	0.392	1.011	2.169	2.268	1.974	1.642	1.418	2.29	2.196	0.99	1.4
SENA	Precipitación	mm.	26	36	79	116	95	52	43	39	64	107	91	35	780.0
San Rafael	Precipitación	mm.	17.2	24.7	65.7	104.3	94.9	47.4	93.5	45.2	80.4	118.5	92.4	40.6	774.8
	Temperatura	°C	15.3	15.6	15.7	15.8	15.7	15.3	14.8	14.9	15.0	15.2	15.5	15.1	15.3
	Humedad Relativa	%	69	69	72	75	76	74	73	74	74	75	75	73	73.0
	Evaporación	mm.	113	108	113	99	94	93	103	101	97	95	98	103	1217.0
	Brillo Solar	Horas	201	170	163	121	122	132	155	141	133	132	148	190	1808.0
	Recorrido viento	Km.	2338	2161	2225	1917	1819	1940	2258	2180	1924	1836	1738	1961	24297.0
Tibasosa	Precipitación	mm.	28	36	82	129	116	65	49	53	79	118	109	45	909.0
Belencito	Precipitación	mm.	8	33	69	94	87	37	47	33	51	127	90	34	709.0
	Temperatura	°C	14.4	14.7	15.2	15.0	14.9	14.4	14.0	13.9	14.1	14.5	14.6	14.2	14.5
El Cerezo	Precipitación	mm.	24.8	48.6	83.5	114.7	114.0	64.2	54.5	55.1	70.7	130.7	114.1	52.1	927.0
Las Cintas	Precipitación	mm.	18.6	30.5	66.2	114.6	118.3	129.9	174.1	133.8	104.7	108.7	97.0	37.1	1134.5
El Crucero	Precipitación	mm.	11.7	27.8	62.3	107.8	99.1	70.3	86.0	67.7	71.7	94.4	90.2	31.8	820.8
Firavitoba	Precipitación	mm.	13.9	27.9	58.3	96.7	97.6	54.0	39.4	46.5	58.7	94.8	81.3	31.0	701.6
La Copa	Precipitación	mm.	21.2	37.5	67.9	75.2	93.1	57.2	56.4	41.6	60.5	24.4	85.5	44.8	727.3

Fuente: IDEAM

De otra parte, el comportamiento hidrológico fue analizado a partir de valores medios mensuales multianuales de la estación La Resaca, sobre el Río Chiquito, principal fuente hídrica superficial del municipio.

Para lograr el objetivo trazado al iniciar el desarrollo del presente capítulo, fueron evaluados los siguientes elementos meteorológicos: precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, evaporación y brillo solar; a la vez, se desarrolló la evaluación de la demanda y oferta de agua a partir de balances hídricos. Asimismo, a nivel hidrológico se tuvo en cuenta, caudales medios, máximos y mínimos del Río Chiquito.

Adicional a los ejercicios descritos, se procedió a desarrollar una delimitación de las unidades hidrográficas, clasificándolas de acuerdo con el tamaño e importancia, en gran cuenca, cuenca y subcuenca. Todas ellas fueron morfológicamente analizadas, a fin de proporcionar al estudio las condiciones físicas fundamentales para su posterior evaluación ambiental y propuesta de manejo a las mismas; esto último en otros apartes del presente Esquema de Ordenamiento Municipal.

Finalmente, con base en los resultados y análisis hechos a cada uno de los componentes climáticos e hidrológicos del municipio, se procedió a elaborar el mapa de zonificación hidroclimática.

2. CLIMA

2.1 PRECIPITACIÓN

El comportamiento de la precipitación a través del año es de tipo bimodal, es decir, presenta dos períodos de invierno bien marcados, separados por dos de estiaje. Del total precipitado, que se considera del orden de los 787 mm., el 35.5% (1.396 mm.) se registra en el primer período lluvioso, el cual ocurre entre los meses de marzo a mayo, en tanto que el 34.8% (1.370 mm.) del total de lluvias anuales, se presenta en el segundo período de invierno de septiembre a noviembre, quedando un 29.7% (1.169 mm.) distribuido en los períodos de estiaje, los cuales corresponden a los trimestres comprendidos entre diciembre y febrero y de junio a agosto.

Sobresalen los meses de abril y octubre como los más lluviosos, con valores promedios multianuales que superan los 130 mm. precipitados en un solo mes.

De otra parte, de acuerdo con los valores registrados en la estación Aeropuerto Alberto Lleras Camargo, constituida como la más representativa del comportamiento climático del municipio según las estaciones seleccionadas para la presente evaluación, llueve un promedio de 712 mm. anuales, de los cuales 239 mm. (34%) se precipitan en el primer trimestre de invierno, el 36% (256 mm.) en el segundo período lluvioso, y el 30% restante (327 mm.) en los dos trimestres de verano. En esta estación se destaca como el mes más lluvioso Octubre, con un valor promedio de 100 mm.

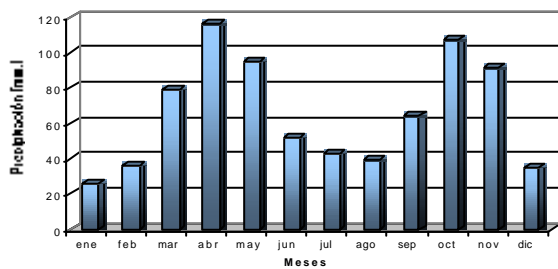


FIGURA II-1. Histograma Valores Totales Mensuales de Precipitación – Estación Sena

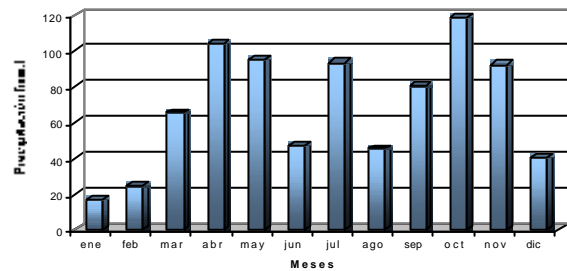


FIGURA II-2. Histograma Valores Totales Mensuales de Precipitación – Estación San Rafael

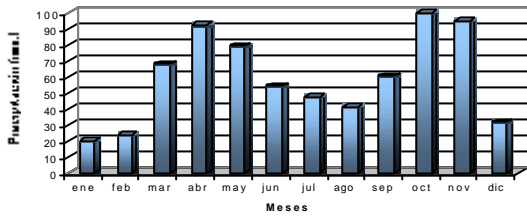


FIGURA II-3. Histograma Valores Medios Mensuales de Precipitación Estación Aeropuerto Lleras Camargo

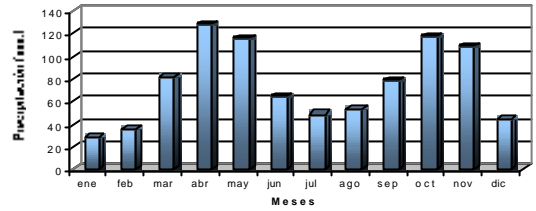


FIGURA II-4. Histograma Valores Medios Mensuales de Precipitación Estación Tibasosa

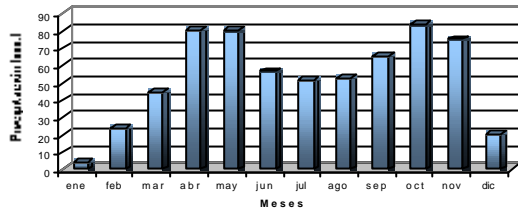


FIGURA II-5. Histograma Valores Medios Mensuales de Precipitación Estación Pesca

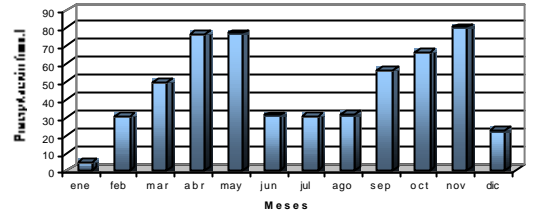


FIGURA II-6. Histograma Valores Medios Mensuales de Precipitación Estación Iza

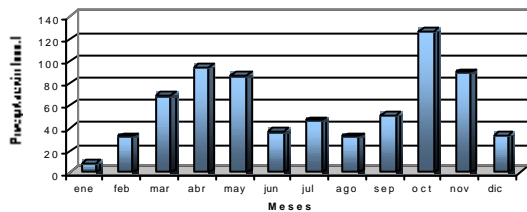


FIGURA II-7. Histograma Valores Medios Mensuales de Precipitación Estación Belencito

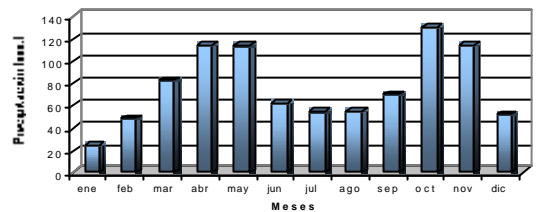


FIGURA II-8. Histograma Valores Medios Mensuales de Precipitación Estación El Cerezo

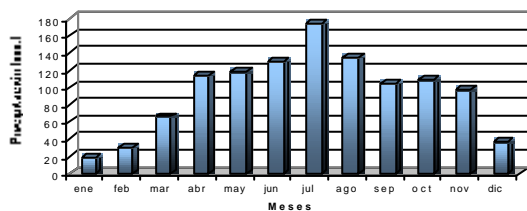


FIGURA II-9. Histograma Valores Medios Mensuales de Precipitación Estación Las Cintas

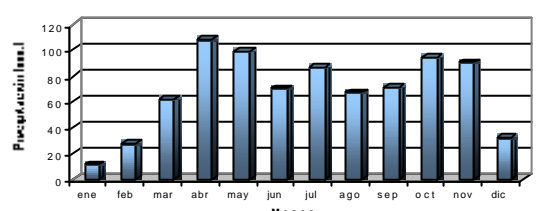


FIGURA II-10. Histograma Valores Medios Mensuales de Precipitación Estación El Crucero

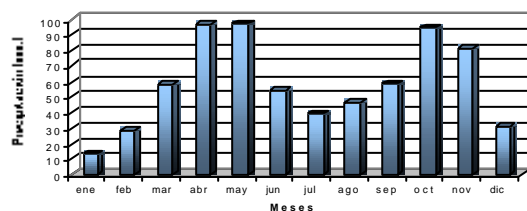


FIGURA II-11. Histograma Valores Medios Mensuales de Precipitación Estación Firavitoba

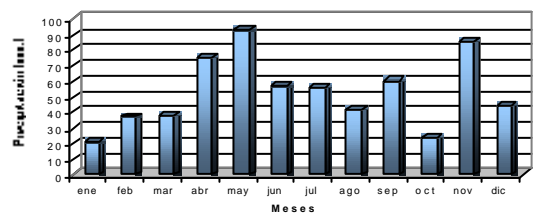


FIGURA II-12. Histograma Valores Medios Mensuales de Precipitación Estación La Copa

La estación SENA, ubicada sobre los 2.500 m.s.n.m., registra un promedio anual de lluvias de 780 mm., con valores del orden de los 290 mm. en el primer trimestre de invierno (37%), seguido de dos trimestres de estiaje, donde se logra tan solo un promedio de 134 mm. (17%) de lluvias. Esta época seca da paso nuevamente a un segundo período de invierno donde se precipitan 262 mm. aproximadamente, correspondientes a 34% del total anual precipitado en esta estación. Sobresale el mes de abril como el más lluvioso del año con 116 mm. de promedio multianual (ver Figura II-1).

Con relación a la estación San Rafael, localizada en Tibasosa, sobre los 2.548 m.s.n.m., se observa un incremento en los valores totales mensuales con respecto a las estaciones hasta el momento evaluadas. En ella se precipitan 825 mm., de los cuales 290 mm. (35%) suceden entre marzo y mayo, y 278 mm. (34%) en los meses de septiembre a noviembre. Los 257 mm. restantes se precipitan entre los trimestres de junio a agosto y diciembre a febrero. En esta estación sobresale el mes de octubre como el más lluvioso del año, cuando llueve un promedio de 116 mm.

Por otro lado, la estación Tibasosa, ubicada sobre los 2.500 m.s.n.m., registra un promedio anual de lluvias de

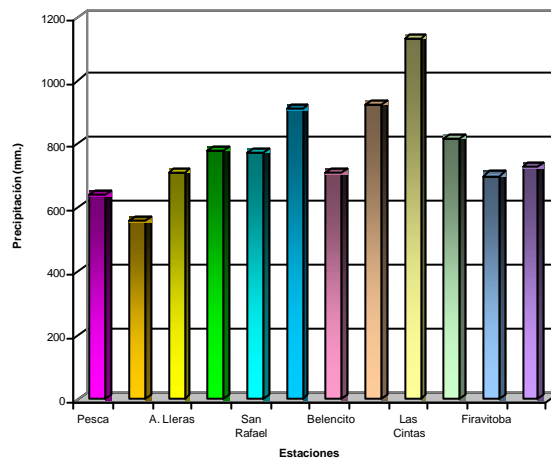


FIGURA II-13. Precipitación Total Promedio Muntianual Estaciones Seleccionadas

909 mm., siguiendo similar comportamiento a las estaciones anteriormente analizadas; es decir con dos períodos bien marcados de máximas lluvias, donde se precipitan aproximadamente 633 mm. y dos épocas de estiaje que logran los 270 mm. en seis meses. El mes más lluvioso es abril, con un promedio multianual de 129 mm.

La estación Belencito sobre los 2.530 m.s.n.m. presenta una precipitación total multianual de 709 mm. distribuidos de la siguiente forma: el 35% (250 mm.) se registra en el primer período lluvioso, el 38% (268 mm.) en la segunda época de lluvias, y el 27% restante se precipita en los dos trimestres secos. Con un promedio de 127 mm. sobresale el mes de octubre como el más lluvioso del año.

De manera general, se puede mencionar que todas las Estaciones analizadas presentan un régimen de precipitación bimodal, con sus máximos entre abril – mayo y octubre – noviembre. Por el contrario, la Estación Las Cintas, muestra un régimen unimodal, presentando un máximo en los meses de junio - agosto, además de ser la que mayor precipitación presenta.

La Figura II-13 representa el comportamiento de la precipitación total promedio multianual en las estaciones seleccionadas.

2.2 TEMPERATURA

Con un promedio de 14.6°C, el municipio de Firavitoba se caracteriza por presentar un comportamiento térmico casi homogéneo, con registros de temperatura medios mensuales que van desde los 13.8°C hasta los 15.8°C aproximadamente.

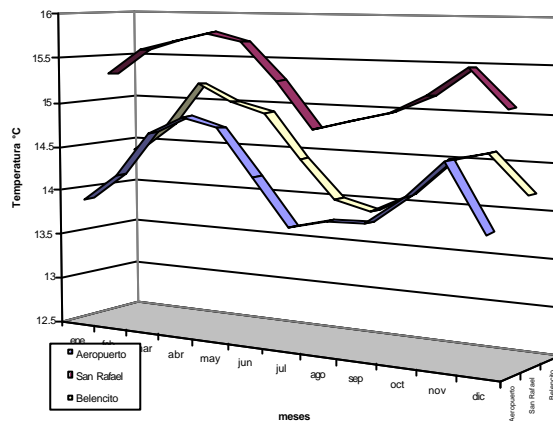


FIGURA II-14. Temperatura Media Mensual Multianual Estaciones Seleccionadas

Los meses más cálidos coinciden con los de mayor precipitación, por lo tanto se presenta en el primer semestre del año (marzo, abril y mayo) una época cálida y húmeda, en la cual el promedio de temperatura es de 14.8°C. Asimismo en el segundo semestre, en los meses de septiembre a noviembre la temperatura asciende, hasta alcanzar los 14.6°C, valor este menor que el registrado como promedio en el primer trimestre.

Dado lo anterior, se presentan igualmente dos temporadas de temperatura baja, los trimestres comprendidos entre diciembre y febrero y de junio a agosto; en ellos la temperatura es del orden de los 14°C.

Con relación a las estaciones seleccionadas para el presente análisis, no se observan variaciones significativas en cuanto al comportamiento térmico en estas zonas, sin embargo cabe destacar que la estación Aeropuerto A. Lleras registra los menores valores, presumiblemente por la incidencia de factores tales como terreno plano y acción de los vientos.

Vale la pena aclarar que estas estaciones, registradas aproximadamente sobre los 2.500 m.s.n.m., no tienen en cuenta las diferencias altimétricas, y puesto que la temperatura varía con relación a la altura, se hace necesario anotar que en el municipio se presentan temperaturas menores en las dos zonas de páramos situados en las veredas de San Antonio (Loma El Varital 3.450 m.s.n.m.) y Diravita Alto, Mombita Alto e Irboa (Cerro Guáticas 3.200 m.s.n.m.).

La Figura II-15 representa el comportamiento de la temperatura en la zona de estudio registrada en las estaciones del IDEAM.

2.3 HUMEDAD RELATIVA

De acuerdo con las estaciones Aeropuerto A. Lleras y San Rafael, se evalúa el contenido de humedad del aire en la zona. Su comportamiento temporal y espacial es homogéneo, registrando como promedio un 74% con máximos medios de 77% en los meses de mayo y octubre, meses estos lluviosos y de máximas temperaturas. Los menores registros se presentan en los meses de estiaje, descendiendo hasta un 69% en la humedad del aire.

La estación más representativa para el presente análisis es la del Aeropuerto A. Lleras, en ella el promedio multianual es del orden del 75%, con valores medio máximos de 77% y mínimos de 71%.

La Figura II-16 muestra el comportamiento de la humedad relativa en el municipio de Firavitoba.

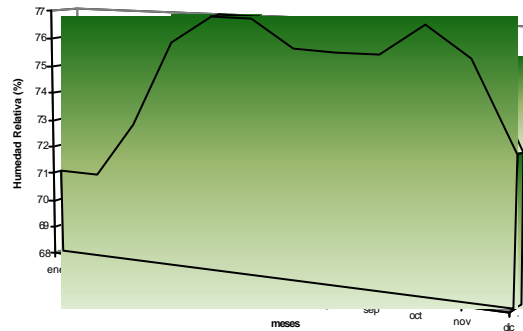


FIGURA II-15. Humedad Relativa Media Mensual Estación Aeropuerto Lleras

2.4 BRILLO SOLAR

Este elemento climático se encuentra inversamente relacionado con el comportamiento de tipo bimodal que presenta la precipitación. A nivel temporal muestra dos períodos de mayor insolación; comprendidos entre diciembre y enero, y entre julio y agosto. En el primer bimestre se contabilizan 390 horas, en tanto que en el segundo período alcanza las 295 horas; esto significa un promedio de 6 horas diarias de luz. Los meses de invierno corresponden a aquellos de menor brillo solar; en ellos las horas de luz diarias disminuyen a 5.

El municipio registra un promedio multianual de 1.808 horas de luz al año, valor este significativo para el desarrollo de las actividades agrícolas tradicionales y para satisfacer la demanda y requerimientos de energía solar actual.

2.5 VELOCIDAD Y RECORRIDO DEL VIENTO

Con una velocidad promedio anual de 1.2 m/s, el viento en la zona recorre aproximadamente 24.297 Km. dada la conjugación de los demás elementos climáticos en el área tales como precipitación, humedad relativa

y otros factores de tipo topográfico, el viento alcanza su mayor velocidad en el primer trimestre del año (1.4 m/s), cuando el tiempo es seco y la temperatura promedio baja. Es en este período cuando recorre la mayor distancia, alcanzando valores del orden de los 2.338 Km. en un mes. Asimismo, en el segundo trimestre de estiaje se incrementa nuevamente la velocidad y por ende el recorrido del viento. Lo contrario sucede en los meses de invierno, cuando por las condiciones de precipitación, y en general climática, impiden el óptimo recorrido del viento y descienden sus valores de velocidad y distancia hasta lograr registros mensuales inferiores a 1.1 m/s y 1.700 Km. respectivamente.

2.6. BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico es la cuantificación de las necesidades de humedad del suelo en un lugar o área determinada; permite establecer la disponibilidad real de agua en un espacio y las relaciones temporales entre la oferta y la demanda hídrica. Su cálculo se lleva a cabo mediante la elaboración de un cómputo entre la precipitación y la evapotranspiración o la evaporación, conociéndose de antemano, por medio del cálculo de la capacidad de almacenamiento del suelo, la humedad que puede retener.

Por lo anterior, se analiza a continuación la disponibilidad de agua en el municipio, a partir de los registros de precipitación y temperatura de las estaciones San Rafael y Aeropuerto Lleras representativas del área de estudio.

Para llevar a cabo este análisis, se siguieron los lineamientos de la metodología propuesta por C.W. Thornthwaite la cual se basa fundamentalmente en los valores de nivel mensual multianual, de tal manera que la evapotranspiración potencial se calculó de acuerdo con la fórmula:

$$ETP = 16(10t/I)^a$$

en donde:

ETP: Evapotranspiración Potencial Mensual (mm.)

t: Temperatura media mensual (°C)

I: Índice de calor, donde $I = (12/J)^i$

J: 1

i: t/5

a: $0.675 \cdot 10^{-6} I^3 - 0.77 \cdot 10^{-4} I^2 + 1.792 \cdot 10^{-2} I + 0.49$

Los valores obtenidos de la evapotranspiración potencial deben ser ajustados tanto a la insolación diaria teórica del día promedio como al número de días para cada mes en particular. Se supuso una cantidad típica de almacenamiento de agua en el suelo de 100 mm.

La estación Aeropuerto Lleras, muestra un comportamiento similar en cuanto a la oferta y demanda del recurso hídrico, es así como inicia el año con un trimestre deficitario, donde se precipita un promedio de 113 mm. y se presenta una ETP muy superior (212 mm.). Posteriormente, en el mes de abril sus intensas lluvias permiten superar tal déficit y se produce una reserva hídrica con un período de tres meses, a partir de los cuales nuevamente se registra deficiencia hasta el mes de septiembre. El año termina con un trimestre en donde las lluvias sobrepasan los valores de evapotranspiración, reservando agua para el nuevo ciclo hídrico del año siguiente. De esta forma, se registran seis meses de deficiencia de agua, más intensos que los seis meses restantes de reserva del líquido, hecho este que produce un déficit anual entre los 136 mm y los 30 mm aproximadamente.

Factor	MES												Total
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Temp	13.9	14.2	14.6	14.8	14.7	14.2	13.7	13.7	13.8	14.1	14.4	13.8	14.2
I	4.7	4.9	5.1	5.2	5.1	4.9	4.6	4.6	4.7	4.8	5.0	4.7	58.0
Etp	1.81	1.86	1.93	1.97	1.95	1.86	1.77	1.77	1.79	1.84	1.90	1.79	
DMS	30.6	27.9	30.9	30.6	31.8	30.9	31.8	31.5	30.3	30.9	29.7	30.6	
ETP	55.2	51.9	59.8	60.3	62.1	57.5	56.2	55.7	54.1	56.9	56.3	54.7	680.8
Prec	20.9	29.1	65.6	98.8	86.5	51.5	41.6	45.2	58.7	97.6	91.4	30.6	717.5
Ppa	29.9	16.1	0.0	0.0	0.0	6.0	14.2	9.4	0.0	0.0	0.0	24.1	
Almc	131.1	114.9	120.7	159.2	185.0	179.0	164.9	155.5	160.0	185.0	185.0	160.9	
ETR	50.8	45.2	59.8	60.3	62.1	57.5	55.8	54.6	54.1	0.0	56.3	54.7	611.2
Déficit	13.5	21.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7
Exceso	0.0	0.0	5.8	12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	15.7	35.1	0.0	73.9
A	1.403		At:	185									
							Ih	10.85					
							Ia	5.40					
			P+D	ETP+E			Fh	7.62					
			754.2	754.7									

Cuadro II-3 Balance Hidrico Estación Aeropuerto Lleras Camargo.

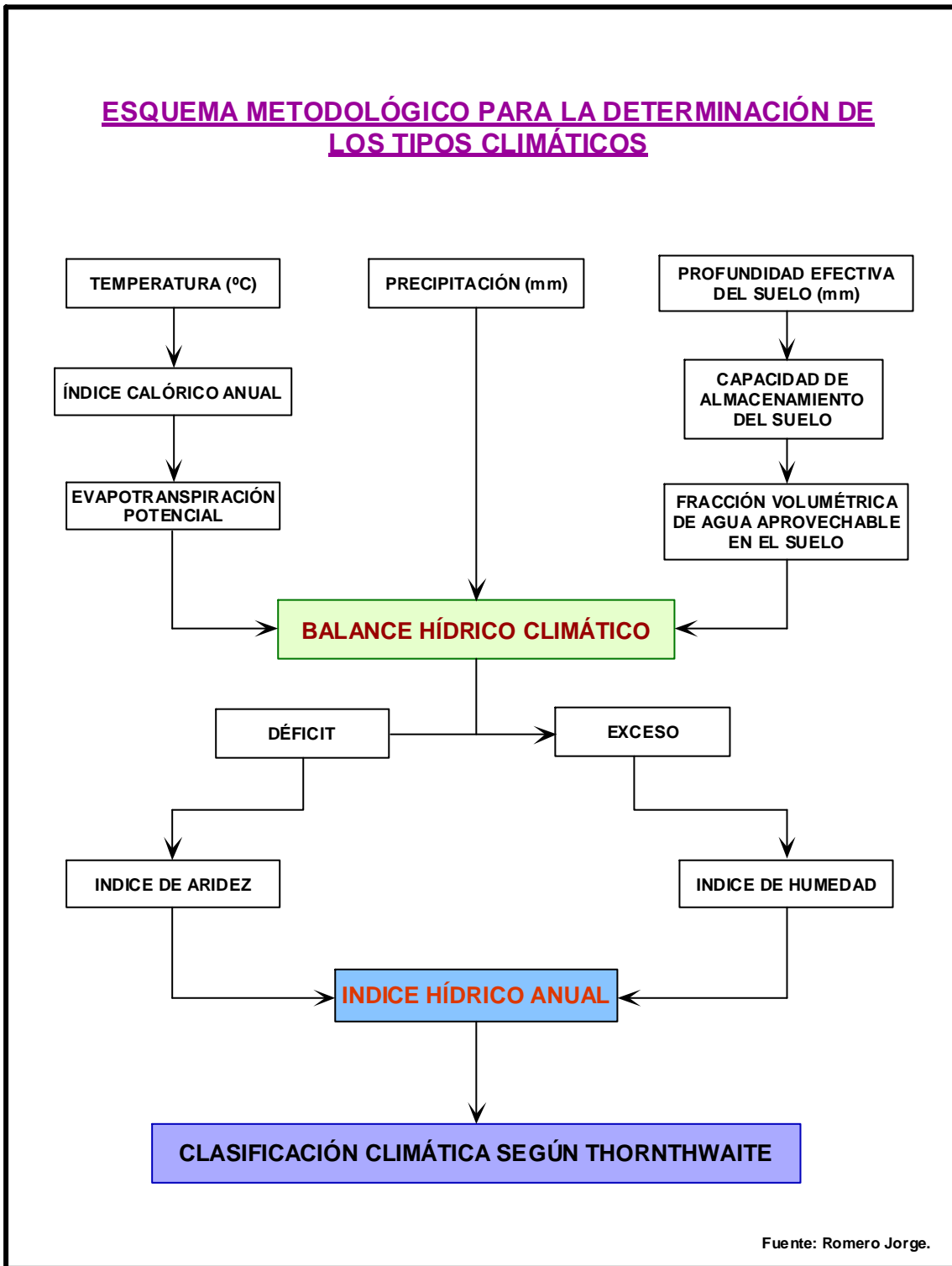


Fig. II - 16 Esquema metodológico para la determinación de tipos climáticos.

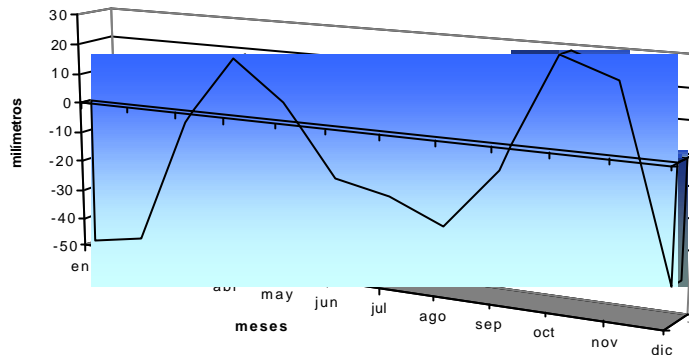


FIGURA II-17. Balance Hídrico Estación Aeropuerto Lleras

2.7 ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA

Según Holdridge, una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, los cuales, tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tiene una fisionomía similar en cualquier parte del mundo.

El sistema se basa en la fisionomía o apariencia de la vegetación y no en la composición florística. Los factores que se tienen en cuenta para clasificar una región, son la biotemperatura y la lluvia. Otro factor que entra en el esquema de zonas de vida, es el de evapotranspiración potencial ETP, la cual es el agua devuelta a la atmósfera por los procesos combinados de evaporación y transpiración.

El sistema Holdridge de las zonas de vida, permite clasificar las diferentes zonas del mundo desde el Ecuador hasta los polos (regiones latitudinales), y desde el nivel del mar hasta las nieves perpetuas de las montañas (pisos altitudinales). Esto se observa en la Figura II-18.

En tal sentido, se destacan dos áreas climáticas Bosque Húmedo Montano, que se localiza en las estribaciones del Cerro de Guáticas, al norte del municipio, y en la loma El Varital, ubicada en la vereda San Antonio. El Bosque Seco Montano Bajo ocupa el resto del territorio, consolidándose como la zona de vida predominante en Firavitoba. Las principales características de estas zonas de vida, se resumen en el Cuadro II-4 y los resultados se presentan en el mapa temático Zonas de Vida. La información de flora y fauna correspondientes, se amplía en el Capítulo V – Flora y Fauna.

CUADRO II-4. Zonificación Climática

ZONA DE VIDA	UNIDAD CLIMÁTICA	FORMACIÓN VEGETAL	PISO ALTITUDINAL	REGIÓN LATITUDINAL	ELEVACIÓN m.s.n.m.	BIO TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm.)	ETP (mm.)	ÁREA (Km²)
Bosque seco Montano Bajo	Montano Tropical Sub húmedo	Bosque seco	Montano Bajo	Tropical	2.500 – 2950	12 – 18	500 – 1000	500 – 1000	
Bosque húmedo Montano	Montano Tropical Húmedo	Bosque húmedo	Montano	Tropical	2950 - 3500	6 - 12	500 - 1000	500 – 1000	

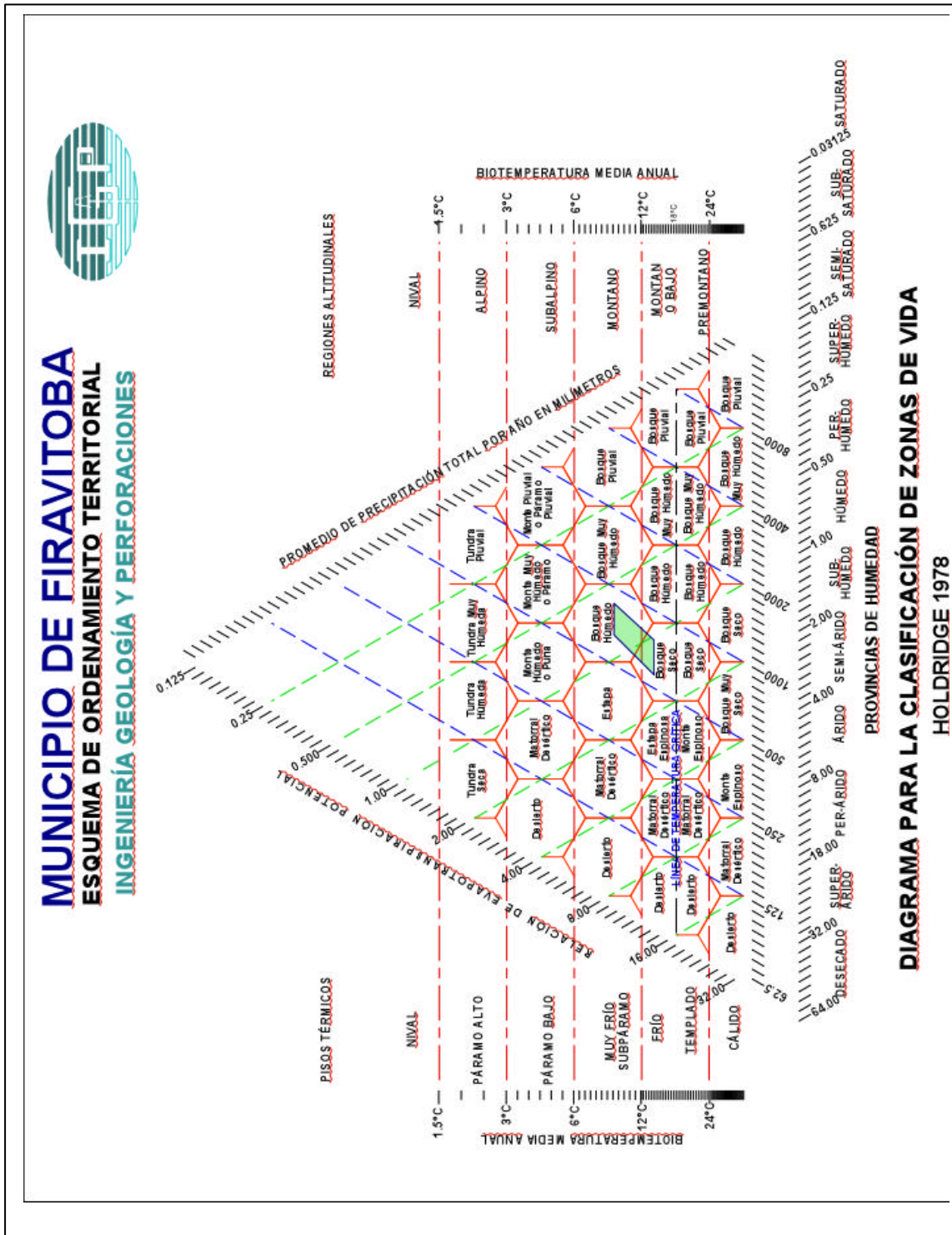


Figura II - 18 Diagrama para la clasificación de zonas de vida. Holdridge 1978.

3. HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA

Como se mencionó anteriormente, el presente análisis está orientado a caracterizar las diversas unidades hidrográficas presentes en el municipio de Firavitoba, así como evaluar el comportamiento del caudal del Río Chiquito, principal fuente hídrica de la zona.

3.1 HIDROGRAFÍA

El municipio presenta un sistema dendrítico caracterizado por el recorrido de sus cauces en sentido occidente --oriente, hasta alcanzar el Río Chiquito, el cual nace en los páramos de Pesca, atraviesa dicho municipio de sur a norte a poca distancia de su cabecera municipal, en un recorrido de diez Km. aproximadamente. Por la margen derecha de éste, dada la topografía plana del terreno, se encuentra un mínimo de corrientes naturales superficiales; sin embargo, se observa gran cantidad de fuentes artificiales construidas como vallados, los cuales transportan agua para uso agropecuario del valle y son depositadas en el canal de desecación, hasta finalmente verterlas al río.

Asimismo se presenta en el extremo sur occidental del territorio, drenajes superficiales correspondientes a la cuenca del Río Salitre, los cuales tienen un recorrido inverso a los anteriores; es decir, nacen sobre los 3.000 m.s.n.m. y corren en dirección este – oeste, hasta alcanzar el río Salitre.

Hidrográficamente Firavitoba hace parte de la gran cuenca del río Magdalena, la cual integra como una de sus principales unidades la cuenca del río Chicamocha. En esta última, se encuentran dos cuencas dentro del territorio municipal: la cuenca del río Chiquito y la cuenca del río Salitre. A la primera pertenecen las siguientes subcuencas: quebrada Seca, quebrada Los Frailes, quebrada Grande, quebradas Alarconia – La Fragua, quebrada Sonosí o Vanegas, y drenajes menores del canal de desecación. A la segunda (cuenca del río Salitre) pertenece la subcuenca de la quebrada Honda Grande.

3.1.1 Análisis morfométrico

Éste análisis se realiza con el fin de determinar el grado de peligrosidad que pueden presentar las cuencas existentes dentro de un territorio. Se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

Área: Es la medida de la superficie de la cuenca encerrada por la divisoria topográfica; se considera como el área que contribuye con la escorrentía superficial.

Perímetro: Es la medición de la línea envolvente del área.

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

Ancho Promedio de la Cuenca: Se encuentra dividiendo el área de la cuenca por su longitud axial.

Factor de Forma: Este relaciona el ancho promedio y la longitud axial. Éste índice da alguna indicación de la tendencia de la cuenca hacia las crecidas. Así, las cuencas con Factores de Forma bajos, son menos propensas a tener lluvias intensas y simultáneas sobre su superficie que un área de igual tamaño con un Factor de Forma mayor.

Coefficiente de Compacidad: Es el valor resultante de dividir el Perímetro de la cuenca por el perímetro de un círculo de igual área que la de la cuenca. Para hallarlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Kc = P/(2\pi(p \cdot A))$$

Donde:

Kc: Coeficiente de Compacidad

P: Perímetro de la cuenca

π : 3.1416

A: Área de la cuenca

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

A medida que el coeficiente Kc tiende a 1, o sea, cuando la cuenca tiende a ser redonda, aumenta la peligrosidad de la cuenca a las crecidas, porque las distancias relativas de los puntos de la divisoria con respecto a uno central, no presentan diferencias mayores y el tiempo de concentración se hace menor, por lo tanto, mayor será la posibilidad de que las ondas de crecidas sean continuas.

CUADRO II-5. Clases de Forma

Clase de Forma	Rangos de Clase	Forma de la Cuenca
Kc1	1.0 – 1.25	Casi redonda a oval redonda
Kc2	1.25 – 1.50	Oval redonda a oval oblonga
Kc3	1.50 – 1.75	Oval oblonga a Rectangular oblonga

Fuente: Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Universidad Santo Tomás, Bogotá.

Índice de Alargamiento: Este índice se obtiene relacionando la longitud más grande de la cuenca con el ancho mayor, medido perpendicularmente a la dimensión anterior.

Para un índice de alargamiento pequeño, la cuenca es poco alargada, y su forma se asemeja a la de un cuadrado. Si el índice es elevado, la cuenca tiende a buscar una forma rectangular.

CUADRO II-6. Unidades Hidrográficas del Municipio de Firavitoba

GRAN CUENCA	CUENCA	SUB CUENCA	LONGITUD CAUCE (m)	AREA (m ²)	PERÍMETRO (m)
RÍO CHICAMOCHA	RÍO CHIQUITO	Q. LOMARRICA	5.351	7'297.321	11.931
		Q. LA FRAGUA	4.372	3'838.446	11.141
		Q. LA GRANDE	6.929	21'168.174	18.075
		Q. LOS FRAILES	11.536	37'727.396	27.979
		Q. LA SECA	8.109	18'748.627	24.734
	RÍO SALITRE	Q. HONDA GRANDE	14.702		

NOTA: Las cuencas de la quebrada Los Frailes y Quebrada Seca se analizaron completas, a pesar de que no se encuentran totalmente dentro del territorio, pero su acción si pudiera afectar al municipio.

CUADRO II-7. Morfometría de las Subcuencas Principales

PARÁMETRO	SUBCUENCA	Q. LOMARRICA	Q. LA FRAGUA	Q. LA GRANDE	Q. LOS FRAILES	Q. SECA
ÁREA (m ²)		7'297.321	3'838.446	21'168.174	37'727.396	18'748.227
PERIMETRO (m)		11.931	11.141	18.075	27.979	24.734
LONGITUD AXIAL (m)		4.600	4.450	6.267	9.550	6.225
ANCHO MÁXIMO (m)		2.675	1.850	4.650	5.450	4.675
LONGITUD DEL CAUCE (m)		5.351	4.372	6.929	11.536	8.109
ANCHO PROMEDIO (m)		1.586	863	3.378	3.950	3.012
FACTOR DE FORMA		0.34	0.19	0.54	0.41	0.48
COEF. DE COMPACIDAD		1.25	1.60	1.11	1.28	1.61
ÍNDICE DE ALARGAMIENTO		1.72	2.41	1.35	1.75	1.33
COTA SUPERIOR (m)		2.900	2.975	3.200	3.200	3.450
COTA INFERIOR (m)		2.500	2.500	2.500	2.500	2.550
PENDIENTE MEDIA (%)		8.70	10.67	11.17	7.33	14.46

Según los datos obtenidos, en el análisis morfométrico, observamos que la cuenca más susceptible a presentar crecidas es la correspondiente a la Quebrada Grande, pues su Coeficiente de compacidad Kc es 1.11 y está dentro de la forma Oval a Casi Redonda, que son las que presentan mayor peligrosidad.

Además de esto, el Factor de Forma es el más alto. Aunado a lo anterior, debe mencionarse que la parte media y baja de esta cuenca posee un alto grado de erosión, que eventualmente, se convertiría en otro elemento desfavorable en caso de una creciente, pues la escorrentía es mayor al no presentar vegetación que la mitigue.

3.2 HIDROLOGÍA

Con base en los registros multianuales de la estación La Resaca, ubicada sobre los 2.492 m.s.n.m., en la corriente del río chiquito, se puede afirmar que este río muestra caudales medios mensuales multianuales del orden de los 1.38 m³/s, con máximos de 2.2 m³/s y 2.3 m³/s en los meses de mayo y octubre, respectivamente. Estos meses coinciden con los de máximas lluvias anuales, en tanto que los meses de estiaje corresponden a los de menor caudal en el río chiquito; es así, como en el bimestre comprendido entre diciembre y enero los valores de caudal no sobrepasan el m³ por segundo. Asimismo, en los meses de agosto y septiembre, el caudal del río no logra los 2 m³/s. Esta estación registra valores máximos de 7.4 m³/s en el mes de octubre y mínimos de 0.03 m³/s en el mes de febrero.

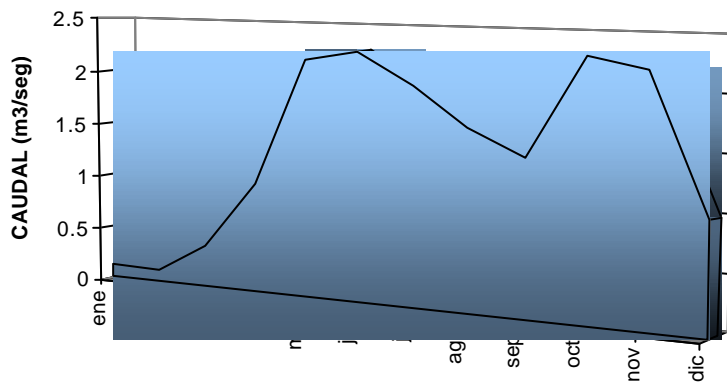
3.3 ANÁLISIS GENERAL.

Los drenajes del municipio de Firavitoba en general presentan una muy deficiente cobertura, este hecho hace que su régimen hídrico sea cada vez menor, según relatos históricos algunas quebradas que antes eran permanente, hoy día se han convertido en temporarias, la degradación ecosistémica ha llegado a tal extremo que microcuencas tan importantes como la quebrada Grande presenta un alto índice de cobertura en tierras casi eriales, preocupante situación ya que de esta microcuenca dependen muchas personas y más aún formando la cuenca alta del río Sogamoso, con estos problemas la sobredimentación afecta seriamente los drenajes aguas abajo. En el siguiente cuadro se hace un análisis general de las principales microcuencas del municipio. El nivel de contaminación que se expone en el cuadro no corresponde a análisis físico – químicos actualizados, son supuestos y basados en registros anteriores.

Cuadro No. Análisis de las principales microcuencas.

SUBCUENCA PARÁMETRO	Q. LOMARRICA	Q. LA FRAGUA	Q. LA GRANDE	Q. LOS FRAILES	Q. SECA
AREA (m ²)	7 297.321	3 838.446	21 168.174	37 727.396	18 748.227
USO ACTUAL	Extracción – protección, su cobertura degradada hace que solo aparezcan tímidamente algunos arbustos pequeños y en general predominan los herbazales leñosos, que a veces son utilizados como leña.	Extracción – protección, cobertura degradada dominan herbazales leñosos, que a veces son utilizados como leña. (<i>Dononea viscosa</i>) principalmente	Extracción – y a veces sin uso, en algunas partes de la microcuenca se desarrollan cultivos semestrales de varios tipos.	Extracción – producción, aunque hacia la parte alta presenta sitios menos intervenidos con vegetación de subpáramo que protegen.	Ganadería superextensiva, cultivos de pancoger, tierras en barbecho.
COBERTURA	Vegetación arbustiva baja, herbazales leñosos y herbazales de poaceas, presentan muchas calvas de erosión	Vegetación arbustiva baja, herbazales leñosos y herbazales de poaceas, eventuales cultivos de papa, maíz y frijol. Presentan muchas calvas de erosión	Vegetación arbustiva baja, herbazales leñosos y herbazales de poaceas, presentan muchas calvas de erosión, en la parte central presenta grandes extensiones de tierras casi eriales.	Principalmente pastos, aunque hacia la parte alta presenta algunos cordones de ericáceas y vegetación de subpáramo. Hacia la parte media, presenta herbazales y arbustales y hacia la parte baja en el valle propiamente dicho solo posee pastos	Pastos y cultivos esencialmente, aunque hacia la divisoria de aguas se encuentran algunos parches de vegetación arbustiva de subpáramo
AFECTACIONES	La Industria minera del sector ha hecho que este drenaje presente una excesiva carga de sedimentos en época de invierno, es un drenaje temporal.	Ganadería superextensiva, laboreo inadecuado	La Industria minera del sector ha hecho que este drenaje presente una excesiva carga de sedimentos en época de invierno, es un drenaje temporal.	Las principales fuentes contaminantes son las aguas servidas y los residuos de agrotóxicos en aquellos lugares donde se mantienen cultivos. Se comparte con la vereda venta de llanos del municipio de PAIPA	Contaminación por aguas residuales esencialmente.
POBLACIÓN SERVIDA	Aunque no existe población del municipio que se surta con esta agua, existen aproximadamente 60 familias en total que viven cerca de él.	Aproximadamente 25 familias, algunas derivan de este cuerpo de agua parte de sus requerimientos de agua.	Es la microcuenca que posee el mayor número de nacientes de agua identificadas, surte varios acueductos y puede estar favoreciendo indirectamente casi 900 personas.	Es la microcuenca que posee algunas nacientes de agua identificadas especialmente en la parte alta, surte dos acueductos y puede estar favoreciendo indirectamente casi 1200 personas.	Aproximadamente 250 familias, la parte alta de la microcuenca se encuentra en Firavitoba, la parte baja se comparte con Sogamoso y Pesca.
NIVEL DE CONTAMINACIÓN*	Sedimentación	Sedimentación, contaminación por aguas servidas.	Sedimentación, contaminación por aguas servidas y residuos de agrotóxicos.	Sedimentación, contaminación por aguas servidas y residuos de agrotóxicos.	Sedimentación, contaminación por aguas servidas y residuos de agrotóxicos.
PROCESOS EROSIVOS	Erosión difusa, erosión lineal en algunas partes concentrada.	Erosión difusa, erosión lineal en algunas partes concentrada.	Erosión difusa, erosión lineal en algunas partes concentrada, formando algunas cárcavas.	Erosión difusa, erosión lineal en algunas partes concentrada, formando algunas cárcavas.	Erosión difusa, erosión lineal en algunas partes concentrada, formando algunas cárcavas.
SINGULARIDAD PAISAJÍSTICA**	Debido a su escasa cobertura ha perdido atractivo	Presenta a veces pequeños y delgados bosquecillos que crecen en sus riberas.	Conforma una de las cuencas más grandes del municipio, casi en su totalidad hace parte de él.	Afluentes de esta quebrada tienen algo de cobertura vegetal que aunque poca adornan muy bien las quebradas.	Conforma una de las cuencas más grandes del municipio, casi en su totalidad hace parte de él.
RECOMENDACIONES	Respetar la ronda de 30 metros, favorecer los procesos comunitarios de reforestación y manejo de suelos.	Respetar la ronda de 30 metros, iniciar programas de reforestación y manejo de suelos.	Desarrollar un programa de manejo integrado de ésta microcuenca junto con ONG y JAC.	Desarrollar un programa de manejo integrado de ésta microcuenca junto con ONG y JAC.	Desarrollar un programa de manejo integrado de ésta microcuenca junto con ONG y JAC.

FIGURA II-19. Caudales Medios Mensuales Multianuales Estación La Resaca





**Nacientes en el Cerro de Guática,
empleados como abrevadero de
bovinos y ovinos - Vereda Diravita
Alto**

Figura II – 20 Fotografía Naciente Cerro Guática, nótese la presencia de Espeletiopsis y Calamagrostis.



Reservorio temporal que en invierno alimenta las aguas de la quebrada La Peña - Vereda Calavernas



Laguna de San Antonio - Vereda San Antonio



Orquidea Silbito, especie que florece especialmente en aquellos sitios con buena disponibilidad hídrica. Fotografía tomada en el sector de la vereda El Bosque.

Figura II-21 Fotografías de humedales y orquídeas del municipio.

1. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA	15
1.1 INTRODUCCIÓN.....	15
1.2 ALCANCE Y METODOLOGÍA.....	15
2. CLIMA.....	17
2.1 PRECIPITACIÓN.....	17
2.2 TEMPERATURA.....	20
2.3 HUMEDAD RELATIVA.....	21
2.4 BRILLO SOLAR	21
2.5 VELOCIDAD Y RECORRIDO DEL VIENTO.....	21
2.6. BALANCE HÍDRICO.....	22
2.7 ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA.....	25
3. HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA.....	27
3.1 HIDROGRAFÍA.....	27
3.1.1 Análisis morfométrico.....	27
3.2 HIDROLOGÍA.....	29
3.3 ANÁLISIS GENERAL.....	29