

TERCERA PARTE

SUBSISTEMA BIOFISICO

1. CLIMA

1.1 PRECIPITACION, TEMPERATURA Y EVAPOTRANSPIRACION

En la región de la Bota Caucana (Piamonte y Santa Rosa), no existen estaciones climatológicas que permitan tipificar un modelo climático local, esta clasificación debe hacerse por tal razón, con base en información regional. En la Región que comprende el medio Putumayo, la Bota Caucana y la zona occidental del Caquetá, existen aproximadamente 75 estaciones, aunque son pocas las que poseen la instrumentación adecuada y con un manejo de la información con las condiciones de calidad exigidas para establecer modelos climáticos con Aplicación local. Las anteriores son razones suficientes para establecer criterios de selección de algunas estaciones que permitan sugerir algunas acciones para generar un modelo climático regional.

1. Información con un Registro mayor o iguala 10 años¹.
2. Estaciones con períodos de registro comparables con otros
3. Estaciones con registros completos, máximos, mínimos y promedios de temperatura, precipitación mensual y total y promedio de precipitación anual.

Por ello solo se escogieron 15 estaciones del IDEAM con registros de precipitación y 14 estaciones con registros de temperatura, superiores a 10 años, a partir del año 1995 hacia atrás, las cuales se relacionan en las Tablas 1 y 2; en estas además se tiene el período de medición y el porcentaje de revisión total de los datos de cada estación y el porcentaje de revisión de la información disponible para cada estación entre otros.²

Con esta información se realizó una aproximación a la espacialización del modelo de isolíneas para temperatura y precipitación. El método utilizado para la definición de las isolíneas fue el de interpolación IDW - Inverse Distance Weighted -, que consiste en calcular la distancia para un valor específico, a través de la interpolación de valores entre dos puntos conocidos.

Como resultado de la aplicación de este método se generaron los siguientes mapas: Dos con la localización de las estaciones de precipitación y de temperatura; dos de isoyetas a intervalos de 500 mm de precipitación; uno de isotermas a intervalos de 1°C de temperatura (ver Anexo 1).

¹ La Organización Mundial de Meteorología maneja series meteorológicas de 30 años)

² Tomado del Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental Serranía de los Churumbelos, Cueva de los Guacharos.

Tabla 1. Estaciones con Registros de Precipitación

Código	Nombre	Tipo	Latitud N (GGMM)	Longitud W (GGMM)	Altitud (msnm)	Período	% Revisión
4401501	VILLAGARZON	AM	01°00'	-076°60'	440	1964-1995	94
4401504	MOCOA ACUEDUCTO	CO	01°12'	-076°63'	540	1983-1995	71
4403502	AEROPUERTO GUSTAVO ARTUNDUAGA	SS	01°62'	-075°53'	244	1969-1995	96
4403503	MACAGUAL	AM	01°62'	-075°60'	280	1976-1995	75
4404501	SAN JOSE DEL FRAGUA	CO	01°30'	-076°00'	320	1972-1995	96
4404502	VALPARAISO	CO	01°25'	-075°60'	270	1967-1995	97
4404503	LA MONO	CO	01°33'	-075°80'	300	1967-1995	97
4405501	TRES ESQUINAS	SP	00°75'	-075°22'	219	1972-1995	96
4601502	SANTA ROSA DEL CAGUAN	CO	01°72'	-074°77'	240	1984-1995	92
4603501	MAGUARE	CO	01°62'	-075°13'	270	1967-1995	97
4603502	PUERTO RICO	CO	01°97'	-075°15'	285	1972-1995	96
4701503	SIBUNDOY	CO	01°18'	-076°92'	2100	1958-1995	92
4701504	MICHOACAN	CO	01°18'	-076°97'	2100	1977-1995	79
4701507	PUERTO UMBRIA	CO	00°90'	-076°57'	320	1983-1995	85
4701509	LA PRIMAVERA	CO	01°13'	-076°92'	2067	1983-1995	85

* AM= Estación Agrometeorológica
 CO= Estación Climatológica Ordinaria

SS= Estación Sinóptica secundaria
 SP= Estación Sinóptica Principal

Tabla 2. Estaciones con Registros de Temperatura

Código	Nombre	Tipo*	Latitud (GGMM)	Longitud (GGMM)	Altitud (msnm)	Período	% Revisión
4401501	VILLAGARZON	AM	01°00'	-076°60'	440	1966-1995	90
4401504	MOCOA ACUEDUCTO	CO	01°12'	-076°63'	540	1983-1995	83
4403503	MACAGUAL	AM	01°62'	-075°60'	280	1977-1995	78
4404501	SAN JOSE DEL FRAGUA	CO	01°30'	-076°00'	320	1973-1995	83
4404502	VALPARAISO	CO	01°25'	-075°60'	270	1968-1995	96
4404503	LA MONO	CO	01°33'	-075°80'	300	1968-1995	89
4405501	TRES ESQUINAS	SP	00°75'	-075°22'	219	1972-1995	85
4601502	SANTA ROSA DEL CAGUAN	CO	01°72'	-074°77'	240	1984-1995	92
4603501	MAGUARE	CO	01°62'	-075°13'	270	1968-1995	96
4603502	PUERTO RICO	CO	01°97'	-075°15'	285	1972-1995	92
4701503	SIBUNDOY	CO	01°18'	-076°92'	2100	1958-1995	89
4701504	MICHOACAN	CO	01°18'	-076°97'	2100	1977-1995	89
4701507	PUERTO UMBRIA	CO	00°90'	-076°57'	320	1983-1995	85
4701509	LA PRIMAVERA	CO	01°13'	-076°92'	2067	1985-1995	82

* AM= Estación Agrometeorológica
 CO= Estación Climatológica Ordinaria

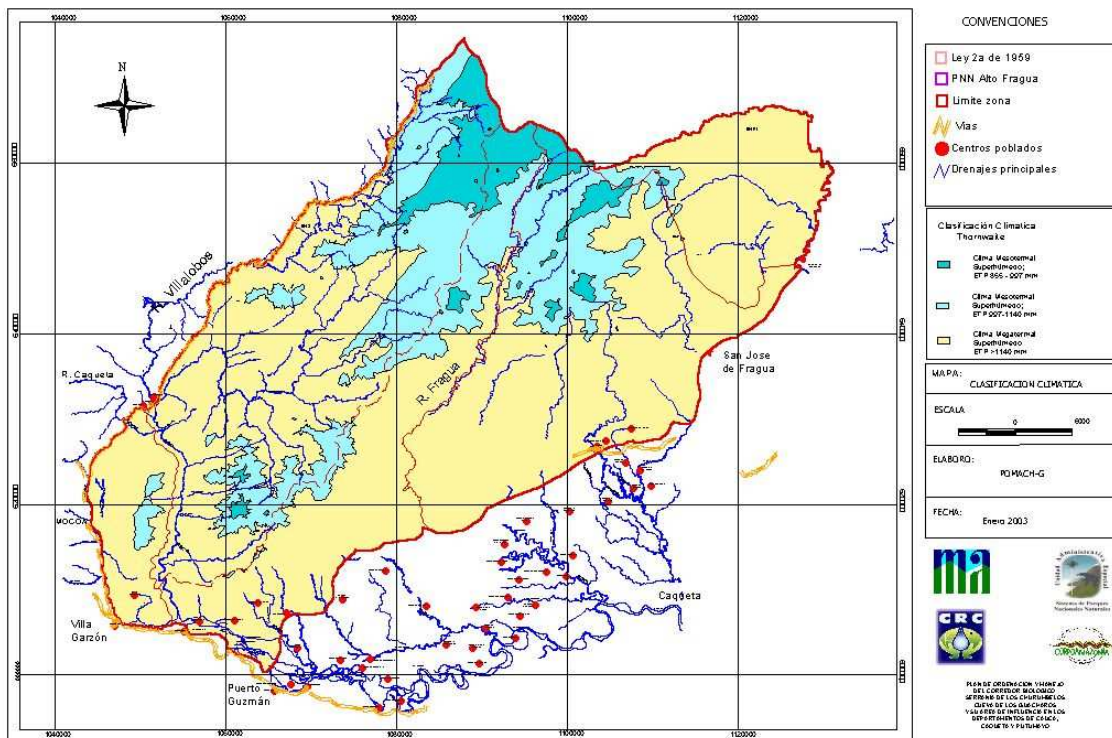
SS= Estación Sinóptica secundaria
 SP= Estación Sinóptica Principal

En la interpretación de este modelo se debe tener cuidado ya que la distribución de las estaciones y el número de años de medición, son variables. Por otro lado, la mayoría de

estaciones con registros superiores a los 10 años, tanto para temperatura como para precipitación, están localizadas por fuera del área directa del proyecto. La información poco homogénea es un factor que disminuye la precisión en el trazo de las isolíneas, sin contar con los errores inherentes de la sistematización o agrupamiento de los datos diarios, mensuales y multianuales.

Otro aspecto que puede influir en que el modelo no sea el ideal para este caso, es que no esté acompañado del análisis de la cartografía base de la zona, ya que en el comportamiento del clima en una región específica, es importante tener en cuenta además de la latitud, longitud, datos de precipitación y temperatura, aspectos como: barreras montañosas, valles y depresiones, curso y masas de agua, naturaleza del suelo, tipo de cubierta vegetal y núcleos urbanos.

A partir de la información de las 15 estaciones de precipitación seleccionadas, se determinaron los meses ecológicamente secos y ecológicamente húmedos. Los resultados de dicho procesamiento se presentan en la Tabla 3. El color mostaza representa los meses que tienen registros de precipitación por debajo del intervalo de la media, es decir los meses ecológicamente secos; el color amarillo representa los meses



Mapa Clasificación Climática de Thornwaite (Corpoamazonia 2002)

Tabla 3. Meses ecológicamente secos y húmedos para las 15 estaciones analizadas en el área de influencia del proyecto

Código	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio	Vir. Min	Vir. Max.
4401501	320,7	298,4	401,6	497,2	489,0	534,1	494,7	371,6	340,2	366,4	348,0	367,7	402,5	351,7	453,2
4401504	225,0	213,6	300,7	391,1	481,4	479,2	454,2	391,8	262,5	254,9	208,3	201,3	322,0	251,8	392,2
4403502	102,8	181,9	290,8	367,0	465,7	489,1	471,9	358,4	294,9	305,3	234,2	134,3	308,0	225,7	390,3
4403503	99,6	178,5	294,3	399,7	485,7	441,9	456,1	334,8	292,4	319,9	242,6	143,7	307,4	227,8	387,0
4404501	197,0	240,7	359,1	505,3	497,8	467,1	402,8	325,5	351,8	383,5	415,7	239,2	365,5	301,0	430,0
4404502	111,6	167,6	299,8	382,8	377,8	389,6	378,4	254,2	254,2	252,8	220,2	141,9	269,2	206,7	331,8
4404503	131,4	181,2	295,7	406,7	406,5	406,6	353,7	265,9	265,9	313,0	256,6	156,9	286,7	225,4	347,9
4405501	70,5	114,1	207,4	275,8	308,4	279,8	260,6	236,9	209,8	219,8	170,5	129,5	206,9	160,4	253,4
4601502	42,5	118,7	259,4	294,7	315,2	356,1	348,5	251,6	206,9	275,7	162,1	57,5	224,1	155,8	292,3
4603501	89,1	144,5	280,9	354,4	345,3	327,2	347,3	241,3	237,5	273,8	203,4	96,8	245,1	184,7	305,6
4603502	105,1	201,7	372,2	460,0	509,8	510,3	434,6	355,4	346,7	388,7	280,8	123,6	340,7	253,1	428,4
4701503	90,3	91,9	123,3	147,3	177,9	189,7	190,6	138,8	115,5	113,0	107,6	100,6	132,2	108,9	155,5
4701504	110,6	120,7	138,8	176,1	195,6	195,4	194,5	144,6	110,8	99,1	100,1	88,3	139,6	113,5	165,6
4701507	245,6	260,2	328,0	449,2	484,8	439,8	382,5	271,5	313,8	411,4	379,8	267,5	352,8	300,2	405,5
4701509	95,0	107,5	125,1	167,3	209,1	204,7	260,4	162,4	118,0	116,0	103,2	78,3	145,6	110,3	180,8

en los que las precipitaciones están dentro del intervalo de la media y el color azul representa aquellos meses en los cuales las precipitaciones exceden el intervalo de la media, correspondientes a los meses ecológicamente húmedos. Con base en estos resultados se podrían tomar decisiones en proyectos de diferente tipo - ecológicos, agropecuarios, de infraestructura, etc., que se involucren en el Plan de ordenación y manejo del área de estudio.

Adicionalmente, a partir del método de Thornthwaite se determinaron las provincias climáticas para cada estación utilizando los datos de precipitación y temperatura. Los resultados se muestran en la Tabla 4. Mediante este procedimiento se pudo establecer que en el área del proyecto las provincias climáticas presentes, corresponden a las denominadas Megatérmico Perhúmedo, Mesotérmico Perhúmedo y Mesotérmico Húmedo, con un marcado predominio del primero. En otras palabras las condiciones climáticas presentes en la zona corresponden a ambientes que van de cálidos a muy cálidos, con contenidos de humedad altos a muy altos.

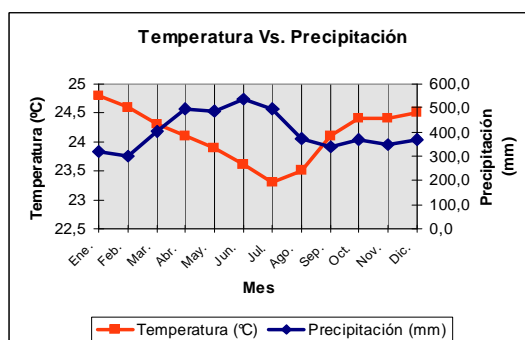
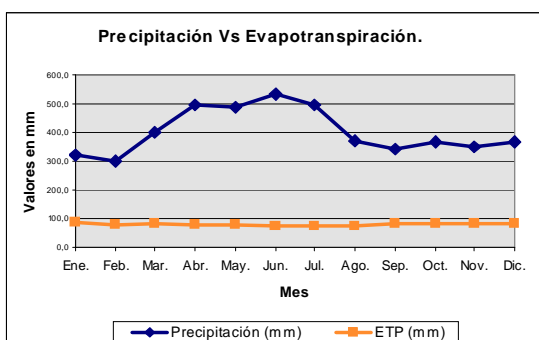
Igualmente se determinaron los balances hídricos a partir de la relación entre la precipitación y la evapotranspiración para cada estación, calculados a partir de los registros de precipitación y de temperatura. Así mismo se estableció la relación entre la precipitación y la temperatura para cada estación analizada. Los resultados de este ejercicio se presentan en las Figuras 1 a la 28.

Tablas 4. Provincias de Humedad según método de Thornthwaite (1948)

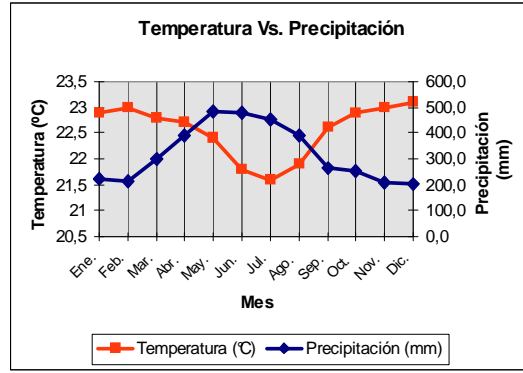
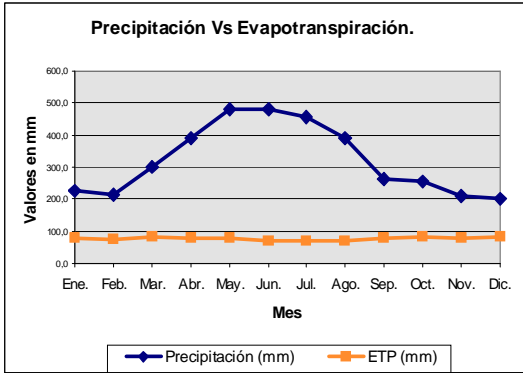
Código	PE	TE	ETP Estándar	IM	Prov Temp	Prov Hum	Tipo
4401501	286,8	130,3	1169,2	313,1	A' = Megaérmico	A = Perhúmedo	A'A
4401504	236,8	121,8	1093,3	253,4	B'4 = Mesoérmico	A = Perhúmedo	B'4A
4403502	209,0	136,3	1223,2	202,2	A' = Megaérmico	A = Perhúmedo	A'A
4403503	209,3	135,0	1211,5	203,7	A' = Megaérmico	A = Perhúmedo	A'A
4404501	252,8	134,3	1205,1	263,9	A' = Megaérmico	A = Perhúmedo	A'A
4404502	177,5	137,7	1236,2	161,4	A' = Megaérmico	A = Perhúmedo	A'A
4404503	193,3	134,7	1208,7	184,6	A' = Megaérmico	A = Perhúmedo	A'A
4405501	133,2	137,3	1231,7	101,6	A' = Megaérmico	A = Perhúmedo	A'A
4601502	147,0	137,1	1230,1	118,6	A' = Megaérmico	A = Perhúmedo	A'A
4603501	162,6	135,4	1214,8	142,1	A' = Megaérmico	A = Perhúmedo	A'A
4603502	231,4	138,1	1239,4	229,9	A' = Megaérmico	A = Perhúmedo	A'A
4701503	110,8	86,3	774,5	104,9	B'2 = Mesoérmico	B3 = Húmedo	B'2B3
4701504	120,1	83,5	749,4	123,4	B'2 = Mesoérmico	B4 = Húmedo	B'2B4
4701507	243,6	133,4	1197,0	253,7	A' = Megaérmico	A = Perhúmedo	A'A
4701509	126,9	83,25	747,4215543	133,7369039	B'2 = Mesoérmico	B4 = Húmedo	B'2B4

PE = Índice de eficiencia de precipitaciones
 TE = Índice de eficiencia Térmica

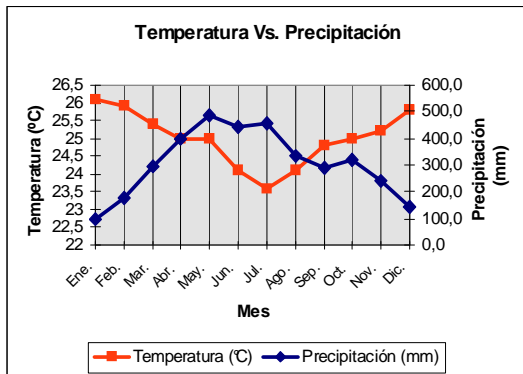
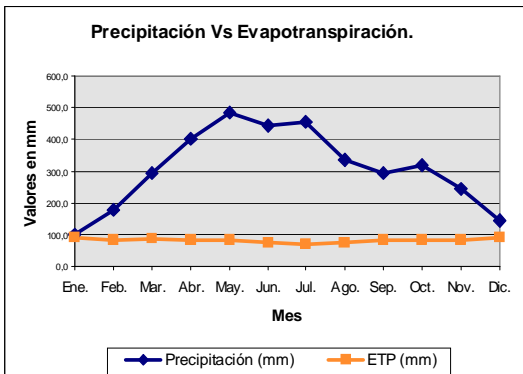
ETP Estándar = Evapotranspiración Potencial Equivalente
 IM = Índice de Humedad



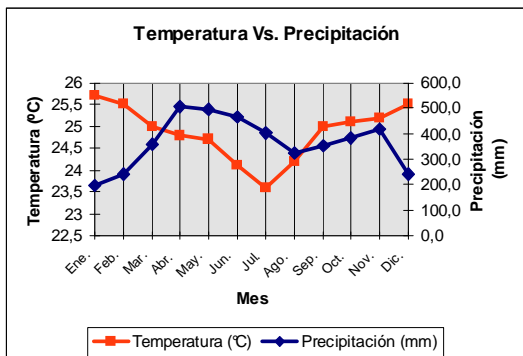
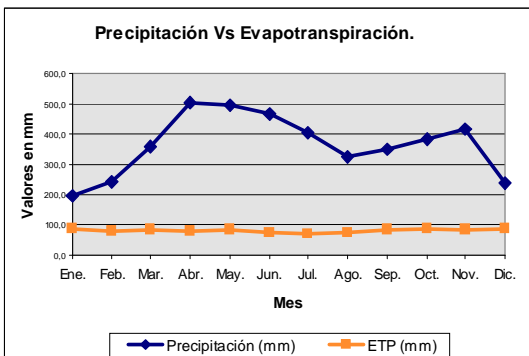
Figuras 1 y 2. Balance hídrico Estación Villagarzón



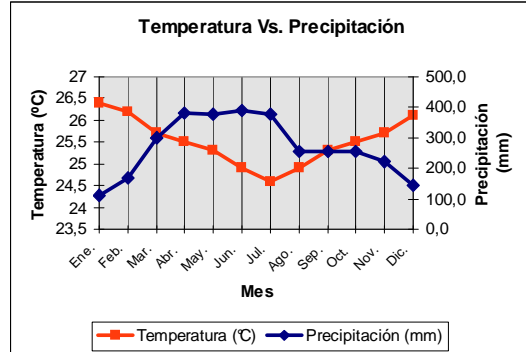
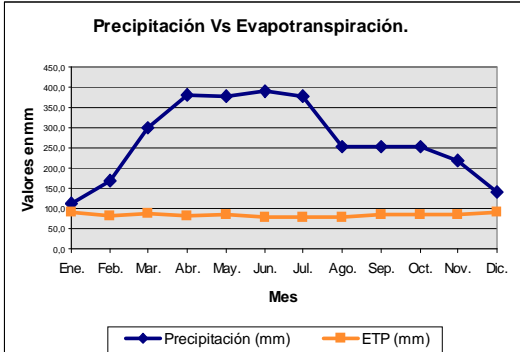
Figuras 3 y 4. Balance hídrico Estación Mocoa Acueducto



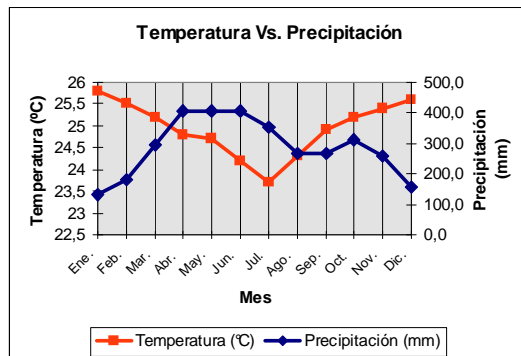
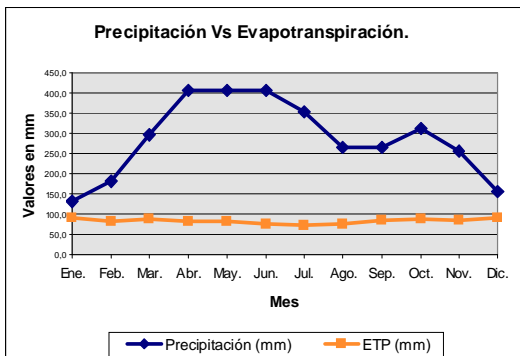
Figuras 5 y 6. Balance hídrico Estación Macagual



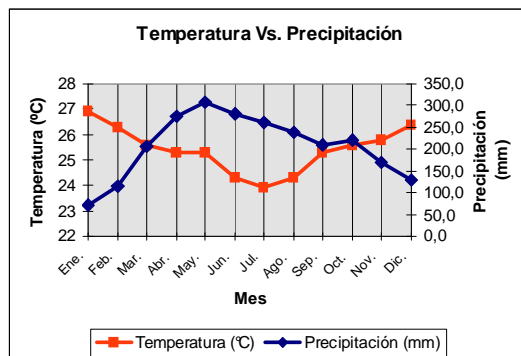
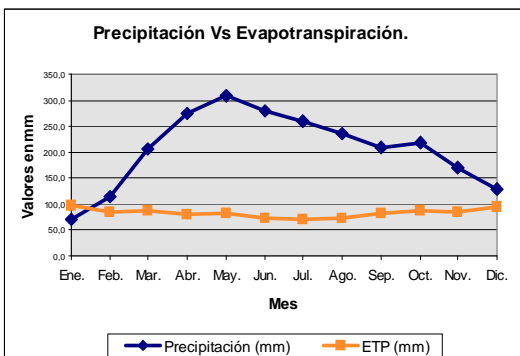
Figuras 7 y 8. Balance hídrico Estación San José del Fragua



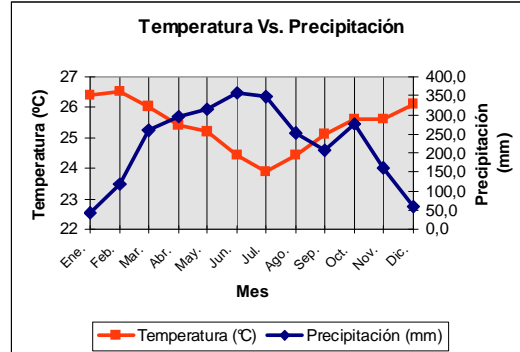
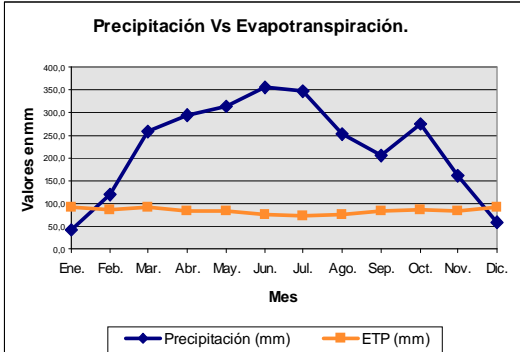
Figuras 9 y 10. Balance hídrico Estación Valparaíso



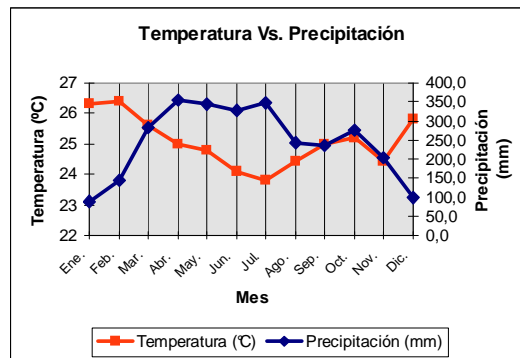
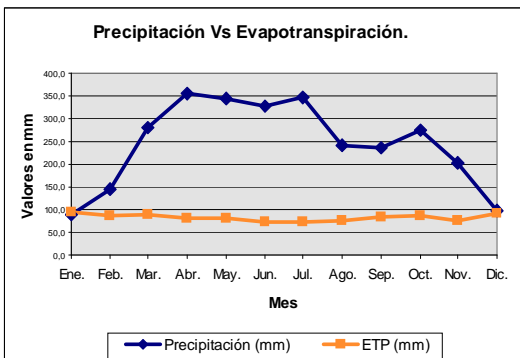
Figuras 11 y 12. Balance hídrico Estación La Mono



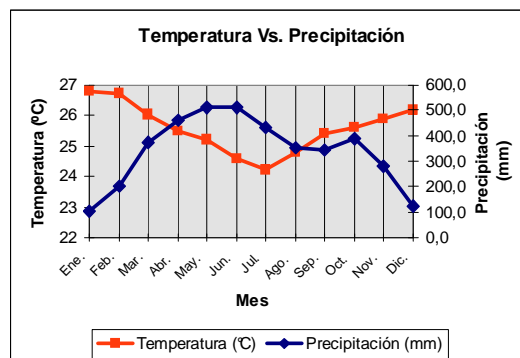
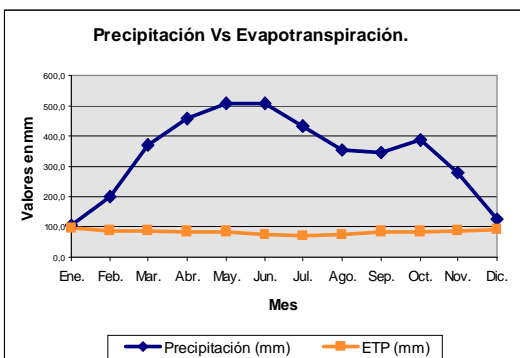
Figuras 13 y 14. Balance hídrico Estación Tres Esquinas



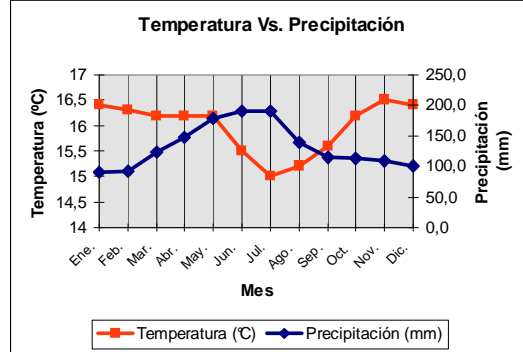
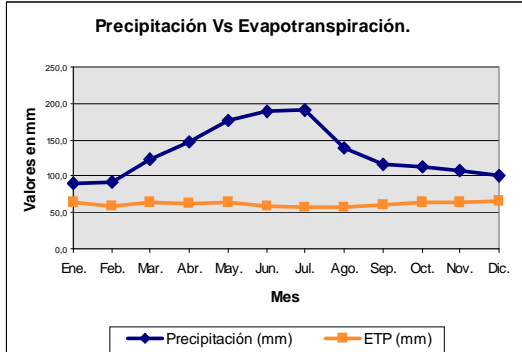
Figuras 15 y 16. Balance hídrico Estación Santa Rosa del Caguán



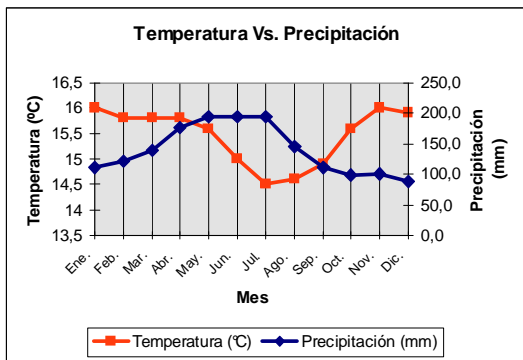
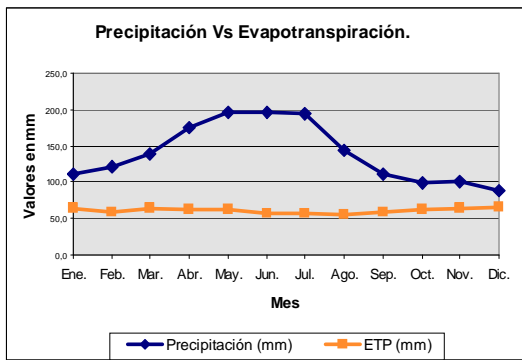
Figuras 17 y 18. Balance hídrico Estación Maguare



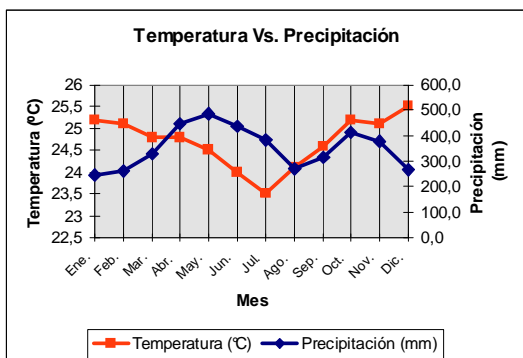
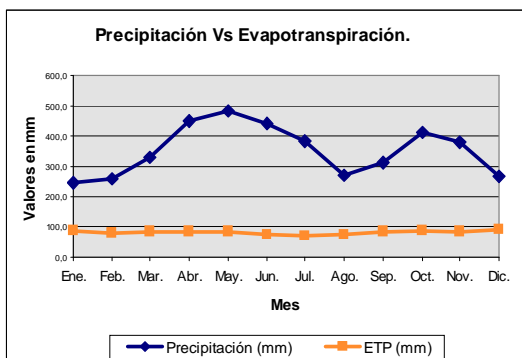
Figuras 19 y 20. Balance hídrico Estación Puerto Rico



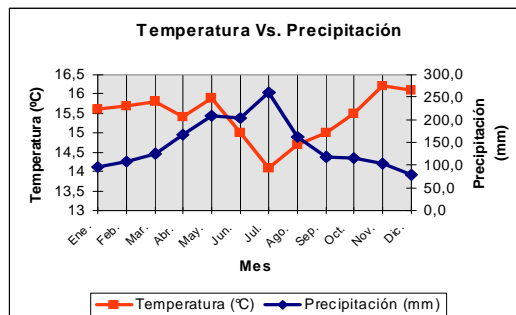
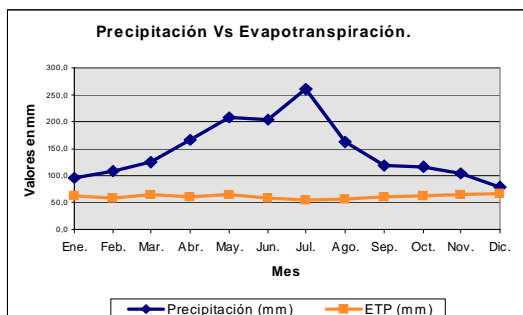
Figuras 21.y 22. Balance hídrico Estación Sibundoy



Figuras 23 y 24. Balance hídrico Estación Michoacan



Figuras 25 y 26. Balance hídrico Estación Puerto Umbría



Figuras 27 y 28. Balance hídrico Estación La Primavera

Al analizar las gráficas de Precipitación vs. Evapotranspiración, se puede observar que la precipitación excede las necesidades de evapotranspiración durante la mayoría o todos los meses del año, en todas las estaciones evaluadas. También se observa el comportamiento monomodal de acuerdo a los datos de precipitación de algunas de las estaciones - Villagarzón, Mocoa Acueducto, Macagual, Valparaíso, Tres Esquinas, Sibundoy, Michoacán, La Primavera -, con presencia de picos en un período que va desde marzo hasta julio o agosto.

A partir de la evaluación de los datos de estaciones, tablas, modelos, cuadros y gráficas analizadas, podemos deducir que:

- Dentro del área demarcada para el municipio, las estaciones analizadas - 14 para precipitación y 13 para temperatura -, se encuentran en los departamentos de Caquetá y Putumayo. Es notoria la ausencia de información de la media y baja bota caucana. Aunque para esta zona se dispuso de información, la misma no cumplió con los criterios de selección expuestos al inicio del documento.
- Las estaciones están distribuidas en un rango altitudinal que va desde los 219 msnm hasta los 2100 msnm. De acuerdo a las estaciones analizadas, la precipitación del área de influencia están entre 108.9 mm mensuales hasta 453.2 mm mensuales y la temperatura de 15.1°C a 26.1°C.
- La provincia climática predominante es A'A - Megatérmico Perhúmedo -, lo que demuestra una vez más, el exceso de agua en el suelo y la humedad relativa como una constante en el área de estudio. También es notorio que los valores de temperatura más frecuentes sobrepasan los 20°C.
- Los períodos más lluviosos en el área de influencia del proyecto van desde abril a julio. En los meses de enero, febrero y diciembre la intensidad de precipitación disminuye y coinciden con la aparición en valores de temperatura más elevados.

- Finalmente y de acuerdo a toda la información seleccionada y analizada, se concluye que la información climática disponible no permite realizar una caracterización climática adecuada para la zona, por lo cual se hace evidente la necesidad de articular esfuerzos en la destinación de recursos para establecer, mantener y manejar, de manera permanente y responsable una red de estaciones meteorológicas, sobre las cuales se genere información que soporte las decisiones de desarrollo que se tomen para la región; sobre todo si se tiene en cuenta que el clima es un factor generador del paisaje y juega un papel importante en la fenomenología ambiental de una región.

1.2 VELOCIDAD DEL VIENTO

Se tomaron los registros de la estación CEA, en los cuales se observa que para la zona se presentan valores de hasta 1.75 m/seg en el mes de enero y de 1.44 m/seg para el mes de junio.

En general, la dirección de los vientos durante el año, tiende a soplar desde el nordeste o desde el sudeste dependiendo del sitio donde se encuentre la Zona de Convergencia Intertropical, que corresponde a la zona donde el frente de los alisios del norte, se encuentran con los alisios que soplan desde el sudeste.

Como consecuencia de esta tendencia, los vientos cargados de humedad producto de la evaporación y la transpiración de la llanura selvática, favorecen la acumulación de nubes hacia el piedemonte y las estribaciones andinas inferiores creando mecanismos de precipitación orográfica (BIOCOLOMBIA, 1994).

2. HIDROLOGIA

Los recursos hídricos son un factor importante a tener en cuenta dentro del esquema de ordenamiento territorial, dado que el municipio cuenta con una riqueza hídrica que debe abastecer las necesidades económicas (riego de cultivos, agroindustria, transporte fluvial) y de consumo. Además, la localización de dos cauces principales como los Ríos Caquetá y Fragua y el potencial hídrico que se conserva en la zona de la serranía de los Churumbelos, hacen que por estas características sea necesario resaltar la importancia de Piamonte como poseedor de un ecosistema estratégico dentro del Bota Cauca.

El análisis hidrológico considera factores como: red hídrica (inventario de fuentes superficiales de agua), características morfométricas, disponibilidad de agua en el espacio y en el tiempo (balance hídrico), determinación de la demanda de agua y calidad de agua. Para realizar este tipo de análisis, el municipio de Piamonte carece de información básica como registros hidroclimatológicos, caracterización física de suelos, análisis histórico de calidad de agua, estudios de demanda de agua entre otros. Esto evidencia que se hace indispensable la dotación de varias estaciones por parte del IDEAM, para tener control sobre los factores climatológicos que influyen la productividad y la capacidad de carga de los suelos de la zona, estadísticas que se pueden emplear en proyectos del mediano y largo plazo.

Sin embargo, se diagnosticó el comportamiento básico del municipio con base en un análisis cualitativo de las principales fuentes superficiales de la zona.

La red de drenaje del municipio de Piamonte, es muy densa, se halla compuesta de numerosos ríos y quebradas de diferente longitud que en su mayoría nacen en la Serranía de los Churumbelos y finalmente llevan sus aguas hasta el principal río de la zona, el río Caquetá.

Con base en los parámetros morfométricos de las subcuencas de los ríos se puede decir que por ejemplo, por medio del valor de la pendiente media y el tiempo de concentración se pueden interpretar algunas características físico-químicas y biológicas del agua, así al tener valores altos de pendiente el contenido de oxígeno en el agua es alto, lo que facilita los procesos de mineralización. A su vez, a medida que crece la pendiente, crece la velocidad de escorrentía superficial y disminuye la infiltración, siendo claro ejemplo de ello el río Tambor (AEC Colombia & Bioestudios Ltda., 2000).

Si se analiza el coeficiente de compacidad (K_c), cuando la medida de este coeficiente tiende a la unidad nos indica que la forma de la subcuenca se acerca más a la forma redonda, lo que implica que el área de drenaje aumenta y por consiguiente su peligrosidad ante posibles eventos de inundación es mayor; dentro de estas características se encuentran los ríos Hinchiyaco y Tambor (Ibid).

2.1 INVENTARIO DE FUENTES SUPERFICIALES

En la zona de estudio se pueden diferenciar tres tipos de cuerpos de agua:

- **Ríos:** De caudal considerable, sus longitudes transversales se encuentran entre 20 y 70 metros y presentan substratos pedregosos y arenosos. Dentro de esta categoría están: los ríos Caquetá (80 km), Fragua (70.3 km), Guayuyaco (36.5 km), Nabueno (10.2 km), Inchiyaco (88.8 km), Tambor (61.3 km) y el Congor (48.7 Km).
- **Quebradas:** De características similares a los ríos se distinguen de éstos por su menor amplitud (ancho menor de 20 metros) y menor caudal. Su substrato es también pedregoso y arenoso pero presentan pequeñas cantidades de materia orgánica. Dentro de esta categoría se encuentra las quebradas Dedoyaco (11.3 km), Guascayaco, Barbasquito (5.8 km), Huitota (3.7 km), la Pasto y Barbasco (7.03 km), entre otras.
- **Chuquios:** Son pequeñas quebradas semiestancadas en varias secciones con muy bajo recambio de agua y una apreciable cantidad de materia orgánica en descomposición formada por raicillas, hojarascas y detritos. Además, su substrato posee una gran cantidad de arena muy fina y aluvión. Buena parte de estos chuquios se encuentran entre el río Tambor y el Inchiyaco, cerca de la quebrada el Morro, como también en el sector de las veredas Diamante, la Cabaña, Villanueva y El Palmito.

A continuación se presenta una descripción de la red hídrica del municipio de Piamonte, y también se definen las principales subcuencas y micro cuencas que abastecen las demandas de recurso hídrico en los diferentes corregimientos y veredas.

La cuenca alta del río Caquetá se caracteriza por presentar una amplia red de ríos, quebradas y afluentes que drenan hacia el colector principal que es el río Caquetá, el cual sirve como límite entre los departamentos del Cauca y Putumayo. En su mayoría los grandes afluentes nacen en la vertiente oriental de la cordillera oriental, mas exactamente en la Serranía de los Churumbelos. Sobresaliendo los siguientes cuerpos de agua:

- **Río Caquetá:** Este río es considerado como el más importante dentro de las relaciones funcionales y de transporte fluvial del municipio de Piamonte, nace en el cerro Cascabel (Municipio de San Sebastián), y a excepción del Río Mocoa, sus principales afluentes provienen de la Serranía de los Churumbelos. En su tránsito por el municipio cubre un tramo de 80 Km. Presenta una gran variabilidad en el nivel de sus aguas representada en cuatro brazos de menor caudal localizados a 600, 900, 1300 y 1350 metros de distancia respectivamente del cuerpo principal los cuales drenan sobre los depósitos aluviales, formando una dinámica de ríos trenzados. Los materiales que conforman la vertiente izquierda del río, corresponde a depósitos de piedemonte, están constituidos por cantos rodados, gravas y arenas, provenientes de rocas volcánicas y areniscas cuarzosas duras, bien cementadas y redondeadas; las arenas son de grano medio a fino, limpias y con bajo contenido de materia orgánica (GEOAMBIENTAL, 1997). La cuenca del río Caquetá en general es de forma alargada y red de drenaje del tipo dendrítico a rectangular (Ibid).
- **Río Fragua:** El río Fragua es considerado como el segundo en importancia después del río Caquetá, nace en la divisoria con el río Magdalena a una altura de 3000 msnm. El río Fragua posee una cuenca en general alargada y red de drenaje del tipo dendrítico a rectangular. Presenta variabilidad en el nivel de sus aguas representada en un brazos de menor caudal denominado brazuelo Fragua. Cuenta con tributarios como el río Sabaleta, río Congor y el río Fragueta. El lecho de este cuerpo de agua se caracteriza por la presencia de cantos rodados y gravas principalmente (GEOAMBIENTAL, 1997). Tiene un recorrido de 70.34 km y un área de 422.20 km² a lo largo del municipio. (Ibid).
- **Río Inchiyaco:** Nace en la Serranía de los Churumbelos entre las subcuencas de los ríos Tambor y Nabueno. Tiene como principales afluentes a las quebradas La Danta y Sierpe. Es tributario del río Caquetá y desemboca, aguas abajo en jurisdicción del corregimiento de Remanso después de un recorrido de 44.85 km. El área total de la cuenca es 172.43 km². (PALACIOS Y ORTIZ. Tesis de grado)

La hoya hidrográfica de este río es bastante grande y sus márgenes están constituidas por cantos rodados, gravas y arenas, que corresponden composicionalmente a rocas volcánicas y areniscas cuarzosas duras, bien cementadas y redondeadas. (GEOAMBIENTAL, 1997). Esta cuenca tiene un coeficiente de compacidad de 1.89, lo que indica que tiene una forma rectangular

oblonga y tiene una baja tendencia a concentrar fuertes volúmenes de agua de escurrimiento.

- **Río Tambor:** Nace en la Serranía de los Churumbelos entre las subcuencas de los ríos Congor y Inchiyaco. Tiene como principales afluentes a las quebradas El Moro, La Huitota, La Barbasquito, La Pasto y la Barbasco. Tributario del río Caquetá, la Cuenca del río Tambor posee un área de 157.87 km² y una longitud de 33.41 km para el cauce principal.

Tiene un coeficiente de compacidad de 1.36, lo que representa una forma oval oblonga, esto se constituye en un factor de riesgo, ya que los tiempos de concentración de caudales son bajos y asociado a otros indicadores biofísicos (inestabilidad geológica, procesos de erosión, intervención antrópica), representa asociado a su cauce amenaza alta por represamientos y avalanchas.

- **Río Nabueno:** Nace en la Serranía de los Churumbelos entre las subcuencas de los ríos Inchiyaco y Guayuyaco. Tiene como principales afluentes a las quebradas Dedoyaco y la Salada, con una longitud aproximada de 16.36 km, tiene un área de 61.52 km²; su flujo va en dirección S.E. y desemboca en el río Caquetá. Sus márgenes presentan arcillas de consistencia media a firme, intercaladas con arenas arcillosas o limosas de densidad media o suelta (GEOAMBIENTAL, 1997).

Tiene un coeficiente de compacidad de 1.49, lo que representa una forma oval oblonga, esto se constituye en un factor de riesgo, ya que los tiempos de concentración de caudales son bajos y asociado a otros indicadores biofísicos (inestabilidad geológica, procesos de erosión, intervención antrópica), representa una alta amenaza de represamientos y avalanchas.

- **Río Congor:** Nace en la Serranía de los Churumbelos entre las subcuencas de los ríos Fragua y Tambor. Tiene como principales afluentes a la quebrada La Leona. Tiene una longitud de 48.73 km y un área de 108.01 km². Desemboca en el río Fragua, a la altura del cabildo Inga Suspizacha. Esta cuenca tiene un factor de forma de 0.07, lo que indica que es una cuenca bastante alargada y de esta forma se disminuye la tendencia a concentrar grandes volúmenes de aguas de escurrimiento.
- **Río Guayuyaco:** Nace en la Serranía de los Churumbelos entre las subcuencas del río Nabueno y la Cuenca del Caquetá. Tiene como principales afluentes a las quebradas La Tortuga, Hachayaco y Guascayaco. Tiene una longitud del cauce principal de 18.54 km y un área de 33.34 km². Su lecho esta compuesto por cantos rodados, guijarros y gravas. Esta cuenca tiene un factor de forma de 0.14, lo que indica que es una cuenca alargada, de forma rectangular oblonga con tendencia baja para concentrar grandes volúmenes de aguas de escurrimiento.

La Tabla 5 muestra algunas características morfométricas de las micro cuencas de los ríos Congor, Tambor, Inchiyaco, Nabueno y Guayuyaco y en la Tabla 6 se presenta el inventario de las distintas fuentes hídricas del municipio.

Tabla 5. Morfometría de las principales corrientes del municipio de Piamonte.

CUENCA	AREA (km ²)	PERIMETRO (km)	I(km)	L (km)	Kf	Kc	FORMA	No ORDEN
Congor	108.01	87.84	48.73	38.4	0.07	2.36	Rectangular oblonga	4
Tambor	157.87	61.34	33.41	25.3	0.24	1.36	Oval oblonga	4
Inchiyaco	172.43	88.82	44.85	29.8	0.19	1.89	Rectangular oblonga	5
Nabueno	61.52	41.87	16.36	14.6	0.28	1.49	Oval oblonga	3
Guayuyaco	33.34	36.57	18.54	15.6	0.14	1.77	Rectangular oblonga	4

Coefficiente de Compacidad: $Kc=0.28*\text{Perimetro}/\sqrt{\text{Area}}$

Factor de Forma: $Kf= A/L^2$

Longitud del Cauce: I

Longitud de la Cuenca: L

Tabla 6. PRINCIPALES FUENTES DE AGUA DEL MUNICIPIO DE PIAMONTE

CUERPO DE AGUA	NOMBRE	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	LOCALIZACIÓN (por corregimiento)
Río	Caquetá	Media			Límite mpal con Santa Rosa y departamental con el Putumayo
Río	Fragua	Media			Límite municipal y departamental con San José del Fragua Departamento del Caquetá
Río	Tambor	Caquetá	Tambor		Piamonte y Remanso
Río	Inchiyaco	Caquetá	Inchiyaco		Nápoles, Mirafior y Remanso
Río	Guayuyaco	Caquetá	Guayuyaco		Nápoles y Mirafior, resguardo Guayuyaco
Río	Nabueno	Caquetá	Nabueno		Nápoles y Mirafior, resguardo Guayuyaco
Río	Congor	Fragua	Congor		Piamonte, Bombonal y Bajo Congor
Brazuelo	Canangucho	Caquetá			Mirafior
Brazuelo	Fragüita	Fragua			Bombonal
Quebrada	Barbasco		Tambor	Barbasco	Piamonte
Quebrada	Barbasquito		Tambor	Barbasco	Piamonte
Quebrada	La Cristalina		Tambor	Barbasco	Cabecera municipal
Quebrada	Sachuco		Tambor	Barbasco	Cabecera municipal
Quebrada	La Negra	Fragua		La Negra	Fragua Viejo
Quebrada	La Leona		Congor	La Leona	Piamonte y Bombonal
Quebrada	El Morro		Tambor	El Morro	Remanso
Quebrada	La Sierpe		Caquetá	La Sierpe	Mirafior
Quebrada	La Salada		Nabueno	Dedoyaco	Nápoles y Mirafior
Quebrada	Dedoyaco		Nabueno	Dedoyaco	Nápoles y Mirafior

CUERPO DE AGUA	NOMBRE	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	LOCALIZACIÓN (por corregimiento)
Quebrada	Hachayaco		Guayuyaco	Hachayaco	Nápoles
Quebrada	Tortuga		Guayuyaco	Tortuga	Nápoles
Quebrada	Cusumba		Nabueno	Cusumba	Miraflor
Quebrada	Mary		Nabueno	Mary	Miraflor
Quebrada	Huitota		Tambor	Huitota	Piamonte
Quebrada	Sardinas		Nabueno	Sardinas	Miraflor
Quebrada	Palmito	Caquetá			Yapurá
Quebrada	Tontoyaco		Inchiyaco	Tontoyaco	Miraflor
Quebrada	La Majiña		Tambor	La Majiña	Piamonte - Remanso
Quebrada	Suspizacha		Inchiyaco	Suspizacha	Remanso
Quebrada	El Corozo		Inchiyaco	El Corozo	Miraflor
Quebrada	Agua Blanca		Inchiyaco	Agua Blanca	Remanso
Quebrada	Trojayaco	Caquetá		Trojayaco	Remanso - Yapurá
Quebrada	Perlas	Caquetá		Perlas	Remanso
Quebrada	La Tigra		Congor	La Negra	Fragua Viejo
Quebrada	Chuspizacha	Fragua		Chuspizacha	Bajo Congor
Quebrada	Tolayaco	Caquetá		Tolayaco	Yapurá
Quebrada	San Pedro		Nabueno	Dedoyaco	Miraflor
Quebrada	Warmeyaco			Tortuga	Nápoles

2.2 CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO SUPERFICIAL

En este aspecto, existen algunos registros puntuales elaborados para el bloque Santana La Fragua de la compañía Argosy Energy International; del resto del territorio no se tienen registros históricos que permitan tener un conocimiento claro de cómo se ha transformado la calidad de los recursos hídricos del municipio. Los registros puntuales hacen referencia a los resultados de los estudios “Plan de manejo ambiental para la operación del bloque Santana – La Fragua” y “Mejoramiento y pavimentación de la vía Villagarzón – San José del Fragua”, realizados por la compañía ARGOSY y por el Instituto Nacional de Vías INVIAS ,respectivamente.

El primer estudio se hizo con el fin de llevar a cabo una caracterización de la calidad del agua de los cuerpos de agua que se ven influenciados por la actividad petrolera y realizar una evaluación de la situación actual en la que se encuentran, se efectuaron muestreos físico - químicos, microbiológicos e hidrológicos en dichos cuerpos.

Los análisis se realizaron en diciembre de 1996 y se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tablas 7 y 8.

Tabla 7. Parámetros físico - químicos analizados en los ríos Fragua, Congor, Tambor, Inchiyaco, Caquetá y Nabueno.

PARAMETROS	UNIDADES	RIO FRAGUA	RIO CONGOR	RIO TAMBOR	RIO INCHIYACO	RIO CAQUETA	RIO NABUENO
Temperatura	°C	26	26.5	26	27	23	26
Oxígeno disuelto	mg/l	8.6	7.3	7.4	7.5	7.4	6.7
Conductividad	uS/cm	30	40	40	30	80	30
pH	unidades	7.71	7.42	7.46	6.86	7.45	6.95
DBO	mg/l	3	2	3	3	8	<2
DQO	mg/l	5	6	8	8	18	4
Sólidos disueltos	mg/l	20	30	30	20	60	20
Sólidos suspendidos	mg/l	1	2	2	1	284	2
Sólidos Sedimentables	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.0	<0.1
Sólidos Totales	mg/l	21	32	32	21	344	22
Grasas y aceites	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Fenoles	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Sulfatos	mg/l	<0.1	0.5	0.4	0.6	2.5	0.6
Nitratos	mg/l	<0.01	0.18	0.39	0.18	0.10	0.22
Cloruros	mg/l	0.4	0.5	0.8	0.8	2.2	0.4
Coliformes Fecales	NMP	120	43	75	93	120	20
Coliformes Totales	NMP	1100	460	460	460	1100	210

Fuente: Geoambiental, 1997.

Tabla 8. Parámetros físico-químicos analizados en las quebradas: Mary, San Pedro, El Túnel, Tufan y Sardinás..

PARAMETROS	UNIDADES	QUEBRADA MARY	QUEBRADA SAN PEDRO	QUEBRADA EL TUNEL	QUEBRADA TUFAN	QUEBRADA SARDINAS
Temperatura	°C	26.5	23	23.5	25	24
Oxígeno disuelto	mg/l	3.5	7.4	6.7	6.2	6.6
Conductividad	US/cm	40	80	60	70	60
pH	unidades	7.80	7.45	5.8	6.13	7.46
DBO	mg/l	<2	<2	<2	<2	<2
DQO	mg/l	8	6	2	5	4.0
Sólidos disueltos	mg/l	30	60	60	50	50
Sólidos suspendidos	mg/l	5	11	4	2	8
Sólidos Sedimentables	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sólidos Totales	mg/l	35	71	64	52	58
Grasas y aceites	mg/l	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Fenoles	mg/l	0.055	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Sulfatos	mg/l	12.5	0.8	<0.1	0.5	
Nitratos	mg/l	0.08	0.10	0.06	0.15	0.04
Cloruros	mg/l	36.1	1.2	180.5	0.9	0.9
Coliformes Fecales	NMP	14	14	75	28	23
Coliformes Totales	NMP	120	240	240	240	460
Bario	mg/l	0.085		<0.005		
Cadmio	mg/l	0.008		0.002		
Plomo	mg/l	0.020		<0.005		

Fuente: Geoambiental, 1997

En la Tabla 9 se describen los criterios admisibles de calidad de agua según el decreto 475/98.

Tabla 9 Criterios de calidad de agua admisibles según el decreto 475/98.

PARAMETRO	Símbolo	CONSUMO HUMANO Mg/L	USO
			AGRPECUARIO
Amoniaco	N	1.0	
Arsénico	As	0.01	0.1
Aluminio	Al	0.2	5.0
Bario	Ba	0.5	
Cadmio	Cd	0.003	0.01
Cianuro total	CN	0.05	
Cinc	Zn	15.0	
Cloruros		250	
Cobre	Cu	1.0	0.2
Coliformes totales	NMP	1.000 micro-organ /100 ml	
Color	Color real	20 und	
Fenoles totales	Fenol	0.001	
Grasas y aceites		Ausentes	
Mercurio	Hg	0.001	
Nitritos	NO ₂	0.1	
Nitratos	NO ₃	10	
Oxígeno disuelto		> 4.0	
PH	Und	6.5 – 8.5	4.5 –9.0
Plomo	Pb	0.01	5.0
Selenio	Se	0.01	0.02
Sulfatos	SO ₄	250	
Sustancias activas al azul de metileno	ABS	0.5	
Turbiedad	UJT	10 und	
TEMPERATURA	°C		< 40

A continuación, se describen las principales conclusiones obtenidas para cada parámetro medido:

- **Temperatura:** La temperatura del agua en todas las estaciones de muestreo osciló entre 23 y 27°C, valores que permiten el establecimiento de los organismos acuáticos.
- **pH:** En todos los puntos de muestreo presentó valores entre los 5.8 y 7.8 unidades, los cuales se encuentran dentro del rango permisible establecidos por el decreto 475/98.

- **Conductividad y sólidos disueltos:** En general todos los cuerpos de agua presentan una conductividad baja a excepción de la quebrada San Pedro, El Túnel y río Caquetá. A su vez este último presenta la mayor concentración de sólidos totales, lógico si se entiende el caudal que posee, la capacidad de arrastre y el estado de deterioro de una gran parte de la cuenca alta.
- **Oxígeno disuelto (OD):** El oxígeno disuelto en casi todos los sitios muestreados por Argosy se encuentra por encima del límite permisible, valores que no restringen el establecimiento de la hidrobiota. A excepción de la quebrada Mary que presenta una disminución en su concentración, debido posiblemente al vertimiento industrial que recibe dicho cuerpo de agua.
- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y Demanda química de oxígeno (DQO):** Los valores de DBO y DQO para todos los cuerpos de agua son bajos. La DBO registro valores entre <2 y 8 mg/l y la DQO entre 2 y 28 mg/l, indicando la poca presencia de materia orgánica; en la quebrada Mary y San Pedro, se presentó un ligero incremento posiblemente debido al tipo de sustrato limoso-arcilloso y en el río Caquetá debido al aporte de material alóctono que recibe este cuerpo de agua.
- **Sólidos suspendidos:** En todos los cuerpos de agua se presentaron valores bajos en las concentraciones de sólidos suspendidos principalmente en los ríos donde se observó un color cristalino a excepción del río Caquetá en el cual se registró el valor más alto debido en parte al aporte de materiales de los cuerpos de agua que hacen allí sus descargas.
- **Cloruros:** El valor de los cloruros osciló entre 0.4 y 1.0 mg/l a excepción en la quebrada El Túnel que presentó un valor de 180.5 mg/l, valor que se encuentra dentro de la norma; estos valores de los cloruros se encuentran relacionados con los valores encontrados para la conductividad, donde se observa que esta se incrementa con la salinidad y esta a su vez depende de la concentración de cloruros.
- **Fenoles:** En la mayoría de las estaciones, a excepción de la quebrada Mary que presenta un valor de 0.055, las concentraciones de fenoles se encuentran dentro de los criterios de calidad admisibles de 0.001, dados por el decreto 475/98, permitiendo el establecimiento del componente biótico e indicando que para su consumo sólo se necesita un tratamiento convencional o desinfección.
- **Sulfatos:** Este parámetro igualmente se encuentran dentro del límite permisible para consumo humano lo que sugiere que para su consumo solo se necesita tratamiento convencional.
- **Nitratos:** Este elemento es de vital importancia como nutriente en los ecosistemas acuáticos y su concentración varía de acuerdo al estado trófico de los cuerpos de agua; las concentraciones en todos los sitios de muestreo son bajas indicando una poca contaminación orgánica en los cuerpos de agua.

- **Cadmio, plomo y bario:** Estos metales en su mayoría cumplen con la norma establecida para consumo humano y doméstico, y uso agrícola y pecuario.
- **Coliformes fecales y totales:** Los valores registrados para los coliformes fecales y totales se encuentran muy por debajo del considerado en el decreto 475/98, donde el agua necesita únicamente desinfección y tratamiento convencional para su consumo humano y es apta para uso agrícola. De acuerdo a los criterios establecidos por la OMS (1978), la calidad bacteriológica de los cuerpos de agua se encuentra en la clasificación II (50-5000 NMP de coliformes totales), en la cual se requiere la aplicación de métodos habituales de tratamiento como coagulación y filtración; por lo tanto la cantidad de aguas negras que le entran a los cuerpos de agua no representan valores elevados de coliformes totales. No obstante se debe tener un mayor control sobre las concentraciones de fenoles, grasas y aceites y el oxígeno disuelto de las aguas vertidas a los cuerpos receptores provenientes de los vertimientos industriales.

Los resultados de los análisis físico – químicos realizados en el estudio realizado por INVIAS se describen en el tabla 10. Estos análisis se hicieron en diciembre de 1997 en tres sitios puntuales como fueron: Ríos Fragua, Tambor y Caquetá.

Se observó que los niveles de oxígeno medidos fueron altos en el río Tambor y Fragua y corresponden a niveles de saturación, lo cual solo se presenta en los cuerpos de agua en estado natural y sin recibir ningún tipo de contaminación.

Tabla 10. Parámetros físico - químicos analizados en los ríos Fragua, Tambor y Caquetá.

PARÁMETRO	RIO FRAGUA	RIO TAMBOR	RIO CAQUETA
PH	6.5	6.2	6.07
Temperatura (0 C)	25	23.5	23.5
Oxígeno Disuelto (mg/l)	10.5	10.9	8.6
DQO (mg/l)	6	5	7
DBO (mg/l)	N.D	N.D	4
Sólidos Totales (mg/l)	38.4	34.8	68.8
Sólidos en Suspensión (mg/l)	1.1	N.D	24.2
Sólidos Disueltos (mg/l)	37.3	34.8	44.6
Nitritos (mg/l)	N.D	N.D	N.D
Nitratos (mg/l)	0.1	0.13	0.45
Amonio (mg/l)	0.27	0.12	0.24
Nitrógeno (mg/l)	0.35	0.26	0.72
Fósforo (mg/l)	0.1	0.1	0.1

Fuente: INVIAS, 1998

Aunque no se puede hacer un comparativo por o puntual y la no continuidad de los análisis en varios períodos del año, se puede decir en términos generales que la calidad de los recursos hídricos del municipio de Piamonte es buena.

Es preocupante el peligro de contaminación de algunas corrientes superficiales cercanas a los pozos petroleros, ya que se han presentado algunos derrames de crudo en algunos cauces, como la quebrada Mary, que pese a los planes de contingencia adoptados por las compañías petroleras, los daños por derrames no se recuperan fácilmente.

También es inquietante el grado de contaminación por aguas servidas de la quebrada Barbasco, que es la principal fuente de abastecimiento de agua de la cabecera municipal y ya se han presentado algunos casos de enfermedades gastrointestinales y de la piel por el consumo de agua de esta quebrada.

2.3 DEMANDA DE AGUA

En este aspecto, no existen los registros de consumo humano y agrícola. Sin embargo, se tuvo en cuenta los resultados obtenidos del estudio denominado "Diseños de los acueductos de Miraflores, Yapurá, El Remanso, Bajo Congor y Guayuyaco", el cual fue calculado para periodos de retorno de 20 años y se estimó un crecimiento promedio de la población de 1.7%. La Tabla 11, resume los resultados de dicho estudio.

Cabe mencionar que estos acueductos tienen alguna inversión preliminar, pero ninguno de ellos ha sido terminado y diseñado técnicamente; necesitan ser evaluados los diseños, para construir los proyectos y gestionar los recursos faltantes.

No se tienen datos de demanda de agua para uso agrícola, en razón a que en la zona no se desarrollan cultivos extensivos y las cantidades utilizadas son muy bajas, y porque la mayoría de éstos tiene suficiente con las precipitaciones que son suficientes para satisfacer las necesidades de agua en los sistemas productivos.

Tabla 11. Datos técnicos preliminares de cálculo para demanda de agua proyectada para los acueductos de los corregimientos de Miraflores, Yapurá, El Remanso, Bajo Congor y Guayuyaco. (año 1999)

Acueducto	Fuente	Población proyectada año 2004 (Hab)	Caudal Medio Diario CMD (l/seg)	Caudal Máximo Diario CMD (l/seg)	Caudal Máximo Horario CMH (l/seg)
El Remanso	Q. Suspizacha	583	1.06	1.27	1.90
Yapura	R. Caquetá	377	0.73	0.88	1.32
Miraflores	Q. Dedoyaco	1513	2.63	3.15	4.73
Bajo Congor	R. Congor	334	0.63	0.75	1.13
Guayuyaco	Afloramiento	206	0.39	0.47	0.70

CMD = 1.2 *cmd
 CMH = 1.5 *CMD

En la Tabla 12 se presentan las fuentes de agua utilizadas por la población de Piamonte, y el numero de familias usuarias pos sector, con lo cual se puede establecer la necesidad de implementar acueductos comunitarios o regionales.

2.4 DISPONIBILIDAD DE AGUA

En cuanto a la disponibilidad de agua en la región, lo ideal sería plantear la formulación del balance hídrico que determinara la cantidad, y permitiera efectuar el permanente monitoreo de la calidad del agua. Sin embargo, en el proceso de recolección de información, no se encontró ningún tipo de información de aforos o datos de caudales, y a pesar de contar con unos pocos registros de calidad de agua de los ríos Caquetá, Fragua, Tambor, Congor, Inchiyaco y Nabueno, y de las quebradas Mary, El Túnel, San Pedro, Tufan y Sardinias, de igual manera se tiene de manera puntual los registros de una estación provisional instalada en la cabecera municipal en el año 1999 para el estudio de “*Prediagnóstico de la quebrada Barbasco*”. La información existente no permite establecer indicadores cuantitativos exactos sobre la disponibilidad de agua en la región.

Al no existir acueductos, la población se abastece de agua por medio de sistemas de recolección de aguas lluvias, sin embargo, en épocas de sequía, se tienen que abastecer de los ríos o quebradas que pasan cerca de sus viviendas o de aguas de nacimientos cercanos.

La escasez de agua la sienten las comunidades asentadas en la parte baja del municipio, especialmente algunos sectores del corregimiento de Yapurá y Bajo Congor, las veredas El Palmito y Villanueva, en cambio, las veredas asentadas en las riberas de los ríos Caquetá, Tambor, Guayuyaco, Inchiyaco y Fragua si mantienen buena disponibilidad de agua durante todo el año.

3. HIDROGEOLOGÍA

Con base en la identificación de áreas comunes que comparten los proyectos Andaquí, Pacayaco y Churumbelos, se encontró que de acuerdo con la estratigrafía, porosidad y posibilidad de cada formación geológica de contener acuíferos; en el área de estudio del proyecto Churumbelos se pueden identificar las siguientes áreas y unidades en las cuales se puede captar agua:

3.1 ÁREAS DE RECARGA

Corresponden algunos sectores como planos de inundación de los ríos en los sectores bajos, y áreas y sectores de saturación en la zona alta correspondientes a cambios en la pendiente, en este sentido los principales se ubican hacia la zona de piedemonte, donde los depósitos presentan permeabilidad alta. También existen zonas de humedales que retroalimentan los sistemas subsuperficiales y a los mismos drenajes en épocas de menores precipitaciones.

Tabla 12. Fuentes de agua en el municipio de Piamonte Cauca

CORREGIM.	TOTAL VIVIENDAS	%	FUENTE DE AGUA											
			QUEBRADA	%	RIO	%	POZO-ALGIBE	%	NACIMIENTO	%	ARROYO	%	LLUVIA	%
MIRAFLORES	234	15,39	81	11,5	137	22,8	6	3,75	0	0,00	4	57,14	6	22,22
NAPOLES	103	6,78	38	5,38	34	5,66	11	6,88	18	90,00	1	14,29	0	0,00
PIAMONTE	142	9,34	117	16,6	16	2,66	6	3,75	2	10,00	1	14,29	2	7,41
YAPURA	155	10,20	39	5,52	74	12,3	41	25,63	0	0,00	1	14,29	0	0,00
REMANSO	405	26,64	124	17,6	222	36,9	59	36,88	0	0,00	0	0,00	0	0,00
PUERTO BELLO	82	5,39	44	6,23	38	6,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
FRAGUA VIEJO	129	8,49	39	5,52	80	13,3	10	6,25	0	0,00	0	0,00	0	0,00
BAJO CONGOR	270	17,76	224	31,7	0	0	27	16,88	0	0,00	0	0,00	19	70,37
TOTAL	1.520	100	706	100	601	100	160	100	20	100	7	100	27	100

Fuente: Censo Plan de Desarrollo 1998 Rural

3.2 ÁREAS DE ESCORRENTÍA

La escorrentía como proceso se presenta donde las geoformas exponen altas pendientes. En el área, estas características se aprecian en el piedemonte disectado donde los suelos tienen horizontes superficiales limitando la profundidad efectiva o son de poco espesor, hacia y material mineral la zona nororiental del municipio correspondiente a la serranía de los Churumbelos, y la zona montañosa occidental en límites con Santa Rosa, en las cuales predomina la escorrentía superficial.

3.3 ÁREAS DE INFILTRACIÓN

Las zonas de infiltración agrupan todas las áreas de baja pendiente y alta permeabilidad, aunque ligeramente limitadas por niveles superficiales de roca (algunas de estas superficies están constituidas por depósitos aluviales recientes de espesores variables que suprayacen niveles de rocas terciarias) no representan un gran obstáculo para que la lluvia se infiltre y genere flujos subsuperficiales o alimenta acuíferos libres que ayudan a regular el ciclo hidrológico en verano (Ibid).

De acuerdo a las características litológicas del área de estudio, se pueden presentar dos tipos de acuíferos: los acuíferos artesianos, localizados principalmente en secuencias de areniscas con intervalos arenosos de considerable espesor y buena permeabilidad, se hallan confinados en unidades de rocas permeables y limitados por niveles impermeables o fallas; y los acuíferos libres, los cuales no se encuentran limitados hacia la superficie por niveles impermeables, se localizan a lo largo de las planicies aluviales recientes y subrecientes. Los de mayor potencial acumulador son los de gran extensión y poca pendiente, tal como se observan en las geoformas aluviales del río Caquetá (Ibid).

4. GEOLOGIA

4.1 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La Serranía de los Churumbelos conforma el “nacimiento geomorfológico de la Cordillera Oriental de Colombia”, cuya manifestación inicial es el Cerro El Churumbelo en el municipio de Mocoa (Putumayo).

En el área afloran unidades geológicas con edades desde el Precámbrico hasta el Reciente; las unidades pre-cretácicas se caracterizan por su origen ígneo, mientras que las cretácicas y cenozoicas son sedimentarias o volcanosedimentarias.

Las rocas cristalinas más antiguas (Precámbrico?) corresponden a granitos aflorantes en la parte central de la Cuenca del Alto Caquetá, las rocas jurásicas están representadas por la Formación Saldaña, que se presenta como la unidad más extensa cartografiada en el área de la Serranía.

La sucesión sedimentaria del Cretácico se inicia con el conjunto de cuarzoareniscas transgresivas de la Formación Caballos, las cuales están en contacto gradual con una unidad predominantemente lodolítica correspondiente a la Formación Villeta, la cual fue acumulada durante la máxima inundación marina que afectó esta parte del territorio. Sobre esta unidad, exclusivamente marina, se depositaron arcillolitas de ambientes más oxidantes que se agrupan bajo la denominación de Formación Rumiyo.

Posteriormente, los ambientes continentales tuvieron lugar en abanicos aluviales, ríos meandriformes y trenzados representados en el Miembro Inferior de la Formación Pepino, ambientes transicionales correspondientes a los Miembros Medio y Superior de la Formación Pepino y paludales del Grupo Orito. (Geoestudios, 1998, 6)

4.2 ESTRATIGRAFÍA

4.2.1 Batolito de Mocoa (Jm). Está representada por rocas ígneas de aspecto plutónico, textura fanerítica gruesa, duras, con baja meteorización en el cauce del río Caquetá, fracturadas a moderadamente fracturadas; petrográficamente clasificadas como leucogranito. (Ingetec S.A., 1997).

Esta unidad aflora en la parte media de la Cuenca del Alto Caquetá donde se proyecta el sitio de presa del Proyecto Andaquí. En el estudio de factibilidad de dicho proyecto se infiere una discordancia entre esta unidad y la Formación Saldaña que la suprayace, sin embargo, el contacto entre estas unidades es fotogeológico y sin control de campo.

En la cartografía geológica de la Plancha 430 – Mocoa (Putumayo) realizada por Geoestudios Ltda. para INGEOMINAS, esta unidad es correlacionada con el Batolito de Mocoa, cuya edad varía desde el Triásico Tardío al Jurásico Medio, pero la escala de esta cartografía no es tan detallada como la del Proyecto Andaquí y aunque ambos estudios coinciden en la naturaleza de la roca y su composición granítica, no se tienen criterios claros para la correlación de esta unidad, pues no se reportan dataciones realizadas en las rocas aflorantes en esta parte de la Serranía de Los Churumbelos (Anexo 3).

4.2.2 Formación Saldaña (Js). La descripción original de esta unidad fue realizada por Nelson (1.959) y redefinida por Cediell, F., Mojica, J. & Macia, C. (1.980). La Formación Saldaña es la unidad más extensa cartografiada en el área de estudio, aflora a lo largo de la serranía en una franja con dirección aproximada N30°E (Anexo 3); está constituida por una sucesión de lavas riolíticas, dacíticas, andesíticas y tobas líticas, cristalinas, vítreas y mezcla de ellas, con texturas hasta porfíricas de colores grises, violeta a rojizos. Presenta esporádicos niveles de sedimentitas de color violáceo. (Geoestudios Ltda., 17). El contacto superior con la Formación Caballos es de modo discordante con menos de 10° de variación en la inclinación de las capas.

4.2.3 Formación Caballos (Kic). Para la Cuenca del Putumayo, la referencia original es de Olsson (en Julivert, 1968, 179). Los principales afloramientos de la Formación Caballos en la zona de estudio, aparecen en el Cerro El Churumbelo del municipio de

Mocoa (Anexo 3), cuya ladera occidental está conformada por esta unidad formando una extensa pendiente estructural, hacia la parte norte del área nuevamente forma una continua pendiente estructural que se prolonga hacia el NE hasta Picos del Fragua, de igual forma al sur del área de estudio se observan franjas en dirección NE asociadas a la Falla del Borde Llanero, que enmarcan el piedemonte de la serranía desde Putumayo hasta Caquetá (Anexo 3).

La sucesión estratigráfica del río Mocoa se inicia con un delgado nivel de areniscas conglomeráticas y conglomerado, con gránulos de cuarzo lechoso; suprayaciendo el conglomerado se observan intercalaciones de cuarzoareniscas de grano medio con finos niveles de lodolitas casi siempre carbonosas. Hacia el tope de la unidad, dentro de las capas de cuarzoarenisca es frecuente encontrar finas láminas lenticulares de material carbonoso y glauconita.

El contacto inferior con la Formación Saldaña es discordante, mientras que con la suprayacente Formación Villeta es transicional. (Geoestudios Ltda., 19).

4.2.4 Formación Villeta (Ksv). La primera referencia, para la Cuenca del Putumayo, aparece en Cucalón & Camacho (1966, 7). Los diferentes afloramientos de la Formación Villeta están siempre relacionados con los de la infrayacente Formación Caballos y corresponden a una sucesión sedimentaria predominantemente lodolítica, con algunas intercalaciones de calizas y areniscas (Anexo 3).

La sucesión inicia con lodolitas físciles en las que se intercalan unos niveles decimétricos de calizas; este nivel es suprayacido por un nivel de areniscas cuarzosas de color blanco al que se superponen lodolitas grises ligeramente carbonosas; continúa, otro nivel de calizas micríticas y lodolitas calcáreas que es suprayacido por arcillolitas grises, areniscas gruesas, conglomerados y calizas lumaquéticas; la parte superior de la unidad es predominantemente lutítica y únicamente en el tope de la unidad aparece un segmento de limolitas síliceas muy compactas. (Geoestudios Ltda., 21).

Los contactos inferior y superior de la unidad son transicionales y concordantes con las Formaciones Caballos y Rumiyaco, respectivamente.

4.2.5 Formación Pepino (Tpep). Autor: Saville, en McGirk, D. Aflora en el extremo suroccidental de la serranía aparece una franja en dirección N-E de la Formación Pepino asociada a la Falla Urcosique.

Esta formación se divide en tres miembros, el nivel inferior está conformado por un potente conglomerado clastosoportado que se presenta en capas gruesas a muy gruesas, lenticulares, que gradan a litoareniscas de grano medio. El Miembro Medio está compuesto por capas medias de areniscas, con delgados lentes conglomeráticos, capas finas y medias de lodolitas y nódulos calcáreos con fósiles. El Miembro Superior de esta formación es el que desarrolla los más prominentes cerros y las más continuas pendientes estructurales; al igual que en el Miembro Inferior los conglomerados predominan sobre las lodolitas, los paquetes sedimentarios son granodecrecientes, y

gradan de conglomerados medios, hasta arcillolitas en capas finas, con abundante contenido de material carbonoso (Anexo 3).

Los contactos entre cada miembro es transicional. El contacto del Miembro Inferior de la Formación Pepino con la Formación Rumiyocho es paraconforme, existiendo un cambio brusco entre sus facies. El contacto superior, con el Grupo Orito es transicional. (Geoestudios Ltda., 27).

4.2.6 Depósitos aluviales recientes y terrazas (Qal). Las terrazas aluviales que se pueden cartografiar a la escala de trabajo se encuentran asociadas a los cauces actuales de los ríos Mandiyaco, Fragua, Fraguachorroso, Valdivia y Sarabando principalmente (Anexo 3).

Los depósitos aluviales recientes se encuentran localizados entre las laderas del relieve montañoso y están siempre relacionados a los cauces actuales de los diferentes ríos, de los cuales, son muy pocos los que se pueden cartografiar a la escala de trabajo, 1:100.000.

El material constitutivo corresponde a aluviones finos y materiales heterométricos, conformados por partículas tamaño grava, arena, limo y arcilla, de muy variada composición y textura.

4.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las estructuras geológicas más importantes presentes en el área de estudio corresponden a las fallas El Churumbelo y Urcosique, las cuales son las principales responsables del levantamiento cordillerano. Otra estructura, cartografiada por Ingetec S.A., corresponde a la Falla San Gabriel, la cual está ubicada al noroccidente del área de estudio.

La Falla El Churumbelo o Falla El Signo tiene una dirección general N65°8 0'E con buzamientos de 80° a 90° al SE, catalogándose como una falla inversa de alto ángulo. La zona de influencia se estima entre 50 – 100 m a lado y lado del trazo de la falla.

De occidente a oriente, esta falla pone en contacto rocas volcánicas del Jurásico (Formación Saldaña) con rocas cada vez más antiguas, inicia contra la Formación Pepino y termina contra la Formación Villeta.

Esta falla, junto con la de Urcosique, limita el bloque tectónico levantado denominado Macizo del Churumbelo (Ingetec S.A.).

La Falla de Urcosique o Falla del Borde Llanero se localiza en la parte sur del área de estudio, separa el macizo montañoso de la Llanura Amazónica.

Al oriente de Villagarzón (aguas arriba de Puerto Limón, por el río Caquetá) esta falla pone en contacto rocas volcánicas del Jurásico (Formación Saldaña) y rocas ígneas

intrusivas con rocas sedimentarias terciarias de la Formación Pepino (Ibid). Hacia el oriente, está asociada a la Formación Saldaña y rocas sedimentarias del Cretáceo.

De acuerdo con informes técnicos de ECOPETROL, esta falla corresponde a una bifurcación de la Falla de Mocoa que se extiende hasta el noroeste de Florencia en el Departamento de Caquetá; la clasifican como una falla inversa de bajo ángulo (cabalgamiento) con el plano inclinado hacia la cordillera, es decir al NW y dirección aproximada N60°E. Se estima una zona de influencia entre 50 y 100 m a lado y lado del trazo de falla.

4.4 EVOLUCIÓN GEOLÓGICA

4.4.1 Mesozoico. Durante el Triásico (Noriano – Retiano), ocurre en la zona la incursión marina que permitió la acumulación de calizas, margas y calcoarenitas (de este evento no hay registro dentro del área del corredor). Estas rocas fueron sometidas posteriormente a metamorfismo de contacto durante el Jurásico cuando gran parte del territorio colombiano se vio sometido a fuertes sucesos plutónicos y piroclásticos con flujos de lavas y de escombros de naturaleza calcoalcalina, en una asociación comagmática plutónica – volcanosedimentaria (Batolito de Mocoa – Formación Saldaña).

Luego, pasado un tiempo de no depositación en el área, de aproximadamente 50 millones de años, sucede una incursión marina iniciada durante el Aptiano Tardío que perduró hasta el Campaniano, teniendo su máxima inundación hacia el Turoniano. Durante el inicio de esta transgresión se acumularon los sedimentos la mayoría arenáceos que hoy conforman la Formación Caballos; a medida que el nivel del mar ascendía, las primeras calizas y dolomitas de la Formación Villeta se acumulaban en un ambiente de baja energía y poco aporte de sedimentos; posteriormente durante la regresión, nuevamente se depositan arenas en proximidades a la zona de playa, que a su vez marcan el límite más superior de la Formación Villeta.

A finales del Cretácico, en el Maastrichtiano, en la cuenca, se registra la retirada definitiva del mar, dejando amplias llanuras próximas a un mar muy tranquilo en donde se inició una sedimentación predominantemente continental, en ambientes oxidantes (Formación Rumiyaco). (Geoestudios Ltda., 43)

4.4.2 Cenozoico. A comienzos del cenozoico (Paleoceno) continúa la acumulación de sedimentos principalmente arcillosos, en ambientes oxidantes, las cuales se agrupan bajo la denominación de Formación Rumiyaco.

En el Eoceno Temprano, en un área cercana a la costa, tiene lugar una intensa actividad tectónica localizada hacia la ancestral Cordillera Central, la cual provoca la acumulación en abanicos aluviales de grandes cantidades de guijos y guijarros de chert y cuarzo lechoso (agrupados bajo la denominación de Formación Pepino, Miembro Inferior). Al occidente de Mocoa, se localizaba la salida del antiguo abanico, con acumulación de los fragmentos más gruesos, mientras que hacia el norte y sur se ubicaban las facies más distales, en donde se depositaron sedimentos de textura mucho más fina.

A la vez que la actividad tectónica se atenuaba, el ascenso relativo del nivel del mar tomaba lugar sobre una llanura de gran extensión, en donde gran cantidad de organismos surcaban los fondos de acumulación de sedimentos areno-arcillosos, en lo que hoy constituye el Miembro Medio de la Formación Pepino; nuevamente el mar incursionaba en esta parte del territorio, acumulándose en las playas arenas con glauconita y hacia las zonas un poco más profundas, lodos con algo de material carbonoso (Miembro Superior de la Formación Pepino).

La culminación del avance del nivel del mar permitió los depósitos transicionales (paludales) en donde se formaron niveles ricos en evaporitas (yeso), carbón y capas ricas en moluscos, cuyos vestigios se encuentran en el Grupo Orito, principalmente hacia la parte basal.

Mientras que el mar se retiraba del antiguo Piedemonte del Putumayo, hacia las partes altas de la cordillera, la depositación efectuada durante el Plioceno y el Pleistoceno se restringe a una intensa actividad volcano-sedimentaria que hacia su fase culminante, predominaron los ambientes glaciales; así una gran cantidad de depósitos piroclásticos y lavas recubrieron el relieve generado por las unidades cretácicas y precretácicas, enmascarando la intensa actividad tectónica pre-miocénica.

La actividad volcánica del Terciario – Cuaternario probablemente está ligada a los fuertes eventos tectónicos provocados por la subducción de la Placa de Nazca. El levantamiento cordillerano que afectó la gran mayoría de las unidades terciarias y preterciarias, interrumpió hacia el Piedemonte, la depositación posterior al Mioceno. La fuerte actividad tectónica del Plioceno – Pleistoceno desarrolló importantes pliegues y fallas inversas cuya actividad tectónica reciente no tiene expresión relevante.

Igualmente el levantamiento cordillerano produce una intensa sedimentación evidenciada por la gran cantidad de terrazas con muy variadas posiciones topográficas, abanicos aluviales y coluviones en áreas próximas al Piedemonte. (Geoestudios Ltda., 44).

4.5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

Hasta el momento no se conoce suficientemente cuál es el real potencial minero de esta región, sin embargo, en varios sectores de los departamentos del área de influencia del proyecto se han registrado manifestaciones importantes de minerales, relacionados en la mayoría de los casos a las rocas de afinidad plutónica y volcánica. Las rocas sedimentarias han servido igualmente como aporte a la economía de la región, principalmente en la industria del petróleo y en la explotación de calizas.

El potencial económico de las diferentes unidades litológicas se describe a continuación:

Formación Saldaña: Las mineralizaciones de esta unidad se encuentran restringidas a algunos sectores en donde se tienen tobas afectadas por un pórfido de color verde oscuro. Las tobas se hallan brechadas y presentan venas de calcita y estructuras de tipo STOCKWORK, con muchas fracturas, algunas de ellas con epidota, calcita, pirita y malaquita. El pórfido es pequeño (<100 m), está ubicado fuera del área de estudio, a lo

largo del río Ticuanayoy, éste es dacítico y probablemente cuprífero por su color verde oscuro y por las alteraciones que ha producido.

Lo anterior sugiere que es de esperarse que en la Formación Saldaña se tengan sectores enriquecidos en minerales, principalmente en aquellos sitios en donde es atravesada por diques y hacia las grandes fallas, en especial, donde se interceptan más de dos de ellas.

Formación Caballos: Sus características petrofísicas la hacen objetivo de importancia como rocas almacenadoras de hidrocarburos. Manifestaciones de petróleo se encuentran en Santa Rosa y Piamonte..

Formación Villeta: Tanto de los diferentes niveles de calizas, como de los de areniscas, se ha obtenido provecho económico en el departamento del Putumayo. Las calizas son utilizadas para la elaboración de insumos agrícolas. Algunos de los niveles de arenitas y calizas (porosidad secundaria) son rocas almacenadoras y las arcillolitas y calizas son excelentes rocas generadoras de hidrocarburos.

Depósitos aluviales: Son las principales zonas en donde se explota oro aluvial, especialmente del río Caquetá .

5. GEOMORFOLOGÍA

Las unidades geomorfológicas en la zona de estudio se clasifican según la metodología del ITC (Van Zuidam, Robert A. y otros, 1986), teniendo en cuenta tres aspectos principales: tipo de relieve general, tipo de roca / sedimento y génesis (procesos geológicos y geomorfológicos que actúan en el pasado y en el presente).

5.1 UNIDADES DE ORIGEN DENUDATIVO

5.1.1 Colinas y Laderas Denudativas (D1). Esta unidad se presenta en terrenos constituidos litológicamente por rocas jurásicas pertenecientes a la Formación Saldaña y al batolito de Mocoa y en rocas sedimentarias cretácicas de las Formaciones Villeta y Caballos. El relieve de esta unidad corresponde a colinas bajas y laderas con pendientes suaves a moderadas y valles en "V" amplios con disección moderada (Anexo 4).

El drenaje en esta unidad geomorfológica es irregular debido a la alternancia de areniscas, arcillas, lodolitas y conglomerados, lo cual incide sobre la permeabilidad relativa del conjunto. En la mayor parte de esta unidad las coberturas son de bosques en segundo estado de regeneración y en las zonas mas alejadas, se conserva el bosque natural primario. En esta zona se presenta erosión pluvial y escurrimiento difuso, los cuales se intensifican en las áreas desprovistas de cobertura boscosa; no se observan procesos importantes de remoción en masa.

5.1.2 Colinas y Laderas Denudativas (D2). La mayor extensión de esta unidad se

genera en terrenos constituidos por rocas sedimentarias cretácicas y terciarias de las Formaciones Caballos, Villeta y Pepino aflorantes al igual que la Unidad D1 en el sector Noroccidental y occidental de la zona de estudio, en menor proporción en otros sectores de terrenos conformados por las rocas ígneas jurásicas de la cuenca del río Caquetá, como la Formación Saldaña (Anexo 4).

El relieve de esta unidad es colinar con pendientes moderadas a altas, de formas rectas y cóncavas, con disección moderada y valles en "V" amplios. Las unidades geomorfológicas de este tipo que se generan en las rocas volcánicas y en las rocas sedimentarias conservan en mayor grado la cobertura de bosque natural primario.

Se presenta erosión pluvial y escurrimiento difuso, sin procesos erosivos importantes de remoción en masa; ocasionalmente se presentan terracetos, microdeslizamientos y reptaciones en zonas de potreros y cultivos como hacia las cabeceras de los ríos Tambor y Congor.

5.1.3 Montañas y Colinas Denudativas (D3). Esta unidad cubre extensiones de la serranía perteneciente a los municipios de Santa Rosa y Piamonte, en terrenos conformados litológicamente por rocas jurásicas ígneas del Batolito de Mocoa y la Formación Saldaña. El relieve de esta unidad geomorfológica es colinado a montañoso con pendientes altas de formas complejas (rectas, cóncavas y convexas), y patrones de drenaje dendríticos con valles en "V" amplios y profundos (Anexo 4).

La cobertura vegetal en esta unidad corresponde casi en su totalidad a bosques naturales primarios, los cuales protegen los suelos de la erosión causada por el impacto directo de las gotas de lluvia, en general se presenta erosión pluvial, escurrimiento difuso y erosión laminar. Esporádicamente se observan deslizamientos y caídas de roca, no cartografiables a la escala de trabajo, en los terrenos constituidos por rocas volcánicas de la Formación Saldaña con altas pendientes. Estos procesos erosivos de remoción en masa se intensifican hacia las cotas superiores en cercanías al contacto con rocas sedimentarias cretácicas de la Formación Caballos.

5.1.4 Piedemonte (D8). Las áreas cartografiables a la escala de trabajo correspondientes a zonas de piedemonte están asociadas a formaciones geológicas afectadas por las principales fallas que atraviesan la zona de estudio, así: Formación Pepino ubicada en el bloque descendido de la Falla Urcosique al SW del área. Aunque estas unidades de piedemonte están en zonas de influencia de fallas geológicas, no se observan patrones de drenaje controlados estructuralmente (Anexo 4).

La topografía de estas unidades es redondeada con pendientes suaves a moderadas de forma cóncava y drenaje irregular, poco disectado. La cobertura vegetal de estas unidades geomorfológicas corresponde a pastos arbustivos predominante en las áreas conformadas litológicamente por la Formación Pepino. No se observan procesos erosivos de importancia en las fotografías aéreas.

5.2. UNIDADES DE ORIGEN ESTRUCTURAL DENUDATIVO

5.2.1 Unidad ED1. Topografía ondulada a redondeada con sistemas de drenaje predominantemente relacionado a lineamientos, fallas o patrones de esquistosidad. Pendientes suaves y moderadamente disectadas, esta unidad tiene su mayor extensión sobre la cuenca media del Rio Fragua en la vertiente izquierda, sobre la serranía de los Churumbelos. La cobertura vegetal es de bosques primarios hacia el nor occidente de la unidad e intervenidos hacia el cauce principal del río Fragua (Anexo 4).

5.2.2 Unidad ED2. Topografía ondulada a colinada relacionada a afloramiento de rocas estratificadas. Esta unidad se genera en terrenos constituidos por rocas sedimentarias terciarias y cretácicas de la Formación Pepino y de Caballos y Villeta. Presenta patrones topográficos lineales relacionados con planos de estratificación, constituidos por cuchillas paralelas a subparalelas, afiladas, con pendientes suaves a moderadas, de formas rectas y convexas, las cuales constituyen un monoclin. La forma del relieve evidencia caracteres erosivos diferenciales muy fuertes debido a la alternancia de areniscas, arcillas, lodolitas y conglomerados, y ausencia de diaclasamiento, el drenaje es irregular, con valles en "V" amplios y poco profundos. La vegetación es de bosques intervenidos y bosques primarios sin intervenir (anexo 4).

5.2.3 Unidad ED3. Topografía redondeada a colinada con sistemas de drenaje predominantemente relacionado a lineamientos, fallas o planos de esquistosidad. Pendientes moderadas a altas. Disección moderada a severa. Representa la unidad con mayor extensión areal, se ubica hacia la cuenca media del Rio Fragua en cercanías a la Vereda la Sonora y hacia la cuenca alta del Rio Tambor. Las coberturas son de bosque primario y con muy bajo grado de intervención hacia la Sonora (Anexo 4).

5.2.4 Unidad ED4. Topografía colinada a montañosa relacionada a afloramiento de rocas estratificadas. Esta unidad corresponde a terrenos constituidos por rocas sedimentarias terciarias cretácicas, que generan cuchillas alargadas asimétricas, colinadas a montañas, con formas lineales y laderas planas en dirección de los planos de estratificación y laderas cóncavas en las pendientes que cortan casi perpendicularmente los planos de estratificación. La disección en esta unidad es profunda en los drenajes paralelos al rumbo de estratificación y somera en el sentido del buzamiento de los estratos (Anexo 4).

En las riberas de los cauces mayores, la cobertura de esta unidad corresponde a pasto arbustivo y rastrojo bajo, hacia las cotas superiores se observa rastrojo alto y bosque natural secundario, y en las zonas más alejadas, bosque natural primario intervenido. Aunque no se observan en las fotos aéreas procesos erosivos cartografiables, la intervención antrópica intensifica los procesos de erosión superficial (Anexo 4).

5.2.5 Unidad ED5. Mesas / altiplanicies controladas estructuralmente. Estas unidades

generalmente presentan poca extensión, están localizadas en las cotas superiores de la cuenca media del río Fragua, en áreas conformadas litológicamente por relictos de rocas sedimentarias cretácicas de la Formación Caballos que suprayacen la Formación Saldaña (Anexo 4).

La topografía en estas unidades es plana, controlada por planos de estratificación, poco disectada, sin procesos erosivos importantes, con cobertura vegetal de rastrojos bajos generados por sucesión natural, no por intervención antrópica, catalogadas como la subdivisión IV.A.3. de matorral enano y comunidades análogas (según la clasificación de UNESCO, 1973), que corresponde a un matorral de arbustos enanos perennifolios y herbáceas.

5.2.6 Unidad ED6. Cuestas. Esta unidad geomorfológica se encuentra en el sector norte del área, en la cuenca alta del río Fragua, se genera en terrenos constituidos por Jurásicas; estas formaciones geológicas suprayacen rocas volcánicas de edad Jurásica de la Formación Saldaña, las cuales afloran en la ladera anterior de las cuestas y en los sitios donde la disección de los drenajes es profunda y ha erodado el estrato suprayacente de las rocas sedimentarias (Anexo 4).

La ladera posterior de las cuestas tiene forma plana, pues coincide con los planos de estratificación, presenta patrones de drenaje subparalelos; las laderas anteriores presentan patrones de drenaje predominantemente subdendríticos.

En este sector se presenta intervención antrópica hacia la parte baja de la ladera posterior y valles adyacentes, la cual genera cobertura vegetal de pasto arbustivo dedicado a la ganadería, rastrojo bajo, alto y bosque secundario. En la cima de las cuestas y en las laderas anteriores predomina el bosque natural primario intervenido.

Erosión por remoción en masa se observa principalmente en las cabeceras de las quebradas secundarias de las laderas anteriores de las cuestas, donde se presentan desprendimientos de roca y/o suelo, de pequeña magnitud, propiciados al igual que en la Unidad D11, por la alta pendiente del terreno, el fracturamiento y la meteorización de las rocas y las altas precipitaciones. En algunos sectores localmente se presentan deslizamientos de mediana magnitud.

5.3. UNIDADES DE ORIGEN FLUVIAL

Las unidades geomorfológicas de origen fluvial en la zona de estudio son las de mayor extensión areal. Estas conforman toda la zona plana del Municipio, las cuales conforman los depósitos recientes re TRABAJADOS por los drenajes actuales y los depósitos antiguos de terrazas del Río Caquetá.

5.3.1 Unidad F1. Corresponde a los lechos de río, como el caso de la parte media – baja del río Caquetá, y del Río Fragua, que presentan un tipo de cauce de carácter

trenzado, alcanzando una amplitud considerable. Igualmente para este ultimo en algunos sectores se presentan variaciones locales a tipo meándrico (Anexo 4).

5.3.2 Unidad F2. Esta unidad se localiza sobre la margen izquierda (aguas arriba) del Rio Fragua, entre Puerto Bello y la confluencia de este rio sobre el Caquetá, está conformada por canales abandonados o antiguos lechos, zonas de empozamientos de agua, conformación de humedales (Anexo 4).

5.3.3 Unidad F3. Corresponde a Llanuras de inundación y canales de río abandonados inactivos (sin agua). La topografía es casi horizontal, suave e irregular. Esta unidad está restringida a la confluencia del Rio Fragua sobre el Caquetá, estas zonas pueden ser inundadas temporalmente ; básicamente sujeto a colmatarse por acumulación y desbordamiento de los canales fluviales (Anexo 4).

5.3.4 Unidad F6. Corresponde a las Terrazas fluviales que se localizan en las riberas del río Caquetá, en el cual se determinan tres niveles de terraza, F6.1 La mas reciente, F.6.2 corresponde al segundo nivel de terraza y F.6.3 el ultimo nivel encontrado. Por lo general, se observan cubiertas por pastos, rastrojos altos y bajos (a veces utilizados para cultivos de maíz y plátano) y en menor proporción pastos arbustivos (Anexo 4).

5.3.5 Unidad F8. Corresponde a los Abanicos Aluviales inactivos, asociados a la zona de Llanura Amazónica, por donde corren los ríos Caquetá, Tambor, Inchiyaco y Nabuelo, la cual está constituida por una serie de abanicos coalescentes de gran tamaño. Su topografía es de aspecto ondulado a plano disectado, resultado de las vertientes convexas correspondientes a los conos torrenciales (Anexo 4).

6. SUELOS

6.1 CARACTERISTICAS EDAFICAS DE LOS SUELOS

El análisis de las características edáficas en especial la taxonomía de suelos, se basó en la recopilación de la información básica secundaria disponible en: el proyecto Andaquí estudios efectuados en el Departamento del Caquetá (Proyecto INPA) y trabajos realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC).

Estos estudios, han sido complementados con información suministrada por el proyecto "Plan de Ordenamiento Territorial y Ambiental del Corredor Biológico de la Serranía de los Churumbelos y cueva de los Guacharos en el área de incidencia de los departamentos de Putumayo, Cauca y Caquetá".

6.1.1 Fisiografía y Relieve. Fisiográficamente la zona de estudio está constituida

esencialmente por tres paisajes:

- **El Valle Aluvial:** Formado por el río Caquetá y por sus afluentes de la margen izquierda, especialmente el Fragua, el Congor, Guayuyaco, Tambor y el Inchiyaco. El relieve es plano, con pendiente de 0 a 3%. En este paisaje se identifican dos tipos de relieve; a) La Vega y b) Las Terrazas. La Foto 1. presenta la panorámica del valle aluvial Amazónico.



Foto 1. Panorámica del valle aluvial amazónico. (foto Carlos A Gómez).

- **El Pie de Monte:** Este paisaje se inicia en la zona de contacto entre la montaña y la parte plana. La zona de contacto está bien delimitada por una cadena de colinas muy escarpadas (Serranía de los Churumbelos), originadas por deformaciones tectónicas de rocas sedimentarias y metamórficas. Las cuales presentan un relieve estructural de monoclinajes que siguen una línea de falla, esta se inicia al frente de Puerto Limón y continúa en dirección SW-NE, a lo largo y paralelamente a la cordillera Oriental, separando esta de la llanura amazónica.

Esta barrera (denominada regionalmente “portales”), es franqueada por los ríos que descienden del Macizo Montañoso de los Andes, haciendo incisión en las rocas, para entrar al plan y formar así el paisaje de Pie de Monte. Este paisaje se caracteriza por un relieve ligeramente inclinado, hasta plano, con pendiente 0-1-3% y en algunos sectores fuertmente ondulado, con pendiente 7-12-25%.

El paisaje del Pié de Monte, en esta zona, comprende los tipos de relieve siguientes:

- Los glacís, o planos inclinados, son de origen estructural y con pendientes 1-3-7%.

- Los Abanicos, que se inician en los “portales” o áreas en donde los ríos franquean la barrera montañosa y se prolongan descendiendo con pendientes suaves, de 1% o menos, hasta conectarse con el paisaje del Valle de río Caquetá.

En el sector oriental la conexión de los abanicos con las terrazas se realiza sin dejar entre ellos un límite natural que permita su distinción. Así, la planicie aluvial se confunde con la planicie de Pié de Monte y aún más, cuando los aluviones de los ríos secundarios, como el Fragua, forman también su Valle aluvial que se localiza dentro del paisaje de Pié de Monte.

En el Sector Central y en el Occidental, el límite entre los abanicos y el paisaje del Valle aluvial está definido naturalmente por un cambio de pendiente y también por taludes ligeramente inclinados. En la parte distal (baja) de los abanicos se encuentran cordones relativamente estrechos que se distinguen de la superficie aluvial por una ligera convexidad, que contrasta un poco con el relieve plano de las terrazas. Estos cordones están formados por material grueso de fragmentos de rocas ígneas y gravillas, provenientes del Macizo Montañoso y transportados por las corrientes de agua; en parte, el proceso es favorecido por la gravedad.

- **Las colinas y lomas:** Este tipo de relieve colinado se presenta en cadenas, formando un “lomerío” y como lomas aisladas, tanto en el Pié de Monte como en el paisaje del Valle. En la Foto 2. aparece un paisaje de lomerío con suelos que presentan los efectos de la tala y quema. El relieve del lomerío es fuertemente ondulado, con pendientes 7-12-25%, las laderas son escarpadas y las cimas planas, ligeramente convexas y más o menos extensas. Regionalmente se denominan “mesones”; a estas colinas. La altura relativa de estas es de 10 a 50 metros, en relación con el nivel del valle (Vallecitos) que las separan. Este relieve columnado corresponde unas veces, a formas modeladas por incisión de los drenajes, sobre rocas sedimentarias terciarias, generalmente arcillosas; y otras, antiguas terrazas aluviales disectadas por una red dendrítica (arborescente) de drenaje este, Fenómeno ha sido tan intenso que actualmente la terraza aparece en forma de un lomerío cuyas cimas guardan entre sí un mismo nivel.

El área plana y ligeramente inclinada tanto del paisaje del Valle como del Pié de Monte es mucho mayor que el área de relieve fuertemente ondulado del lomerío; perteneciente al Pié de Monte. Este tipo de relieve colinado se presenta en sectores aislados y especialmente al Norte del área de estudio, en cercanías a la montaña. Los ríos que descienden de la montaña han ido formando sus propios Valles, ampliando su curso entre las series de colinas. La zona plana de estos Valles se une con el Valle del Caquetá, formando un alta planicie al oriente de la zona de estudio. La parte plana en el sector occidental, por el contrario, es muy estrecha debido a que los ríos que la forman corren muy cerca de los relieves montañosos. (Proyecto Plan de Desarrollo de la Baja Bota Caucaña 1988).

6.1.2 Fertilidad de los suelos. La fertilidad natural ha sido considerada como la capacidad que presenta el suelo para suministrar nutrientes y producir cosechas sin necesidad de adicionar fertilizantes ni enmiendas químicas. En este sentido, la fertilidad



Foto 2. Aspecto que presentan los suelos de lomerio, sectores afectados por tala y quema. (Foto Carlos A Gómez).

viene a ser una consecuencia de las condiciones predominantes del material inicial que dio origen al suelo, afectado por el clima, en distintas modalidades de relieve, influida a través del tiempo por la acción de la flora y fauna nativas, que dan lugar a procesos generales y específicos de diferenciación de horizontes. Posteriormente, el uso de la tierra con distintas especies y el manejo del suelo por el hombre afectan en distinto grado la fertilidad natural y pueden conducir a la conservación o a la degradación del suelo.

La mayoría de las especies vegetales y animales requieren unos 18 – 20 elementos químicos esenciales para su desarrollo y producción adecuada. En términos generales, los análisis químicos de laboratorio sirven como una guía para diagnosticar la presencia o ausencia de tales elementos y, en consecuencia, las condiciones de fertilidad del suelo. Algunas de las determinaciones más útiles son: textura, PH, porcentaje de materia orgánica, porcentaje de saturación de aluminio, capacidad de intercambio cationico, porcentaje de saturación de bases, contenido de nitrógeno, fósforo, Potasio, calcio y Magnesio. A continuación se discute brevemente su significado:

- **Textura:** En el área de influencia del estudio, toman importancia los suelos de texturas arcillosas finas, con más del 35% de arcillas donde la capacidad de intercambio de cationes y la relación de elementos es mayor que en las arenas. Son de difícil manejo y encharcables en época de invierno, cuando ocupan posiciones planas. Los suelos ubicados en las vegas son de texturas arenosas.
- **Reacción de acidez (PH):** Los valores donde la mayoría de los elementos nutricionales y esenciales son más asimilables para las plantas, oscila aproximadamente entre 5.0 y 6.5; por debajo de 5.5, el suelo se vuelve fuertemente ácido y los contenidos de aluminio tienden a ser muy altos y tóxicos. En el caso de los

suelos que cubren el municipio de Piamonte se han identificado valores de PH que oscilan entre 5.5 y 4.5. Esto indica que existe un problema muy grave de acidez.

- **Estructura:** en general se considera que los suelos poseen una estructura bien desarrollada, en forma de bloques subangulares o grados de tamaño fino a grueso de grado débil a moderado, con excepción de algunos sectores. La carencia de estructura de algunos suelos del área es debida al predominio de la fracción arena, gravilla, materiales orgánicos sin descomponer y exceso de humedad.
- **Drenaje:** el drenaje natural varia de moderadamente bien drenado a bien drenado, aunque las condiciones de relieve plano a fuertemente ondulado y la alta precipitación (2500 a 5500mm/año), hacen que en la mayor parte del área se forme un drenaje colgante natural que limita los usos agropecuarios, los suelos de las vegas en época de invierno permanecen inundados durante largos períodos.
- **Porcentaje de Materia Orgánica:** Debido al predominio del clima cálido, la materia Orgánica (M.O) está más concentrada en el horizonte superficial. Contribuye suministrando gran cantidad de Nitrógeno al suelo, mejorando la capacidad de intercambio y las condiciones físicas. Se observa que en sitios de fuerte pendiente no existe una adecuada acumulación de M.O. su descomposición es acelerada por los factores climáticos de alta temperatura y precipitación. valores de M.O entre 4-8% podrían considerarse adecuados, las determinaciones hechas en diferentes estudios en la zona han indicado valores entre 8.5 y 3.4 pero disminuyen drásticamente en el segundo horizonte, hasta valores del 1.0% en muestras de suelo que fueron tomadas en bosques intervenidos, potreros y cultivos. El problema radica en que cuando estos suelos permanezcan descubiertos podrían reducir su contenido de M.O drásticamente.
- **Capacidad de intercambio catiónico:** Los suelos de la región Amazónica muestra valores medios a bajos de CIC, generalmente por debajo de 20 m.e/100g, parte de esa capacidad proviene de la materia orgánica los estudios sobre la zona de estudio han suministrado valores que oscilan entre 4.5 y 13.1 me/100 g, en los horizontes superficiales y descienden básicamente hasta 1.6 en el segundo horizonte, esto indica que bajará más cuando disminuya la materia orgánica actual. (P.I.S.I 1998).
- **Bases intercambiables y saturación de bases:** El porcentaje de saturación de bases esta relacionado con el contenido de bases intercambiables en el complejo de cambio y es un indicativo de la capacidad del suelo para suministrar calcio, magnesio, potasio y sodio, idealmente el porcentaje debería de ser mayor 50%, sin embargo los suelos de la zona de influencia presentan contenidos bajos o muy bajos de bases intercambiables, esto puede ser debido al lavado efecto de la alta precipitación (2.500 – 5000 mm/año), de la región. Se exceptúan algunos suelos de origen aluvial y lacustre, enriquecidos con bases provenientes de sectores aledaños por acción del lavado (IGAC, 1990 y López V, et al).
- **Porcentaje de Saturación de Aluminio:** El aluminio es un elemento perjudicial para la mayoría de los cultivos y se encuentra en suelos fuertemente ácidos, donde produce la insolubilidad del fósforo y en donde el contenido de bases es bajo, según

los datos registrados para la región Amazónica y en especial para la zona en estudio estos contenidos oscilan entre 5.5 y 1.2 me/100g, de Aluminio se necesita aplicar aproximadamente una tonelada de cal Agrícola por hectárea, esos suelos requerirán de hasta 5 o 10 toneladas por hectárea, lo cual un grave problema de manejo.

- **Nitrógeno:** El contenido de Nitrógeno en el suelo dependen en gran parte al porcentaje de materia orgánica en los suelos y generalmente tiende a ser muy bajo en los suelos tropicales, aunque como se dijo anteriormente los porcentajes de M.O en la zona de estudio no son muy bajos, es probable que haya problemas de deficiencia de nitrógeno en los suelos explotados debido a la rápida mineralización de la materia orgánica por factores que ya se han mencionado, la acidez del suelo, deficiencias de bases y baja nitrificación por lo cual se hace necesario implementar un manejo adecuado de los residuos orgánicos o la adición de abonos nitrogenados.
- **Fósforo:** La información experimental señala que los valores de fósforo, por debajo de 30-40 ppm, ocasionan bajos rendimientos en los cultivos, por los análisis efectuados en algunos estudios en la zona (Proyecto de Desarrollo Baja Bota Caucana, 1988), se sabe que estos oscilan entre 14 y 1 ppm, es así como la mayoría de los cultivos requieren de la aplicación de fertilizantes fosfóricos.
- **Potasio, Calcio y Magnesio:** Según los resultados arrojados por el Proyecto de Desarrollo de la Baja Bota Caucana 1988, en el cual se efectúa un análisis de las propiedades químicas de los suelos de este sector, para el caso de los elementos K, Ca y Mg, que en concordancia con la acidez, la capacidad de intercambio y el porcentaje de saturación de bases, dio como resultado valores por debajo de 0.1 me/100g de suelo para el caso del Potasio, a excepción de los suelos adyacentes a las vegas de los ríos Caquetá, Congor e Inchiyaco que presentaron valores de 0.27 a 0.20 me/100g. Según la experiencia el Potasio en el suelo está por debajo de 0.15 – 0.20 me/100gr y se necesita la aplicación de fertilizantes potásicos, más aún en el caso del plátano y los pastos que consumen altas cantidades de este elemento. En el caso del Calcio este muestra valores de 3.12 y 0.40 Meq en los horizontes superficiales, esto indica la necesidad de aplicar cal dulomítica (Ca y Mg) y fertilizantes potásicos aún cuando podría perderse por lavado.

6.2 UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y TAXONÓMICAS DE LOS SUELOS

6.2.1 Generalidades. Las características y propiedades de los suelos guardan una estrecha relación con la posición geomorfológica que ocupan, debido a que tanto las características pedológicas como las variaciones de los paisajes y formas del relieve, dependen mucho de los mismos factores de formación: clima, relieve, vegetación y organismos, los cuales actúan sobre las rocas o materiales parentales de los suelos a través del tiempo. De la interacción de estos factores resultan múltiples procesos que dan como resultado, de una parte, varios tipos de modelados del relieve y, de otra, la diferenciación de los suelos, según los cuales las tierras presentan varios tipos de aptitud para la explotación agrícola, pecuaria y forestal, con mayores o menores necesidades de adecuación.

El estudio y comprensión de las relaciones suelo – agua – paisaje en el área de estudio, permiten señalar las características morfológicas, físicas y químicas que dependen de la generalidad de estos factores más que de las condiciones particulares locales y que, por tanto, sustentan el método utilizado para el diagnóstico y evaluación de las propiedades del suelo y del uso actual y potencial de estas tierras.

En el área que corresponde al Municipio de Piamonte, de acuerdo a los estudios realizados se han reconocido una serie de suelos relativamente jóvenes poco evolucionados, pertenecientes en un gran porcentaje al orden **Entisol**¹ e **Inseptisol**² principalmente; la Tabla 13 muestra la leyenda de los suelos en el Municipio de Piamonte y el Anexo 5, muestra los suelos. Los suelos del Municipio de Piamonte se agrupan en Unidades Cartográficas como las consociaciones, compuestas por un suelo principal en un porcentaje mayor de 60%, y las asociaciones, las cuales presentan dos o más suelos y cada uno ocupa una posición en el paisaje aunque no haya sido delimitado.

Tabla 13. Unidades Cartográficas de suelos en el Municipio de Piamonte

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
MN	Asociación Mandiyaco: (typic dystropepts- typictropepts), suelos superficiales a moderadamente profundos de textura moderadamente fina a moderadamente gruesa.
CA	Asociación Carmelo: (lithic dystropepts), son superficiales limitados por sustrato rocoso de texturas moderadamente finas.
MO	Asociación Moncler (lithic dystropepts-paralithic dystropepts). - Arcillas finas fragmentadas superficiales de texturas moderadamente finas, muy baja fertilidad. - Límite entre el suelo y sustrato rocoso continuo y coherente parcialmente alterado.
AN	Asociación Andaquí: (oxic dystropepts-typic tropepts), los oxic son moderadamente profundos limitados para uso por su alto contenido de aluminio. Los typic son superficiales de textura moderadamente fina y gruesa.
VI	Complejo Villa Mosquera (tropfluens-dystropepts-fluentic), moderadamente o bien drenados de textura moderadamente gruesa a medias con gravilla.
IG	Consociación las Gaviotas (typic dystropepts-typic endoaquents), poseen bajo grado de evolución, con baja saturación de bases, textura de moderadamente gruesa a moderadamente fina.
SJ	Complejo San José (fluentic-dystropepts-typic endoaquents), -Suelos de planicie aluvial con textura media, ligeramente ácidos. -Suelos poco profundos en baja saturación de bases.
EP	Complejo el Provenir (fluentic-dystropepts-eutropepts-fluentic), moderadamente bien drenados, de texturas medias, reacción ligeramente ácida; suelos de planicie aluvial, minerales que presentan muy escaso desarrollo.
PL	Complejo Puerto Limón, (fluentic-dystropepts-typic endoaquents), suelos de planicie aluvial con un desarrollo del perfil incipiente o muy débil; excesiva arena; alta saturación de bases presenta procesos de lixiviación.
ED	Consociación el Edén, (fluentic-dystropepts-typic endoaquents), suelos de planicie aluvial, moderadamente profundos a superficiales limitadas por fluctuación nivel freático de texturas medias a moderadamente gruesas.
GU	Consociación Guayuyaco, (typic dystropepts-typic tropepts), moderadamente profundos, baja fertilidad, bien drenados y alta saturación de aluminio.

Fuente: Andaquí 1997.

¹ SUELOS MINERALES QUE PRESENTAN MUY ESCASA O NINGUNA EVIDENCIA DE DESARROLLO DE HORIZONTES PEDOGENÉTICOS..

² SUELOS CON UN GRADO DE EVOLUCIÓN QUE LOS EXCLUYE DE LOS Entisoles; con un horizonte cambico bajo un epipedon ocricom o umbrico .

6.2.2 Descripción de Unidades. A continuación se presenta la descripción de las unidades cartográficas de paisaje y de los suelos asociados a cada una de ellas:

- **Paisaje de Piedemonte:** Se localiza en las zonas de colinas bajas, en las cuales predominan los bosques primarios; estos suelos se caracterizan por ser típicos de clima cálido muy húmedo y pluvial, poco a muy evolucionados con drenaje pobre a imperfecto y desaturados, son suelos de abanicos, vegas y terrazas de ríos secundarios.

A este grupo corresponden los suelos identificados cartográficamente como: Asociación El Carmelo, Asociación Moncler, Complejo Villa Mosquera y Asociación Andaquí, se encuentran en el relieve escarpado y de laderas irregulares empinadas, de fertilidad baja o moderada, textura moderadamente fina a moderadamente gruesa y de baja a moderadamente profundos se clasifican como: Typic-lithic troporthents, lithic-paralithic, dystropepts y los fluventic.

Los suelos ubicados en el lomerío están identificados cartográficamente como Consolación las Gaviotas estos suelos presentan un relieve ondulado y fuerte, son moderadamente profundos con textura moderadamente fina, se clasifican como: typic dystropepts, typic endoaquents. La Foto 3. muestra el paisaje de Piedemonte en la cabecera Municipal de Piamonte.



Fotografía 3. Al frente cabecera municipal de Piamonte, al fondo Serranía de los Churumbelos. (foto Carlos A Gómez).

- **Paisaje de Valle Aluvial.** Son suelos de vegas y terrazas de los ríos principales, presentes a lo largo del río Caquetá, cubriendo gran parte de su lecho mayor y tributarios que forman parte del sistema de drenaje, se caracterizan por ser suelos mal drenados, poco evolucionados, desarrollados en áreas depresionales e inundables

cartográficamente se clasifican como: Complejo El Porvenir, Complejo Puerto Limón, Consociación El Edén y Consociación Guayuyaco. Se clasifican como: Typic Dystropepts, Typic Troprothents, Typic Endoaquents, Fluventic Eutropepts. La Foto 4 muestra el paisaje de valle aluvial.



Foto 4. Playas y terrazas aluviales asociadas a un paisaje típico de Valle Aluvial en el Municipio de Piamonte (foto Carlos A Gómez).

- **Paisaje de Montaña.** Los suelos que se escriben en este numeral, representan las laderas de los relieves escarpados que limitan la zona de estudio por el Norte, Aunque en realidad esta zona montañosa no está incluida en el perímetro cartografiado, es conveniente anotar, en términos generales, sus principales características-edáficas, ya que de esta región proviene una gran parte de los materiales que han dado origen a los suelos estudiados.

7. USO Y COBERTURA DEL SUELO

El término define básicamente el tipo de cobertura vegetal y de usos que soportan el suelo y el grado de protección resultante de la interacción entre las formas de explotación.

La cobertura de la tierra en el área de estudio, muestra un predominio de superficies boscosas (bosques primarios, secundarios) en su mayor parte intervenidos, cubriendo aproximadamente 69.6% del área. Los potreros con pastos naturales y mejorados dedicados a la ganadería extensiva y semi-extensiva son el 4 %, las áreas de rastrojos 6.13 % y las destinadas a cultivos 16.7 %. Existe un 3.57% en Bosque Protector Productor en el que no se practica ningún tipo de labores de conservación y cada vez es más grande esta brecha debido a la ampliación de la frontera agrícola emprendida por los