

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

PARTE 1
DIAGNÓSTICO FÍSICO AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	7
<hr/>		
2	ANÁLISIS CLIMÁTICO	9
2.1	PRECIPITACIÓN	10
2.2	TEMPERATURA	16
2.3	HUMEDAD RELATIVA	16
2.4	BRILLO SOLAR	17
2.5	VELOCIDAD DEL VIENTO	17
2.6	EVAPORACIÓN	17
2.7	BALANCE HÍDRICO	17
2.8	POTENCIALIDADES Y DEBILIDADES DESDE LO CLIMATOLÓGICO	18
<hr/>		
3	ZONAS DE VIDA	20
3.1	BOSQUE HÚMEDO TROPICAL	20
3.2	BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL	20
3.3	TRANSICIÓN CÁLIDA DEL BOSQUE MUY HÚMEDO PRE-MONTANO	20
3.4	BOSQUE PLUVIAL PRE-MONTANO	20
<hr/>		
4	HIDROLOGÍA	22
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA RED DE DRENAJE	22
4.2	CUENCAS HIDROGRÁFICAS	22
4.2.1	CUENCA DEL RÍO MÚLATOS	25
4.2.2	CUENCA DEL RÍO CURRULAO	26
4.2.3	CUENCA DEL RÍO GRANDE	26
4.2.4	CUENCA DEL RÍO ZUNGO	26
4.2.5	CUENCA DEL RÍO APARTADÓ	26
4.3	POTENCIALIDADES Y DEBILIDADES DESDE LO HIDROLÓGICO	29
<hr/>		
5	GEOLOGIA	33
5.1	LITOLOGIA	34
5.1.1	MACROUNIDAD GEOMORFOLÓGICA DE SERRANIA	34
5.1.1.1	Rocas Volcánicas básicas (Ksvx)	34

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

5.1.1.2	Rocas Sedimentarias Terciarias de origen marino (T1)	34
5.1.2	MACROUNIDAD GEOMORFOLOGICA DE SERRANIA Y PIEDEMONTE	34
5.1.2.1	Rocas Sedimentarias Terciarias de origen continental (T2)	34
5.1.3	MACROUNIDAD GEOMORFOLOGICA LLANURA ALUVIAL	35
5.1.3.1	Sedimentos cuaternarios (Q)	35
5.2	RASGOS ESTRUCTURALES	36
5.3	HIDROGEOLOGÍA	36
5.4	RECURSOS MINERALES	37
5.4.1	LICENCIAS MINERAS	38
5.5	POTENCIALIDADES Y DEBILIDADES DESDE LO GEOLOGICO	38

6 GEOMORFOLOGIA **39**

6.1	MACROUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	39
6.1.1	MACROUNIDAD DE VERTIENTE	40
6.1.2	MACROUNIDAD PIEDEMONTE	40
6.1.3	MACROUNIDAD ABANICO	40
6.1.4	MACROUNIDAD LLANURA ALUVIAL	41
6.2	PROCESOS MORFODINAMICOS	41
6.2.1	MOVIMIENTOS EN MASA	41
6.2.2	TERRACETAS	42
6.2.3	SOCAVACIÓN LATERAL	42
6.2.4	SABANIZACIÓN	42
6.3	POTENCIALIDADES Y DEBILIDADES DESDE LO GEOMORFOLOGICO	43

7 EVALUACION DE AMENAZAS NATURALES **44**

7.1	AMENAZAS GEOLÓGICAS	46
7.1.1	AMENAZA SÍSMICA	46
7.1.1.1	Sismofuente de Murindó	47
7.1.1.2	Sismofuente de Frontino	48
7.1.1.3	Sismofuente del Darien	48
7.1.1.4	Sismofuente zona de subducción	48
7.2	AMENAZAS DE ORIGEN GEOMORFOLÓGICO	49
7.2.1	AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA	49
7.3	AMENAZAS HIDROMETEOROLOGICAS	50
7.3.1	AMENAZAS POR INUNDACIÓN	50

8 ZONIFICACION DEL SUELO URBANO **53**

8.1	ZONAS INUNDABLES	53
8.1.1	ZONAS ALTAMENTE INUNDABLES (ZAI)	53
8.1.2	ZONAS MODERADAMENTE INUNDABLES (ZMI)	54
8.2	ZONAS CON AMENAZA POR INESTABILIDAD (Z.I)	54

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

8.3	ZONA CON AMENAZA POR LICUACION (ZAL)	56
8.4	ZONAS ESTABLES (Z.E.)	56
8.5	ZONAS DE EXPANSION (Z.EX)	56
8.6	COMITÉ LOCAL DE EMERGENCIAS	57
9	BIBLIOGRAFIA	60

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de las estaciones hidroclimáticas ubicadas en el municipio de apartadó	11
Tabla 2. Resumen de los valores de las variables hidroclimáticas de las diferentes estaciones en el municipio de Apartadó	12
Tabla 3. Características de las estaciones limnológicas de importancia ubicadas en el municipio de Apartadó y municipios vecinos	23
Tabla 4. Resumen de los valores de las variables limnológicas de las diferentes estaciones en el municipio de Apartadó	24
Tabla 5. Areas de las principales cuencas en el municipio de Apartadó	25
Tabla 6. Áreas superficiales por unidad litológica en Apartadó	35
Tabla 7. Marco Geológico en Apartadó	38
Tabla 8. Marco geomorfológico del municipio de Apartadó	43
Tabla 9. Recopilacion historica de fenomenos naturales que han afectado el municipio de Apartadó	45
Tabla 10. Recopilación de sismos con epicentro en el NW de Antioquia y norte de Chocó	47
Tabla 11. Amenazas por macrounidad geomorfológica en Apartadó	52
Tabla 12. Amenazas por macrounidad geomorfológica	52

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Precipitación media multianual vs. Altura sobre el nivel del mar para el municipio de Apartadó.....	15
Gráfico 2. Precipitación media multianual vs. Latitud de las estaciones de registro en el municipio de Apartadó.	15
Gráfico 3. Temperaturas medias, máximas y mínimas en la estación UNIBAN	16
Gráfico 4. Evaporación media mensual en la estación UNIBAN.....	18
Gráfico 5. Balance hídrico para la estación UNIBAN sobre el río Zungo.	19
Gráfico 6. Caudales medios mensuales multianuales en la estación Pueblo Bello en el municipio de Turbo, para el río Mulatos.	25
Gráfico 7. Caudales medios mensuales de los ríos Grande y Zungo en las estaciones Riogrande en el municipio de Turbo y Puente Carretera en Apartadó respectivamente.	27
Gráfico 8. Caudales medios mensuales para el río Apartadó en la estación Apartadó.....	28
Gráfico 9. Correlograma cruzado entre el IOS y el caudal medio del río Apartadó en la estación Apartadó	29
Gráfico 10. Serie de caudales medios mensuales del río Apartadó en la estación Apartadó y su línea de tendencia.	31
Gráfico 11. Tendencias de las series de caudal medio en el municipio de Apartadó (1984-1998).....	32
Gráfico 12. Frecuencias de los caudales medios en el municipio de Apartadó (1984-1998)	32
Gráfico 13. Comportamiento histórico de las series de caudal medio en el municipio de Apartadó (1984-1998).	33

1 INTRODUCCIÓN

Con el ordenamiento territorial se deben generar herramientas que conduzcan al desarrollo armónico a través del planteamiento de alternativas de uso y ocupación del territorio que garanticen su desarrollo económico, social, político, institucional, cultural y ambiental.

El proceso de uso y ocupación del territorio no es más que el resultado de la interacción entre los sistemas natural y antrópico. Las relaciones entre los dos sistemas se explican como un asunto de oferta y demanda. El sistema natural representa la oferta natural de bienes y servicios, mientras que el sistema antrópico ejerce una demanda sobre los bienes y servicios del sistema natural.

El ordenamiento territorial debe lograr que la interacción entre los dos sistemas se realice de una manera equilibrada. Es decir, la naturaleza y sus recursos deben ser aprovechados teniendo en cuenta la potencialidad y las limitaciones de usos de esos recursos y de acuerdo a la capacidad que tiene esta para soportar las diferentes actividades que el hombre realiza sobre ella.

El sistema natural se expresa como el sistema conformado por los materiales, formas terrestres del suelo y el subsuelo. Es decir, incluye el recurso suelo en todas sus acepciones, el sustrato rocoso con todos los recursos presentes en este, los recursos hídricos superficiales y subterráneos, los procesos geológicos en todas sus escalas, la vegetación, la fauna y todas las relaciones y dinámicas que se establecen entre estos elementos y dan origen a las características específicas de cada territorio. El sistema natural debe entenderse como fuente de recursos, soporte de actividades, receptor de residuos y generador de amenazas.

Este informe presenta el análisis del componente físico del sistema natural en el municipio de Apartadó (la climatología, La hidrología, La geología, La geomorfología y las Amenazas Naturales), los análisis realizados se han basado en información, tanto primaria como secundaria, que han permitido un análisis suficiente teniendo en cuenta las limitaciones de información y de tiempo; sin embargo, se hace entrega para su estudio y análisis por los interesados estando sujeto a posteriores ajustes según se ha requerido.

El municipio de Apartadó ha tenido un rápido desarrollo que lo ha convertido en el principal centro administrativo, financiero y comercial entre los municipios del eje central del Urabá. Paralelamente a este desarrollo ha ocurrido un gran flujo de población que de una u otra forma buscan aprovechar las oportunidades o recursos que les ofrece el territorio. Dentro de estos sobresale la excelente aptitud del suelo para algunos cultivos. Sin embargo el aprovechamiento de estos recursos a través del tiempo se ha realizado bajo el detrimento de otros. Es así como el uso de agroquímicos, la ganadería extensiva, la tala de maderas, la

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

desviación de cauces, entre otros, ha generado procesos erosivos, contaminación y pérdida de suelos y cambios en la dinámica de los ríos. Partiendo de este panorama se pretende dar unos lineamientos para aprovechar de la mejor manera posible los recursos del Municipio, teniendo en cuenta las restricciones y amenazas presentes.

Entre los estudios anteriores realizados en la zona de Urabá a nivel regional cabe mencionarse el “Proyecto Darién” (OEA, 1978), el “Estudio general de suelos de la región del Darién” (IGAC, 1980) y el “Plan de desarrollo del Urabá con énfasis en lo ambiental” (INER, 1994). Los primeros dos informes contienen cartografía en escala 1:250.000, mientras que el último contiene mapas en escala 1:100.000.

Adicionalmente en 1995 el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico Mineras, INGEOMINAS, realizó el trabajo llamado “Evaluación del agua subterránea en la región de Urabá”. En este estudio existen mapas de isorresistividad eléctrica a partir de los cuales se plantea de forma regional los tipos de suelos para la zona entre Barranquillita y Turbo a profundidades de 10, 30, 100 y 200 metros. Además se realizaron mapas geológicos y de vulnerabilidad a la contaminación en escala 1:50.000.

Los trabajos de mayor detalle son escasos; además de los planes de desarrollo municipales existe para la cabecera municipal el trabajo realizado por INGEOMINAS en 1992 llamado “Informe de amenazas geológicas para el Municipio de Apartadó”, en el cual se realiza una zonificación de amenazas dentro del casco urbano con cartografía en escala 1:5000.

Dentro de la recopilación de información se encontró que no existe información local en la que se realicen descripciones geológicas, geomorfológicas y de procesos erosivos para el área de serranía.

2 ANÁLISIS CLIMÁTICO

El clima constituye el conjunto de condiciones de la atmósfera, que caracterizan el estado o situación del tiempo atmosférico y su evolución en un lugar dado. El clima se determina por el análisis espacio-tiempo de los elementos que lo definen y los factores que lo afectan.

Entre los elementos del clima se tiene precipitación, temperatura, humedad, brillo solar, vientos, entre otros; los dos primeros son los más importantes por cuanto permiten definir clasificar y zonificar el clima de una región dada, en tanto que los otros se presentan como atributos caracterizadores de las unidades ya definidas. Los factores del clima, pendiente, altitud, formas del relieve, generan cambios climáticos a nivel regional o local, mientras que la cobertura vegetal es causa y efecto del clima tanto como su indicador.

El clima es importante, desde el punto de vista físico-biótico por su directa intervención en la evolución de los suelos y el paisaje. Además por ser uno de los elementos o insumos necesarios para la determinación de las amenazas naturales y desde el punto de vista socioeconómico por su influencia en la decisión de utilización de las tierras para determinados usos

Desde el punto de vista regional, Urabá está localizada en el límite septentrional de la faja de fluctuaciones anual del llamado Frente Intertropical de Convergencia (F.I.C.), el cual determina la variación climática que ocurre en distintos períodos de un año. Esta influencia del F.I.C. depende de su posición hacia el norte o hacia el sur, de tal suerte que en los meses de enero, febrero y marzo, cuando la zona de convergencia alcanza su posición más meridional (cerca a los 5° de latitud sur), la región se ve sometida al régimen de altas presiones, con vientos superficiales provenientes del norte que atraviesan la región en sentido noroeste y con velocidades superiores a los 15 km. por hora, produciéndose un período de menor cantidad relativa de lluvias. En sentido contrario, cuando la zona de convergencia alcanza su posición más septentrional, la región es sometida a la influencia de masas húmedas en sentido sur y sureste, provenientes del océano Pacífico que originan las lluvias más frecuentes en el período que va de mayo a noviembre.

Puesto que la divisoria de aguas hacia el océano Pacífico es de serranías de baja altura (Baudó y los Saltos), y la región es morfológicamente estructurada por un valle anegadizo, las masas húmedas provenientes de dicho océano chocan contra la cordillera Occidental (serranía de Abibe). Por esta razón es que se encuentran precipitaciones superiores a 4.000 mm anuales hacia la zona de Mutatá y hacia las cumbres orientales de la serranía.

En general, las precipitaciones son de tipo convectivo de gran intensidad, con una duración más bien corta y un radio espacial no muy extenso (menos de 500 km²). La secuencia espacial y temporal de la lluvia es muy diversa, pero puede decirse que su efecto es asimilable al producto de una tormenta extendida sobre un área grande y de una larga

duración. La lluvia fuerte es el resultado de masas saturadas de humedad que ascienden de la tierra y son condensadas debido a la disminución de la temperatura cuando finaliza el día. En la tabla 1 se presentan las características de las diferentes estaciones hidroclimáticas del municipio y en la tabla 2 se resumen las características climáticas del municipio.

2.1 Precipitación

La información de lluvias se ha recogido principalmente en las zonas del piedemonte. Existe un cubrimiento relativamente grande de estaciones pluviográficas y pluviométricas en el área del eje bananero. Las vertientes de la serranía en áreas por encima de la cota 150 m.s.n.m, no poseen estaciones. Las observaciones cualitativas en la zona insinúan una diferenciación altitudinal importante en la distribución espacial de la lluvia.

Para efectos de caracterizar en términos amplios los patrones de lluvia en la cuenca se ha acopiado y analizado información pluviográfica de las estaciones El Casco, Hacienda Choromando, EUPOL, La Lorena, San José de Apartadó, Santa Martha, La Toscana y de las estaciones sinóptica y agrometeorológica de Aeropuerto Los Cedros y UNIBAN. Los totales anuales promedio de las estaciones de referencia se localizan entre los 2490 y 3270 mm, con una tendencia incremental hacia el sur y hacia las franjas superiores de la serranía en la región, dentro del municipio esta tendencia se conserva pero debido al poco gradiente altitudinal que existe, dicha diferencia es poco notable (Gráficas 1 y 2). En los años 87 y 92 se presentan decrementos significativos de aproximadamente un 33% frente al promedio, años que pertenecen a períodos activos del fenómeno de El Niño, lo que es común para toda la región.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

Tabla 1. Características de las estaciones hidroclimáticas ubicadas en el municipio de apartadó

Código	Tipo	Nombre de la Estación	Subcuenca	Latitud N	Longitud W	Elevación (m.s.n.m.)	Variables	Año Inicio	Año Finalización	% datos
1201507	SP	Apto. Los Cedros	Vijagual	7°48'	76°42'	20	Precipitación total (mm)	1983	1998	94.3
							T media (°C)	1983	1998	86.5
							Humedad Relativa (%)	1983	1998	87.5
							Brillo Solar (horas)	1984	1998	93
							T máxima (°C)	1983	1998	87
1201007	PM	El Casco	Churido	7°52'	76°38'	10	Precipitación total (mm)	1977	1998	90.2
1201018	PG	Hda. Choromando	Grande	7°57'	76°35'	150	Precipitación total (mm)	1984	1996	89.7
1201010	PM	EUPOL	Riogrande	7°57'	76°37'	4	Precipitación total (mm)	1977	1998	81.1
1201006	PM	La Lorena	Zungo	7°52'	76°41'	15	Precipitación total (mm)	1977	1998	89
1201016	PG	San José Apartadó	Apartadó	7°52'	76°36'	100	Precipitación total (mm)	1984	1997	88
1201012	PM	Sta. Martha	Riogrande	7°56'	76°39'	5	Precipitación total (mm)	1977	1998	88.3
1201005	PM	La Toscana	Vijagual	7°47'	76°41'	18	Precipitación total (mm)	1977	1998	83.7
1201502	AM	UNIBAN	Zungo	7°50'	76°40'	23	Precipitación total (mm)	1977	1998	95.8
							T media (°C)	1977	1998	87.12
							T máxima (°C)	1978	1998	83.3
							T mínima (°C)	1977	1998	91
							Humedad Relativa (%)	1977	1998	80.3
							Brillo Solar (horas)	1979	1998	98
Evaporación (mm)	1977	1998	81.4							

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

Tabla 2. Resumen de los valores de las variables hidroclimáticas de las diferentes estaciones en el municipio de Apartadó

Estación	Subcuenca	Variables	Dato	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL	
Apto. Los Cedros	Vijagual	Precipitación total (mm)	Prm Mensual	108.7	110.2	130.2	276.2	347.6	362.1	370.2	294.1	288.7	377.5	347.1	260.3	3272.8	
			Max Mensual	258.8	550.8	372.1	610.4	516.9	550	773.3	487.4	483.4	576.6	565.9	584.4	773.3	
			Min Mensual	1.1	7.8	6.3	125.9	142.5	180	152.1	170	151.6	213.8	214	20.8	1.1	
		T media (°C)	Prm Mensual	27.1	27.1	27.2	27.6	27.5	27.6	27.4	27.4	27.3	27.1	27.2	27.2	27.2	27.3
			Max Mensual	27.6	27.9	28.1	28.2	28.1	28.2	28	28	27.6	27.7	28	27.9	28.2	
			Min Mensual	26.6	26.3	26.6	27	26.9	27.1	26.9	27	26.7	26.8	26.5	26.6	26.3	
		Humedad Relativa (%)	Prm Mensual	81	81	80	82	83	83	82	82	82	82	82	82	82	82
			Max Mensual	83	84	84	84	86	86	86	86	86	85	84	84	86	
			Min Mensual	77	77	77	79	81	81	80	80	80	80	80	80	77	
		Brillo Solar (horas)	Prm Mensual	179.8	147.6	149.1	121.3	121.4	108.6	131.4	130.7	122.3	136.4	137.1	147.4	1633	
			Max Mensual	228.9	207.7	200.9	152.2	159.3	128.3	166	154.9	155.1	156.2	165.8	208.1	228.9	
			Min Mensual	133.2	104.6	97	96.9	82.4	84.5	110	100.6	101.8	102.8	88	78.4	78.4	
T máxima (°C)	Prm Mensual	32.1	31.9	32.4	33.2	33.2	33.2	33.2	33.5	33.1	32.7	32.4	32.9				
	Max Mensual	36.2	34.6	34	35.8	34.4	34.9	34.4	33.8	35	33.6	34.2	33.5	36.2			
	Min Mensual	30.8	30.4	30.8	32.4	32.4	32.2	32.4	32.8	31.9	32.4	32	31.4	30.4			
El Casco	Churido	Precipitación total (mm)	Prm Mensual	101.1	103.2	93.4	236.6	313.1	261.2	249.7	274.7	256.7	285	276.9	185.8	2637.6	
			Max Mensual	340.9	326	264.2	393.7	483.5	497.8	527.8	460.9	424.6	552.4	570.8	452.1	570.8	
			Min Mensual	2.1	0	0	75.3	106.6	100	85	134.5	128	9	90	33.6	0	
Hda. Choromando	Grande	Precipitación total (mm)	Prm Mensual	97.4	59.1	88.5	212.1	371.4	255.8	226.1	307.2	298.2	284.9	292.6	187.1	2680.3	
			Max Mensual	294.9	176.2	250	419.4	733	407	379	552.5	652.5	373.4	538.1	589.4	733	
			Min Mensual	26	3	8	10.1	207.5	122.4	111.2	179.9	156	172.4	121.2	70.8	3	
EUPOL	Riogrande	Precipitación total (mm)	Prm Mensual	105	74.7	91.3	223.8	295.2	249.1	261.4	322.7	292.1	314.5	260.9	197.7	2688.3	
			Max Mensual	377	322	239	431	525	463	415	500	545	646	477	643	646	
			Min Mensual	6	0	0	97	36	24.9	11.4	181	31	181	92	20	0	
La Lorena	Zungo	Precipitación total (mm)	Prm Mensual	124.6	95.1	96	225.4	283.9	244.1	275	202.8	187.4	259.8	261.5	236	2491.6	
			Max Mensual	697	377	392	457	798	467	627	481	370	439	520	1711	1711	
			Min Mensual	0	0	0	54	50	33	54.7	30	93	0	33	0	0	
San José Apartadó	Apartadó	Precipitación total (mm)	Prm Mensual	95.8	66.2	82.9	205.3	343	289.1	244.5	208	273.7	311.4	308.8	161.1	2589.9	
			Max Mensual	458.4	240	268.9	397.2	503.4	585	442	402.1	431	498	605.4	368.8	605.4	
			Min Mensual	19.6	0	3	63.8	145.2	106.7	116.2	107.3	132.9	155.7	90.5	39.3	0	
Sta. Martha	Riogrande	Precipitación total (mm)	Prm Mensual	104.7	83.9	84.8	212.7	302.5	301.2	277.2	299.4	258.1	275.1	292.9	169.6	2662.3	
			Max Mensual	272	332	322	398	506	533	494	434	409	567	565	578	578	
			Min Mensual	0	0	2	100	156	91	152	149	135	130	115	22	0	

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

Tabla 2 (Continuación) Resumen de los valores de las variables hidroclimáticas de las diferentes estaciones en el municipio de Apartadó

Estación	Subcuenca	Variables	Dato	ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL	
La Toscana	Vijagual	Precipitación total (mm)	Prm Mensual	65.2	80.4	109	227.5	320.7	301.6	330.8	240.2	273.4	336.6	237.1	199.3	2721.8	
			Max Mensual	193	317	385	455	784	566	760	569	490	605	399	603	784	
			Min Mensual	0	0	0	73.5	79.2	103	86	27	37	45	65	3	0	
UNIBAN	Zungo	Precipitación total (mm)	Prm Mensual	77	83.3	99.1	225.3	298.8	285.4	257.1	263.4	275.9	324.4	281.4	197.9	2669	
			Max Mensual	216	344	322	476.7	498.9	444.9	662.3	417.1	547	525.6	564	490.7	662.3	
			Min Mensual	0	3.7	1.5	82.9	0	126.2	104.5	137.6	120.4	110.9	107.9	40.3	0	
		T media (°C)	Prm Mensual	26.4	26.5	26.8	27	26.8	26.7	26.6	26.6	26.5	26.4	26.4	26.4	26.5	26.6
			Max Mensual	28	28	28.4	28.1	27.6	28.1	27.7	27.5	27.2	27	27.4	28.3	28.4	
			Min Mensual	25.8	25.9	25.9	26.2	26.1	25.2	25.4	25.6	25.8	25.5	25.7	25.7	25.2	
		T máxima (°C)	Prm Mensual	32.2	32.4	32.9	33.1	33.3	33.2	33.6	33.3	33	32.9	32.5	32.2	32.9	
			Max Mensual	34.1	35	35.2	34.8	35	34.2	35.1	36.2	35	34.2	33	32.8	36.2	
			Min Mensual	31.2	31	31.4	32	32.2	31.8	32.4	32.4	31.6	31.8	31.6	31.2	31	
		T mínima (°C)	Prm Mensual	21.4	20.7	21.2	22.1	21.7	21.9	21.1	21.6	21.2	21.2	21.2	21.2	21.4	
			Max Mensual	23	22.5	23.5	24	23	23	23	22.8	23	23	23	23	24	
			Min Mensual	16.2	17.4	17	19.5	17	18	18.2	18	15.5	16.6	16.4	16	15.5	
		Humedad Relativa (%)	Prm Mensual	86	86	84	85	87	87	87	87	87	87	87	87	87	86
			Max Mensual	91	92	88	90	91	91	92	91	90	90	92	91	92	
			Min Mensual	80	79	80	80	84	82	84	84	84	83	84	83	79	
		Brillo Solar (horas)	Prm Mensual	164.4	136.7	127.1	106.4	120	91	134.3	134.2	114.8	127.3	133.4	140.1	1529.6	
			Max Mensual	233.9	222.6	181.8	135.9	147.5	134	162.8	162.4	142.6	164.6	162.4	177.8	233.9	
			Min Mensual	110.9	72.5	77.7	70.1	93.2	37.7	112.1	93.9	76	84	105.1	111.9	37.7	
Evaporación (mm)	Prm Mensual	100.3	99.2	110.7	98.6	82.3	85.5	95.6	93.8	90.7	91	83.9	87.2	1118.7			
	Max Mensual	128.6	134.2	137.1	127.5	120.2	100.6	110.5	109	114.5	115	113.5	123.8	137.1			
	Min Mensual	77.9	72.8	74.7	65.8	57.4	61.5	73.9	80.4	72.1	64.3	58.6	66.6	57.4			

Gráfico 1. Precipitación media multianual vs. Altura sobre el nivel del mar para el municipio de Apartadó.

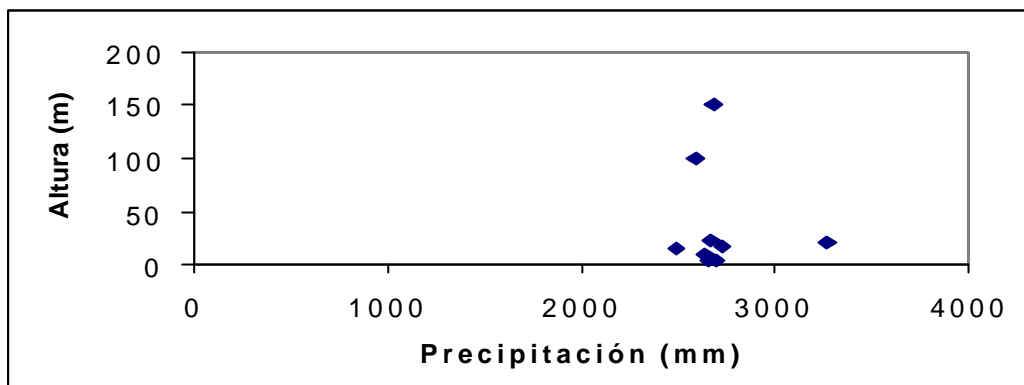
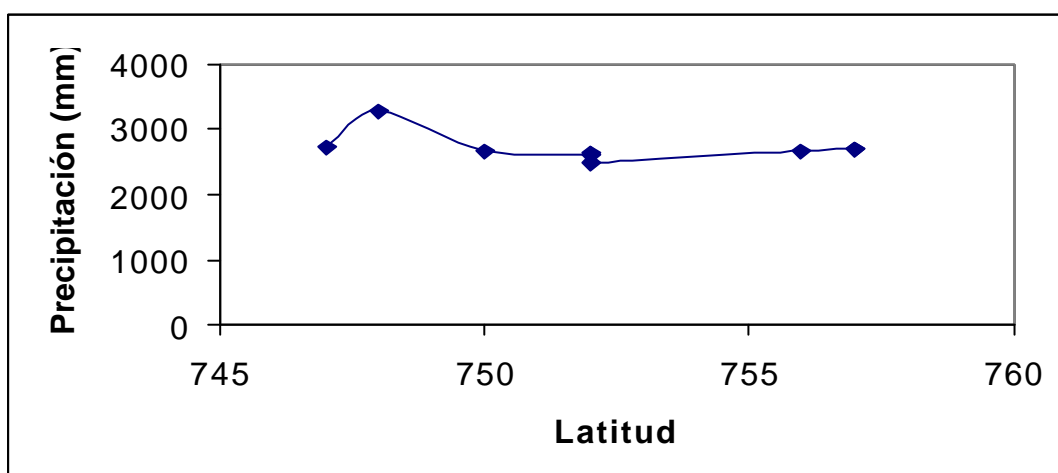


Gráfico 2. Precipitación media multianual vs. Latitud de las estaciones de registro en el municipio de Apartadó.

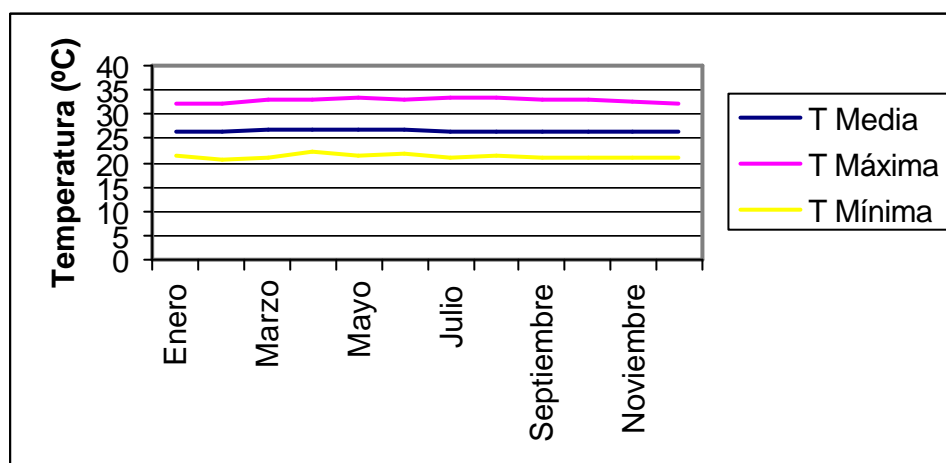


Entre la muestra se destaca el año de 1988 como excepcionalmente húmedo, el cual pertenece a un período activo del fenómeno de La Niña, evidenciando de esta forma una dependencia de la precipitación de la zona de fenómenos macroclimáticos en el pacífico. Es resaltable la relativa frecuencia de meses con aportes de lluvias nulos, aunque tal ausencia no cubre más de dos períodos consecutivos.

2.2 Temperatura

La zona presenta variaciones estacionales insignificantes en los valores medios de temperatura. La estación Aeropuerto Los Cedros de tipo sinóptico presenta valores medios de 27.3°C, para una altitud aproximada de 20 m.s.n.m. Los valores máximos medios de temperatura registrados en la estación son del orden de 27.6°C y mientras los mínimos están alrededor de 27.1°C, lo que nos muestra la poca variación. Por otro lado la estación agrometeorológica UNIBAN registra un valor medio de temperatura de 26.6°C, con valores medios mínimos y máximos de 26.4 y 27°C a una altura de 23 m.s.n.m.. Los meses más cálidos son abril, mayo y junio con valores que exceden el promedio anual en 1.3°C, en Los Cedros, mientras en UNIBAN es el trimestre marzo, abril y mayo. En esta última estación la temperatura máxima media es de 32.9°C y la mínima media es de 21.4°C Por la cercanía altitudinal de las dos estaciones no se evidencia la relación inversa de la temperatura con la altura, como ha de esperarse con gradientes de aproximadamente 0.3°C por cada 50 m de altura. (Gráfica 3).

Gráfico 3. Temperaturas medias, máximas y mínimas en la estación UNIBAN



2.3 Humedad relativa

Los valores de humedad relativa son altos durante todo el año. Los promedios regionales se encuentran en el rango de 85%, aumentando a medida que vamos hacia el norte. Los meses de mayor humedad son los pertenecientes al núcleo del período lluvioso. En mayo y junio la humedad relativa media alcanza su punto máximo, el cual es del orden del 83% en el Aeropuerto Los Cedros. Los mínimos son del orden del 62%, los cuales ocurren en el medio día. En las primeras horas del amanecer se alcanzan con frecuencia condiciones de

saturación. La mayor parte del año se presentan días nublados o parcialmente cubiertos. En la estación UNIBAN, 2 minutos más al norte, la humedad relativa media es de 86 con valores máximos medios de 87 durante los ocho últimos meses del año.

2.4 Brillo solar

En el municipio de Apartadó, se evidencia la tendencia regional a aumentar el número de horas de brillo solar a medida que nos desplazamos al occidente, pues la nubosidad es mayor en el oriente debido a las condiciones que impone la serranía en cuanto al ascenso de masas húmedas que al condensarse aumentan la cantidad de nubes evitando así la entrada de luz solar a la superficie. En la estación Aeropuerto los Cedros la cantidad de luz solar en el año es de 1633 horas en la longitud de 76°42', mientras que en la estación UNIBAN, la cual está ubicada un poco más al oriente es de 1530. En general, la insolación se concentra en las horas de la mañana hasta poco después del medio día.

2.5 Velocidad del viento

Entre enero y abril se evidencia el efecto de los vientos Alisios. En éste período, las zonas bajas registran direcciones primordiales norte y nordeste. Se establecen valores medios de velocidad entre 9 y 10 km/h, mientras que los máximos han alcanzado los 20 km/h (Penca de Sábila, 1996)

2.6 Evaporación

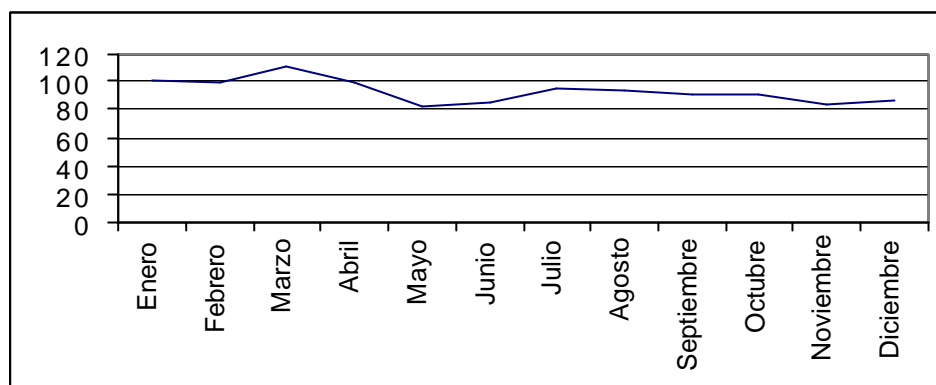
Los registros de evaporación en tanque tipo A muestran valores totales mensuales entre 82 mm en el mes de mayo y 111 mm en marzo para la estación UNIBAN. Se tiene totales anuales que alcanzan los 1119 mm. (Gráfica 4).

2.7 Balance hídrico

Como se dispone de poca información para estimar por métodos directos la evapotranspiración potencial en la zona, se presenta la necesidad de emplear relaciones empíricas que permitan su estimación a través del conocimiento de otras variables climatológicas, tomadas de la respectiva estación.

Para este proyecto, se emplearon originalmente varias relaciones empíricas, tales como el método de Hargraves y el de Penman, que relaciona la radiación en el tope de la atmósfera, la temperatura, el número de horas de brillo solar y la humedad relativa como variables climatológicas, lo mismo que la elevación del sitio, pero debido a que durante el año se presentan muy pocas horas de brillo solar no se obtuvieron resultados satisfactorios. Por lo tanto se calculó la ETP como un porcentaje de la evaporación de tanque, de acuerdo a la siguiente relación:

Gráfico 4. Evaporación media mensual en la estación UNIBAN



$$ETP = k \cdot ET$$

Donde:

ETP= Evapotranspiración potencial (mm/mes)

ET= Evapotranspiración de tanque (mm/mes)

K= Factor de proporción (0.75-1.00)

De acuerdo a la relación planteada, los valores de evapotranspiración potencial se calcularán tomando un valor de $k=0.8$ de acuerdo a la publicación FAO N° 24, “Las necesidades de agua en los cultivos” (Dorenbos, J y Pruitt W.O), para zonas de similares características a las del municipio.

Así para la estación UNIBAN sólo se da un valor negativo en enero bajo de -3.2 mm entre aporte de lluvia y las demandas evapotransporativas, luego el déficit se vuelve positivo y crece rápidamente hasta alcanzar casi un valor constante del orden de 200 mm/mes para el período húmedo prolongado que se presenta.(Gráfica 5).

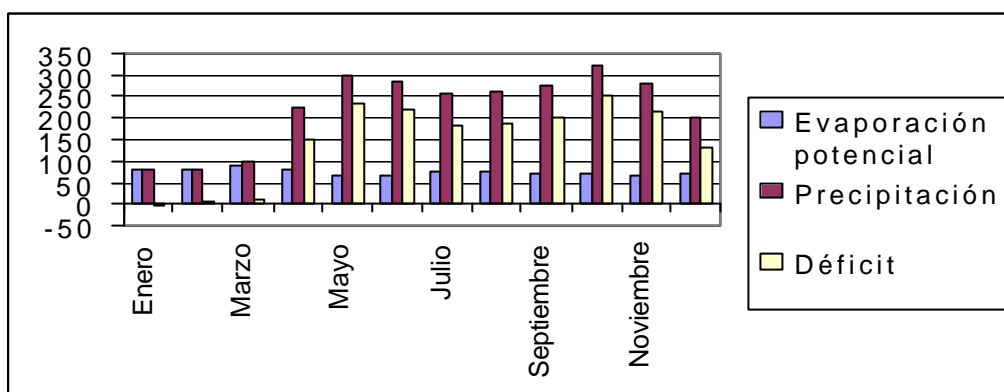
2.8 Potencialidades y debilidades desde lo climatológico

Debido a su localización en el centro de la zona centro de Urabá las precipitaciones en Apartadó son altas durante nueve meses en el año, lo que garantiza la disponibilidad del recurso durante la mayor parte del año ya que las cuencas en el municipio tienen un carácter casi estrictamente pluvial, además por la alta nubosidad que impide la entrada de rayos solares las evaporaciones no son muy altas, dando como resultado un balance hídrico

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

positivo durante todo el año. Por otro lado dadas las características topográficas planas en la mayoría del área municipal, es bastante probable la ocurrencia de fuertes vendavales que puedan afectar los cultivos y las construcciones de bajas especificaciones técnicas en la región. También es de anotar que es poco densa la red de estaciones hidroclimáticas en la zona lo que impide un buen análisis de las diferentes variables que éstas miden con fines de caracterización climática.

Gráfico 5. Balance hídrico para la estación UNIBAN sobre el río Zungo.



3 ZONAS DE VIDA

Las zonas de vida contribuyen a combinar en forma integral los factores bioclimáticos más importantes: calor, precipitación y evapotranspiración, que se expresan en términos cuantitativos directamente relacionados con la vida orgánica y con los factores fisiográficos y edáficos con un criterio que permite una comparación a escala mundial. De este modo, dicho sistema permite identificar cual puede ser la capacidad de la atmósfera, terreno y suelo para sustentar la vida biótica, tanto cultivada como natural, y para soportar las actividades económicas del hombre.

En el municipio de Apartadó se presentan cuatro Zonas de Vida que se denominan Bosque Húmedo Tropical (bh-T), Bosque muy Húmedo Tropical (bmh-T), Transición Cálida del Bosque muy Húmedo Pre-Montano (bmh-PM) y Bosque Pluvial Pre-Montano (bp-PM). Una breve descripción de las condiciones locales de estas zonas de Vida puede ser:

3.1 Bosque Húmedo Tropical

Se localiza en el extremo occidental del municipio, en una franja promedia de 15 km bordeando el litoral. De acuerdo con sus límites bio-climáticos presenta una biotemperatura media anual entre 24 y 27.5°C, con una precipitación entre 2.000 y 3.250 mm anuales y una relación de humedad que permite la producción sobrante de agua o escorrentía o en 1173 milímetros al año como promedio. La vegetación natural ha sido prácticamente destruida, quedando tan solo unos reductos de bosque especialmente hacia las zonas inundables.

3.2 Bosque muy Húmedo Tropical

Ocupa casi todo el territorio municipal, desde cercanías de la cabecera municipal hasta el extremo oriente (límites con Córdoba). Contiene un clima de abundante precipitación pluvial que excede de 2 a 4 veces la evapotranspiración potencial, por lo que representa una de las Zonas de Vida con mayor aporte de agua sobrante, dado que su escorrentía alcanza unos 3500 milímetros en el punto medio de la zona

3.3 Transición Cálida del Bosque muy Húmedo Pre-Montano

Las características climáticas de esta zona son transicionales entre Bosque Húmedo Tropical y Bosque muy Húmedo Tropical.

3.4 Bosque Pluvial Pre-Montano

Es posible que esta zona de vida se ubique en las cumbres que separan las cuencas del río Apartadó y Currulao, donde existen alturas superiores a los 800 m.s.n.m. en los

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

denominados Cerros de Palo y el Alto de Carepa. Cabe recordar que el Alto de Carepa se encuentra uno de los lugares de producción y fuente de aguas para distintas cuencas de importancia regional y municipal, lo que indica que es un área de con un alto valor de escorrentía, que bien puede producirse en una zona de Bosque Pluvial Pre-Montano. De ser así, su aprovechamiento se restringe única y exclusivamente a la protección y reserva de su medio natural, debido a que sus condiciones fisiográficas y edáficas no son aptas para cultivos y pastizales de ningún tipo. Debido a su alto valor como productora de aguas, debe de evitarse al máximo la construcción de vías carreteables, por su alto costo de construcción y mantenimiento y por las consecuencias erosivas y de impacto sobre las cuencas que ella regula.

4 HIDROLOGÍA

El municipio de Apartadó tiene dentro de su división política-administrativa la existencia cuencas de diversa importancia, lo que representa una gran riqueza hídrica pero a la vez una mayor responsabilidad social en su manejo y gestión. En la tabla 3 se muestran las características de las estaciones limnimétricas ubicadas en el municipio de Apartadó o en municipios cercanos y en la tabla 4 un resumen de las variables que miden dichas estaciones.

4.1 Descripción de la red de drenaje

Puede decirse que las masas húmedas surgidas de las cuencas oceánicas son convertidas en corrientes fluviales, luego de haber ascendido a las tierras de la serranía, las cuales buscan un nivel de base desde las montañas hasta las tierras bajas, siendo colectadas por el río León o directamente por el océano Atlántico, para luego continuar su ciclo. En este sentido, cabe afirmar que en el territorio los ríos tienen un régimen estrictamente pluvial, ya que la influencia de las lluvias sobre los caudales es bastante definida.

La red de drenaje es pobre y deándrica en los sitios donde no ha sido modificada por los cultivos de banano, que en la mayoría de los casos generan una red de drenaje particular similar a una espina de pescado

El Alto de Carepa cumple una invaluable función como el principal generador fluvial de la región de Urabá, debido a que en sus tierras tiene lugar la configuración de cuencas hidrográficas de enorme importancia no sólo para el municipio, como lo es el río Apartadó, sino también para otros espacios regionales vecinos, como lo son Carepa, Turbo y Necoclí, que recibe respectivamente las aguas de los ríos Carepa, Currulao y Mulatos, procedentes de fuentes existentes en el municipio de Apartadó.

4.2 Cuencas hidrográficas

La configuración fisiográfica de la serranía de Abibe ha determinado que los ríos que hacen su recorrido por el municipio, no tengan el mismo sentido en la orientación de las aguas que buscan su nivel inferior, tanto hacia el río León como al mar Caribe. En la tabla 5 se presenta un resumen de las áreas de las principales cuencas en el municipio y el porcentaje de éstas dentro de la jurisdicción municipal. La composición y orientación de ésta red hidrográfica puede ser descrita de la siguiente manera:

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

Tabla 3. Características de las estaciones limnológicas de importancia ubicadas en el municipio de Apartadó y municipios vecinos

Código	Tipo	Nombre de la Estación	Municipio	Subcuenc a	Latitud N	Longitud W	Elevación (m.s.n.m.)	Variables	Año Inicio	Año Finalización	% datos
1201706	LG	Apartadó	Apartadó	Apartadó	7°53'	76°37'	25	Niveles medios (cm)	1980	1998	96.5
								Niveles máximos (cm)	1980	1998	96.5
								Niveles mínimos (cm)	1980	1998	96.5
								Caudales medios (m ³ /s)	1984	1998	97.2
								Caudales máximos (m ³ /s)	1984	1998	98.3
								Caudales mínimos (m ³ /s)	1984	1998	98.3
1201704	LM	Riogrande	Turbo	Grande	7°56'	76°37'	22	Caudales medios (m ³ /s)	1978	1998	93.7
1202701	LG	Pueblo Bello	Turbo	Mulatos	8°12'	76°32'	140	Caudales medios (m ³ /s)	1977	1998	90.9
1201705	LG	Pte. Carretera	Apartadó	Zungo	7°49'	76°39'	23	Caudales medios (m ³ /s)	1977	1998	88.6

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

Tabla 4. Resumen de los valores de las variables limnológicas de las diferentes estaciones en el municipio de Apartadó

Nombre de la Estación	VARIABLES	Datos	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Apartadó	Niveles medios (cm)	Prm Mensual	73	65	56	74	98	100	94	87	86	101	107	90	86
		Max Mensual	138	126	110	263	177	145	147	133	114	150	155	159	263
		Min Mensual	20	12	3	4	21	55	39	42	50	67	43	50	3
	Niveles máximos (cm)	Prm Mensual	119	121	113	176	226	240	182	197	251	262	252	158	191
		Max Mensual	380	400	400	380	500	450	395	560	575	520	450	385	575
		Min Mensual	31	36	9	28	50	100	100	78	100	156	73	75	9
	Niveles mínimos (cm)	Prm Mensual	55	50	43	59	65	67	66	60	55	65	72	65	60
		Max Mensual	118	115	105	260	127	107	105	100	87	95	100	131	260
		Min Mensual	9	8	seco	2	10	24	26	24	26	30	30	30	seco
	Caudales medios (m ³ /s)	Prm Mensual	4.141	3.328	2.183	3.688	7.91	7.728	6.704	5.543	4.817	8.424	9.362	6.701	5.88
		Max Mensual	15.82	11.57	9.25	17.55	28.59	16.37	16.08	12.89	10.26	16.68	19.82	24.56	28.59
		Min Mensual	0.74	0.55	0.487	0.23	0.93	2.595	1.63	1.883	2.68	2.858	1.78	2.152	0.23
	Caudales máximos (m ³ /s)	Prm Mensual	15.94	16.4	11.13	23.21	36.37	39.95	29.92	30.32	34.03	41.41	41.8	23.63	28.68
		Max Mensual	94.4	100.8	52.9	86.1	100.8	99.2	99.2	92.8	115	92.8	92.8	96	115
		Min Mensual	1.05	1.15	0.67	1.06	1.9	7.6	7.6	3.25	8.6	7.6	4	4.2	0.67
Caudales mínimos (m ³ /s)	Prm Mensual	1.871	1.523	1.211	1.811	2.703	2.667	2.413	2.014	1.814	2.671	3.179	2.706	2.22	
	Max Mensual	9.74	7.6	7.12	9.6	13.17	8.9	8.5	7.28	5.56	6.72	7.6	15.36	15.36	
	Min Mensual	0.42	0.41	seco	0.15	0.41	0.86	0.63	0.32	0.4	1.18	1.09	0.92	seco	
Pueblo Bello	Caudales medios (m ³ /s)	Prm Mensual	1.653	1.182	0.961	2.405	6.905	5.993	5.396	7.592	5.478	7.214	5.775	2.549	4.43
		Max Mensual	5.051	7.679	6.421	11.03	19.60	14.51	11.80	33.20	13.00	15.30	15.60	6.300	33.20
		Min Mensual	0.100	0.100	0.060	0.060	0.429	0.692	1.165	2.029	0.525	2.378	2.240	0.878	0.06
Riogrande	Caudales medios (m ³ /s)	Prm Mensual	1.701	1.820	0.806	3.167	5.353	5.737	3.015	4.833	5.032	5.800	5.391	4.159	3.90
		Max Mensual	7.900	14.42	2.200	12.14	22.79	24.71	8.803	23.43	27.17	15.21	24.74	12.47	27.17
		Min Mensual	0.119	0.014	0.065	0.247	1.368	0.397	0.690	0.768	0.438	1.520	1.530	0.159	0.01
Pte. Carretera	Caudales medios (m ³ /s)	Prm Mensual	1.466	1.352	1.537	2.358	3.904	4.172	3.123	2.297	2.818	3.575	3.358	2.348	2.69
		Max Mensual	6.91	9.69	14.36	13.01	12.86	17.6	7.28	3.94	8.22	7.8	7.3	6.52	17.6
		Min Mensual	0.146	0.036	0.025	0.041	0.356	0.575	0.522	0.535	0.659	0.834	0.81	0.028	0.03

Tabla 5. Areas de las principales cuencas en el municipio de Apartadó

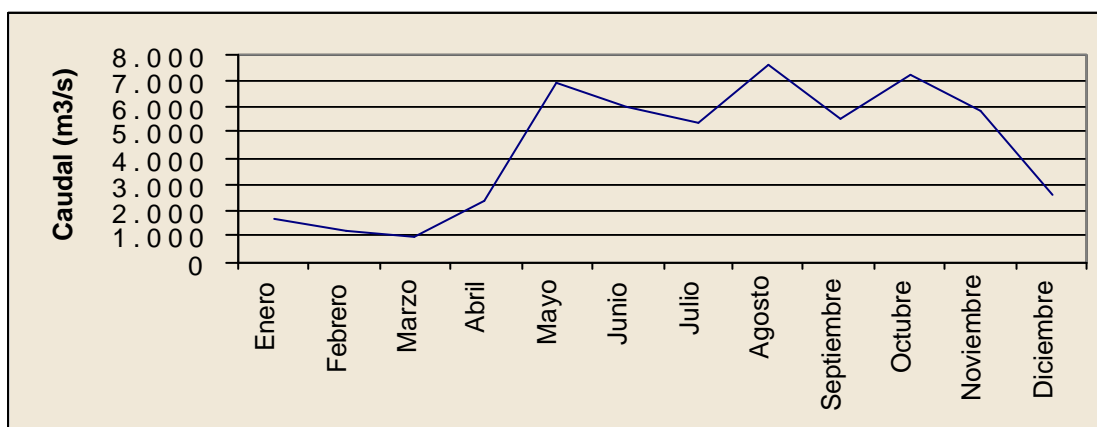
Cuenca	Area total (km ²)	Area en el municipio (km ²)	% de área en el municipio
APARTADO	171	171	100
CURRULAO	239	61	26
MULATOS	898	120	13
RIOGRANDE	150	72	48
ZUNGO	156	111	71

4.2.1 Cuenca del río Mulatos

Localizada en el extremo oriental de la localidad, limitando hacia el oeste con la cuenca del río Currulao, hacia el suroeste con la cuenca del río Carepa y al oriente con la línea de cumbre de divisoria departamental. Tiene esta cuenca un área total de 898 km² y dentro de la comprensión municipal de 120 km² (13% del área total), cuyo uso tiende a ser ganadero en áreas cercanas al cauce del río, mientras que predominan los rastrojos medios y altos y producción de economía campesina en sus tramos superiores. La vegetación natural de esta cuenca, como la de los ríos Carepa, Currulao y Apartadó se encuentra menos intervenida en sus cabeceras, pero con una tendencia a ser cada vez más presionada debido al tipo de agrosistemas implementados por la población que utiliza el recurso tierra de la serranía; cuyo proceso productivo involucra un manejo irracional de las condiciones fisiográficas, edáficas y vegetativas de esta zona del territorio. El río Mulatos abandona su tramo alto en el municipio de Apartadó para dirigirse en sentido sur-norte hacia las tierras ganaderas del municipio de Necoclí, donde finalmente vierte sus aguas al océano.

El caudal promedio multianual en la estación Pueblo Bello localizada en el municipio de Turbo para el río Mulatos es 4.43 m³/s. Se presenta en el mes de marzo un caudal mínimo de 0.806 m³/s y caudales en el período invernal relativamente constantes de 6 m³/s a excepción del pequeño veranillo en el mes de julio en el cual los caudales se reducen a 5.3 m³/s.

Gráfico 6. Caudales medios mensuales multianuales en la estación Pueblo Bello en el municipio de Turbo, para el río Mulatos.



4.2.2 Cuenca del río Currulao

Ubicada en una zona intermedia de la serranía, tiene su división natural al oriente con la cuenca del río Mulatos (en la línea aproximada a los 800 m.s.n.m.). Al noroeste con la cuenca del río Grande y al occidente con la cuenca del río Apartadó (en línea aproximada a los 1.000 m.s.n.m.). Tiene un área de 239 km² y cubre una superficie aproximada de 61 km² (26% del área total) dentro de la jurisdicción del municipio y presenta básicamente las mismas características de manejo y estado que la cuenca del río Mulatos. El Currulao sigue su curso sur-norte dentro del municipio para luego descender al golfo de Urabá con un viaje en sentido oriente-occidente, regando la zona bananera del municipio de Turbo.

4.2.3 Cuenca del río Grande

Son, junto con la del río Apartadó, cuencas que tiene su trayecto completo dentro de la jurisdicción municipal, orientadas todas ellas en sentido este-oeste y sus ríos son afluentes del río León, colector principal de los ríos que provienen de la serranía y que se dirigen hacia el plano aluvial occidental. El área de la cuenca es de 150 km² de los cuales el 48% (72 km²) están en la jurisdicción municipal. El cauce principal de la cuenca del río Grande actúa como límite norte con el municipio de Turbo, y presenta un uso en sus tramos altos de ganadería y agricultura campesinas, con una escasa protección forestal.

Los caudales del río Grande son levemente superiores a los del río Zungo, tienen un valor medio multianual de 3.90 m³/s en la estación Riogrande en el municipio de Turbo, presentando períodos de estiaje más fuertes con valores medios mensuales en el mes de marzo de 0.81 m³/s (Gráfica 7).

4.2.4 Cuenca del río Zungo

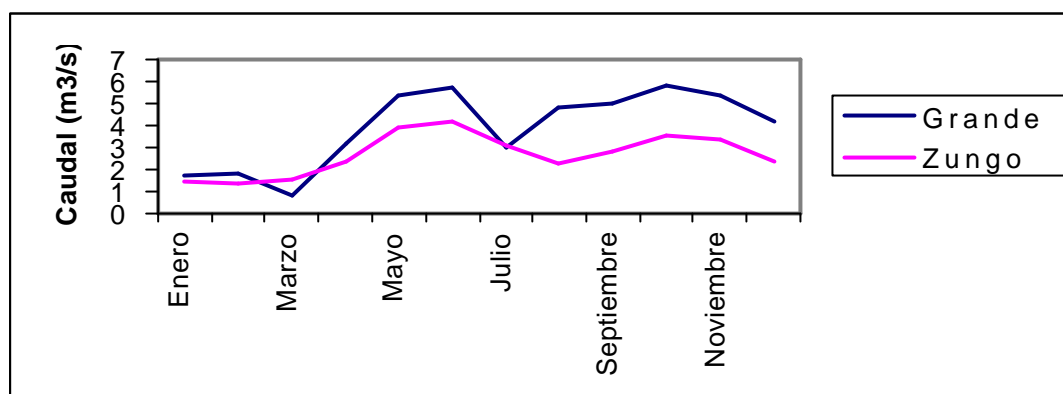
La cuenca del río Zungo tiene un área de 156 km² de los cuales 111 (el 71%) queda en el municipio de Apartadó. Limita al norte con la cuenca del río Apartadó, siendo su principal afluente el río Vijagual. El caudal medio multianual en la estación Puente Carretera es de 2.69 m³/s y presenta un comportamiento bimodal con un período de estiaje en los tres primeros meses del año con valores promedio de 1.4 m³/s, el valor máximo se presenta en el mes de junio con un caudal de 4,172 m³/s. (Gráfica 7).

4.2.5 Cuenca del río Apartadó

Dado su recorrido, su ubicación, su extensión y la integración de sus tramos con distintas actividades, procesos productivos y formas de poblamiento, esta cuenca reviste para el municipio una enorme e invaluable importancia. En efecto, su extensión alcanza el 30% del territorio municipal, al contar con 171 km², contiene la mayor parte de la población de la localidad (cerca del 80%) e interrelaciona las áreas y actividades campesinas de menor

dispersión (tramo alto), con el principal asentamiento humano del municipio (tramo medio) y con las plantaciones empresariales de producción bananera (tramo bajo).

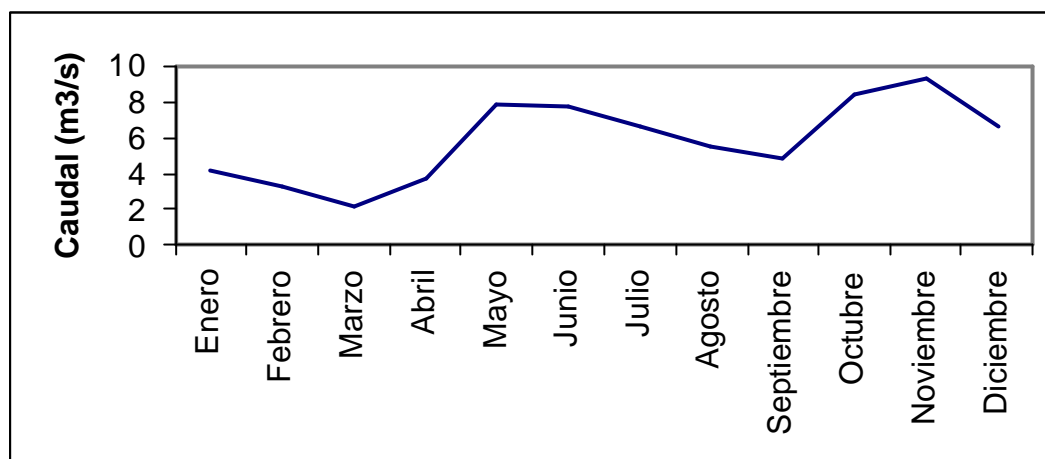
Gráfico 7. Caudales medios mensuales de los ríos Grande y Zungo en las estaciones Riogrande en el municipio de Turbo y Puente Carretera en Apartadó respectivamente.



El río Apartadó inicia su recorrido en el alto de Carepa, descendiendo hasta cerca de San José de Apartadó (a 120 m.s.n.m.) por una zona montañosa con un cauce relativamente profundo y en medio de altas pendientes. En sus cabeceras confluyen arroyos y quebradas donde se destacan de sur a norte respectivamente el Mariano, la Linda, la Sucia, la Cristalina, el Cuchillo, la Victoria y el Muerto (hacia el occidente). Entre San José de Apartadó y la cabecera municipal el río tiene un régimen meándrico, con la formación de algunas terrazas aluviales y la incisión de un valle relativamente menos estrecho. Hasta la cabecera municipal el río Apartadó recorre 28 km y tiene un descenso de un nivel superior de 1.000 hasta 25 m.s.n.m, y con un caudal medio antes de llegar al casco urbano de 5.88 m³/s (Gráfico 8). En su tramo final, desde la cabecera urbana hasta la desembocadura en el río León, recorre las planicies aluviales presentando cauces rectos, menor cantidad de meándros y mayores dificultades para su drenaje (bajos gradientes de velocidad); se encuentra con escasa cobertura vegetal protectora, irrigando la zona bananera y las tierras más bajas a medida que se acerca a su colector. En este tramo recibe al río Churidó, único afluente de importancia, en cercanías al poblado del mismo nombre.

La disminución de la capacidad de retención del escurrimiento superficial, a causa de la actividad antrópica, agudiza la torrencialidad que presenta el curso alto de la cuenca, en virtud de sus fuertes pendientes y la alta densidad de drenaje que posee. Las inundaciones por crecientes del río Apartadó, que se presentan a partir de la cota 200, son mayores en cuanto a extensión y rigurosidad en las áreas de las planicies aluviales, a medida que disminuye la capacidad de drenaje y se disminuye la infiltración de sus aguas en el suelo.

Gráfico 8. Caudales medios mensuales para el río Apartadó en la estación Apartadó

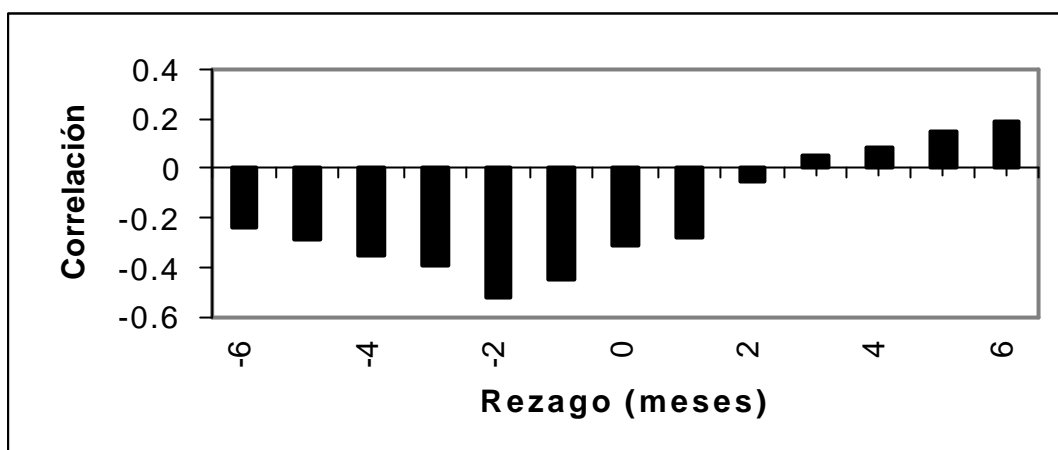


Por otro lado, en los períodos de sequía o estiaje, cuando los caudales alcanzan sus mínimos con unos valores de 2.2 m³/s en el mes de marzo, se tiende a notar cada vez más un déficit de humedad en el suelo de las planicies aluviales, especialmente en las llanuras altas, en donde se concentra la producción bananera, por lo que ha habido necesidad de cavar canales artificiales para regar los cultivos; además de proponerse un acueducto regional para satisfacer esta demanda.

Con la serie de caudales medios en la estación Apartadó (1984 a 1998 con datos en la serie del 97.2%), se realizó un correlograma cruzado entre los caudales en la estación adimensionalizados (los valores de la serie mensual se les resta la media mensual y luego se divide por la desviación estandar mensual) y el Índice de Oscilación del Sur (IOS), la cual es una serie adimensional que refleja la dinámica del fenómeno del Niño, así, cuando el IOS es negativo, estamos en fenómeno del Niño.

Podemos ver que el máximo valor de correlación es de -0.52 delante de el IOS en dos meses, lo que nos indica que el régimen de caudales medios en el río Apartadó tiene una fuerte dependencia del fenómeno del Niño; adicionalmente se podría prever con dos meses de anticipación la presencia de un período de sequía o excedente de caudales dependiendo del valor del IOS. (Gráfica 9).

Gráfico 9. Correlograma cruzado entre el IOS y el caudal medio del río Apartadó en la estación Apartadó



4.3 Potencialidades y debilidades desde lo hidrológico

A medida que se gana altura a través de la Serranía, el volumen de las precipitaciones pluviales excede cada vez más el nivel de evapotranspiración, lo que unido a elementos fisiográficos, determina una escorrentía superficial que será abundante cuando las lluvias lo sean. Esto quiere decir, que el conjunto de cuencas locales tiene un régimen estrictamente pluvial, ya que durante los meses secos presenta caudales deficientes que no sobrepasan los tres metros cúbicos por segundo, mientras que en las épocas lluviosas (de mayo a diciembre) los caudales se incrementan notablemente superando los 15 m³/s en el caso del río Apartadó, y en ocasiones produciendo crecientes superiores a quince veces el caudal medio anual. Por otro lado, en la estación Apartadó, en algunos años, el río se ha secado en los meses de marzo y diciembre, lo que involucra una alta vulnerabilidad del sistema de acueducto si no se posee un tanque de almacenamiento que supla la demanda durante estos períodos. Por lo anterior, se reconoce que el comportamiento de los caudales es consecuencia de la hidrometeorología local y regional, la que unida a otros factores de tipo físico y antropogénicos, conduce a unas cuencas de carácter torrencial, evidenciando aún más la necesidad de tratamiento no solo con base en obras civiles, sino también de un manejo de los procesos biológicos, productivos, de protección, organizativos e institucionales, necesarios para su control, aprovechamiento racional, estabilidad habitacional y uso sostenible en el largo plazo.

En la actualidad la alta productividad hídrica manifestada por la escorrentía superficial ha venido trayendo efectos negativos no sólo por las mismas condiciones ambientales de la cuenca, sino también para la calidad de vida de algunos de los asentamientos ubicados en el trayecto de los ríos, debido a alteraciones de su propia dinámica natural causadas por la

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

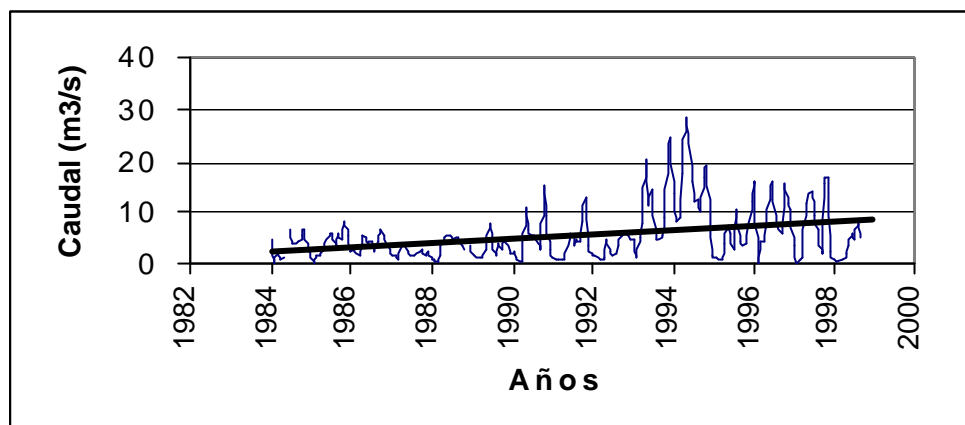
deforestación progresiva, la implantación inadecuada de sistemas agrotecnológicos y el uso inapropiado de los suelos. La disminución de la capacidad de retención del escurrimiento superficial, a causa de intervenciones humanas negativas, es un hecho que agudiza la torrencialidad que presenta el curso alto de la cuenca, en virtud de sus fuertes pendientes y la alta densidad de drenaje que posee.

Adicionalmente la división natural de las cuencas de los ríos Apartadó, Riogrande y Zungo se ha venido desestabilizando en la zona plana, debido no solo a las condiciones físicas del terreno como la baja pendiente que favorece la formación de remansos y obstaculiza la evacuación de las aguas, sino también al mal manejo de los suelos con las prácticas productivas de los tramos altos (serranía y piedemonte), que aceleran los procesos erosivos y de sedimentación; igualmente, la construcción de redes y canales de drenaje han modificado seriamente el régimen hidrológico, propiciando transvases de aguas de unas cuencas a otras e inundaciones especialmente en períodos de saturación.

Las cuencas depositarias del río León presentan problemas serios en su sector final debido a la construcción de canales artificiales que tienen el doble propósito de evacuar el exceso de agua en los períodos invernales y en los secos actúan como canales de riego de los cultivos de exportación. Esta construcción indiscriminada de canales ha afectado la dinámica hidráulica causando innumerables perjuicios económicos, sociales y ambientales no solo en los sitios de construcción de los canales sino también en los sectores aguas arriba. Este problema tiende a agravarse con el tiempo si no se realiza un estudio hidráulico e hidrológico, lo cual puede llegar a afectar la disponibilidad del recurso no solo en el municipio sino también en la región.

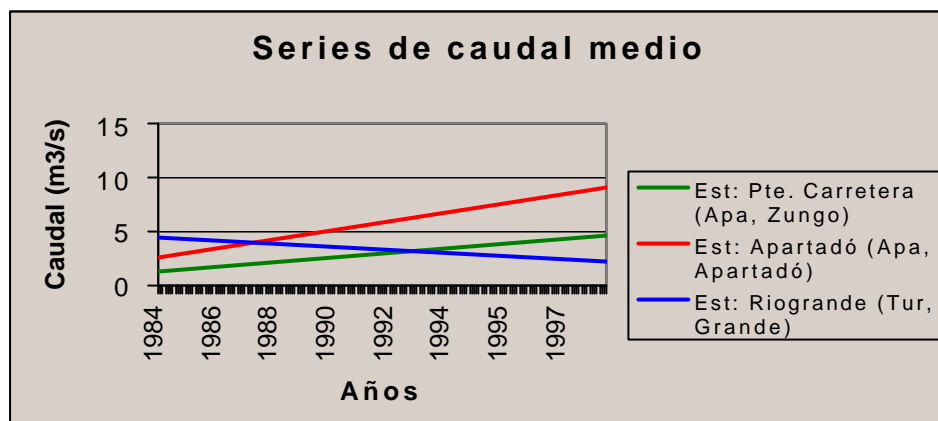
La serie histórica de caudales en la estación Apartadó muestra una tendencia creciente ya que los registros de los últimos años (1994-1998) son especialmente altos, con presencia de períodos húmedos más fuertes y sequías más intensas (Gráfico 10). Es probable que este comportamiento se deba a la intervención antrópica aguas arriba de la cuenca disminuyendo la capacidad de regulación de los caudales y aumentando su torrencialidad. Esta cuenca es de especial importancia debido a su utilización como abastecedora del acueducto de la cabecera municipal; ser receptora de aguas residuales de esta y regar un sector de la zona bananera.

Gráfico 10. Serie de caudales medios mensuales del río Apartadó en la estación Apartadó y su línea de tendencia.



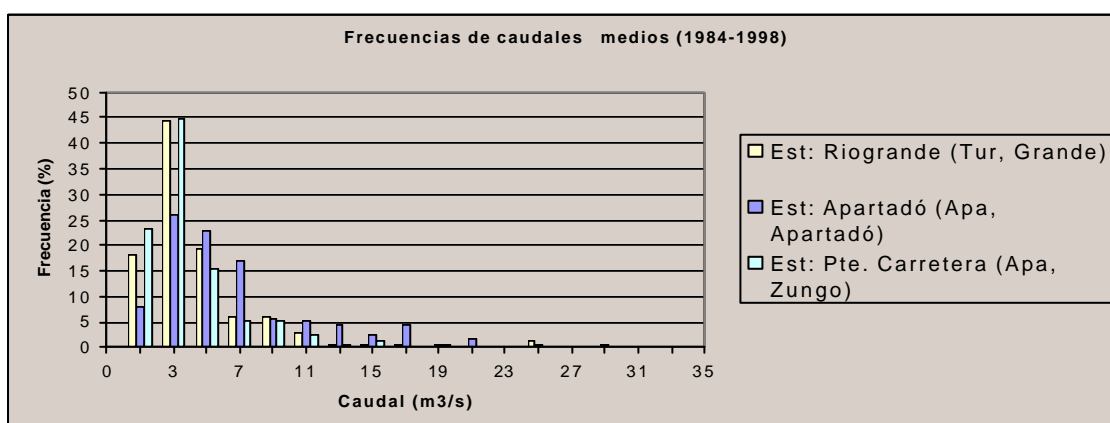
En general los caudales de los ríos del municipio de Apartadó presentan series crecientes como es la tendencia de los ríos afluentes del León, excepto en la estación Riogrande sobre el río Grande, el cual funciona como límite municipal entre Apartadó y Turbo, cuya tendencia es levemente negativa (Gráfica 11). Se debe de tener mucho cuidado a la hora de definir hipótesis del por qué de estas tendencias crecientes, ya que el aumento de los caudales medios en el tiempo no necesariamente involucran un aumento del recurso hídrico. Es muy probable que dicho comportamiento pueda deberse a la intervención de la cuenca aguas arriba de la estación. Procesos como la deforestación y el cambio de los usos de la tierra, pueden llegar a alterar el comportamiento de los caudales volviendo la cuenca más torrencial. Así, debido a dicha intervención, las avenidas torrenciales son mucho más grandes y frecuentes mientras los caudales bases durante el mes pueden ser bajos lo que a la hora de obtener un promedio mensual de las avenidas pueden tener un peso estadístico significativo llegando a aumentar el valor medio mensual. De esta manera, se plantea la necesidad de realizar estudios de caudales más detallados a una escala de tiempo menor (por ejemplo en días) y poder así conocer mejor su comportamiento e identificar con mayor precisión los factores que pueden estar alterando las condiciones de la cuenca.

Gráfico 11. Tendencias de las series de caudal medio en el municipio de Apartadó (1984-1998)



En general en el municipio de Apartadó los caudales de los ríos están relativamente regulados, por ejemplo, en el período de 1984 -1998, en los ríos Grande y Zungo, más del 60% de sus caudales se encuentran entre 0.02 y 3 m³/s y no presentan una alta frecuencia de caudales altos (Gráfica 12), además el comportamiento histórico de las series de tiempo es muy parecido (Gráfica 13).

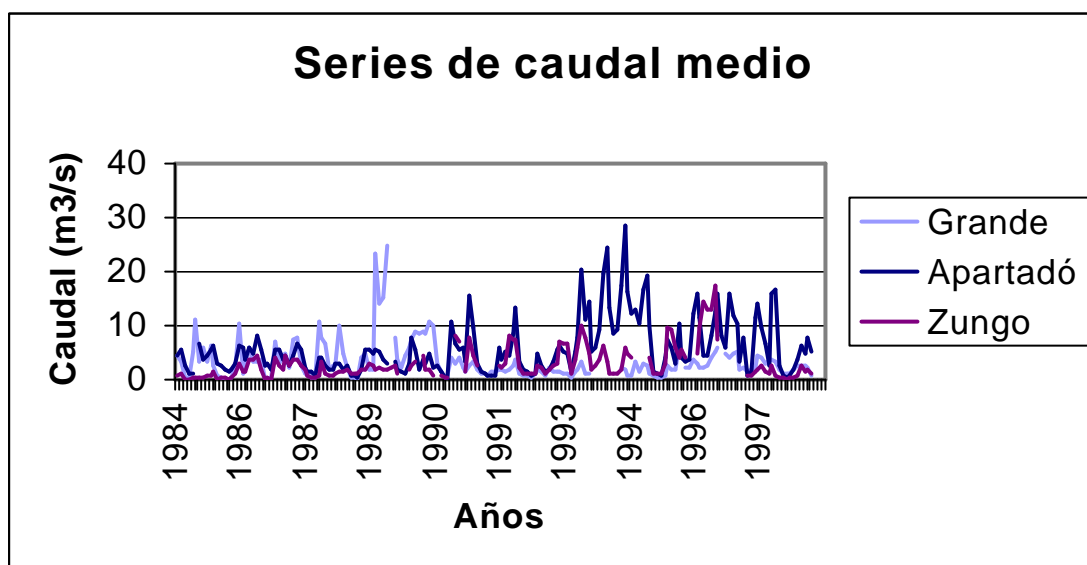
Gráfico 12. Frecuencias de los caudales medios en el municipio de Apartadó (1984-1998)



El río Apartadó es un poco diferente porque el mismo porcentaje de caudales se encuentra repartido entre 0.2 y 5 m³/s y se presentan caudales altos más frecuentes, como es el caso

de los caudales entre 15 y 17 m³/s presentándose el 5% de las veces, lo que implica que el período de retorno de estos caudales no es muy largo, aumentando de esta manera la frecuencias de las inundaciones y los problemas que éstas traen (Gráfica 12). Por lo tanto se debe de tener muy en cuenta esta cuenca a la hora de realizar programas de manejo integrado.

Gráfico 13. Comportamiento histórico de las series de caudal medio en el municipio de Apartadó (1984-1998).



5 GEOLOGIA

El estudio geológico es necesario para tener un conocimiento general de la estructura y composición del material rocoso que compone el subsuelo. Este conocimiento permite establecer con que se cuenta en materia de recursos minerales, que procesos geológicos han actuado en el pasado, el origen y composición de los suelos y cuales puedan ser las fuentes de amenazas geológicas en el municipio.

En este capítulo se hará una breve descripción de los tipos de roca predominantes en el Municipio de Apartadó, su disposición, rasgos estructurales y los posibles recursos a los que se encuentran asociadas cada una de estas litologías.

De Oriente a Occidente en el Municipio de Apartadó se pueden diferenciar varios tipos de roca de acuerdo a su origen, edad y composición (Anexo 1). Como a lo largo de todo este

trabajo las descripciones serán relacionadas con las Macrounidades geomorfológicas referidas en el capítulo 6.

5.1 Litología

5.1.1 Macrounidad geomorfológica de serranía

5.1.1.1 Rocas Volcánicas básicas (Ksvx)

Se localizan al Suroriente del Municipio. Está conformada por una franja angosta con dirección NE a NS que se prolonga desde Mutatá hasta los límites entre Carepa y Apartadó (Mapa geológico).

Los tipos de roca que la constituyen son basaltos, chert, shales y tobas, predominando los primeros. Estas rocas volcánico-sedimentarias se han relacionado con la Formación Barroso del Grupo Cañasgordas, el cual es un conjunto de rocas de edad cretácea que se originó posiblemente bajo un ambiente de arco de islas y que fue acrecionado posteriormente al margen continental de la placa Suramérica (CIA, 1997). El área que aflora esta unidad dentro del municipio es solamente de 677 hectáreas.

5.1.1.2 Rocas Sedimentarias Terciarias de origen marino (T1)

Esta unidad aflora al Oriente del Municipio. Su ambiente de depositación es marino. De acuerdo a los lugares cartografiados en la Evaluación de aguas subterráneas en la región de Urabá por INGEOMINAS, está compuesta por una secuencia de areniscas, lodolitas y arcillolitas, localmente carbonatadas.

5.1.2 Macrounidad geomorfológica de serranía y piedemonte

5.1.2.1 Rocas Sedimentarias Terciarias de origen continental (T2)

Las rocas encontradas son areniscas, conglomerados, limolitas y arcillolitas, depositadas en un ambiente continental de carácter fluvial a transicional, en los que se alternaron regímenes de energía media a alta con periodos de tranquilidad. De acuerdo al proyecto “Evaluación del aguas subterránea en la región de Urabá” realizado por INGEOMINAS en 1995, se han agrupado parte de las rocas de la formación Corpa de edad Plioceno Superior a Holoceno en los siguientes conjuntos:

-Areniscas y lodolitas (T2A): Areniscas de color amarillo grisáceo, de grano fino a medio y compuestas por cuarzo, basaltos, chert negro, las cuales se encuentran interestratificadas con capas de lodolitas friables de color gris azulado claro.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

-Areniscas y conglomerados (T2B): Las areniscas tienen las mismas características del conjunto T2A, con la diferencia de que se encuentran interestratificadas con capas de conglomerados conformados por cuarzo y basaltos en una matriz arenosa.

-Lodolitas con lentes de conglomerados (T2C): Conformada por capas discontinuas de lodolitas de color gris azulado intercaladas con capas discontinuas de conglomerados. Este conjunto aflora en el flanco más occidental de la Serranía de Abibe, formando las colinas bajas que se encuentran a lo largo de la carretera Juradó-Turbo.

5.1.3 Macrounidad geomorfológica llanura aluvial

5.1.3.1 Sedimentos cuaternarios (Q)

El cuaternario en el Municipio está conformado por depósitos de origen aluvial y/o coluvial relacionados con la dinámica de los principales ríos. Sobre estos depósitos se encuentran asentados la cabecera y gran parte de los cultivos del Municipio.

El sector más Occidental corresponde a la Llanura Aluvial de Mutatá-Turbo la cual presenta gran cantidad de áreas planas o ligeramente inclinadas, conformadas por sedimentos de composición muy variada que depende de la procedencia de estos, aunque en general los suelos que se desarrollan sobre estos depósitos presentan texturas finas.

En particular la cabecera municipal se encuentra localizada sobre la unidad de Abanico conformada por materiales no consolidados de arenas gruesas a finas con estratos lenticulares tamaño grava y bloques subangulares de hasta 20 cm de diámetro (INGEOMINAS, 1993) (Anexo 3: columna estratigráfica).

En la Tabla 6 se compilan las áreas existentes para cada unidad litológica dentro del Municipio

Tabla 6. Áreas superficiales por unidad litológica en Apartadó

LITOLOGÍA	ÁREA MUNICIPAL (Ha)	ÁREA MUNICIPAL (%)
Cuaternario (Q)	16518.8	27.25
Terciario 1 (T1) (marino)	34818.4	57.44
Terciario 2 (T2) (continental)	8603.2	14.19
Volcánico (KSVX)	676.9	1.12

5.2 Rasgos estructurales

Los rasgos estructurales están relacionados con las deformaciones que sufren los estratos de roca producto de esfuerzos, movimientos o la forma y ambientes de depositación (marinos, fluviales, lacustres, etc.). La región de Urabá, y en general todo el Noroccidente colombiano, está sometida al efecto de fallas activas y fuertes deformaciones producto de la influencia de por lo menos tres placas tectónicas y dos bloques: placa Nazca, placa Caribe, placa Suramérica, bloque Panamá y bloque Andino. La diferencia de estos últimos con las placas está determinada por el tamaño y porque las placas tienen por definición su base marcada por una temperatura de 1330 °C. (Estrada, 1998) (Figura 1)

Al Oriente del municipio existe un rasgo estructural característico constituido por la Falla de Apartadó, la cual tiene dirección N-S a N30W y buzamientos al oriente entre 30 y 40°; esta falla conforma el contacto entre las unidades T1 y T2. Dadas las deformaciones encontradas en el área de influencia de la falla, concentración de pequeños movimientos alineados, concentración de diaclasas y lineamientos topográficos y de drenajes, puede haber tenido actividad reciente. La falla San José, al Oriente de esta, hace parte del mismo sistema de fallas (INER, 1994) (Anexo 1).

Existen otras fallas igualmente con una dirección general N-S que pueden tener influencia sobre el Municipio pero sobre las que no se han realizado estudios de neotectónica que demuestren su actividad reciente (últimos 30.000 años). Es el caso de las fallas San Pedro, Murrí-Mutatá y Murindó. Esta última relacionada con el sismo ocurrido en octubre de 1992 dentro del Municipio del mismo nombre.

Igualmente al Oriente del Municipio, existen un conjunto de plegamientos, dentro de los que sobresalen el anticlinal y el sinclinal de San José, localizados en el bloque oriental de la falla de San José. El eje axial del primero es N-S a N20°W en la parte norte, con buzamientos de 40° sobre el flanco oeste y de 35° a 45° en el flanco este. La expresión en superficie indica una longitud de 12 Km y de 3 Km máximo de ancho. El sinclinal de San José se encuentra ubicado al Oriente del anticlinal y sus características son similares (INER, 1994).

5.3 Hidrogeología

En el municipio de Apartadó se encuentra un acuífero libre que presenta una extensión variable, constituido por intercalaciones de arcilla color café, arcilla plástica con poco contenido de arena y arenas finas a gruesas que ocasionalmente puede presentar gravas. Las profundidades a la que se encuentra es inferior a 100 metros y presenta espesores que varían entre 5 y 45 m. El agua es dulce a moderadamente dulce, blanda o muy dura, presenta valores altos de color (hasta 100 Unidades), turbiedad (hasta 55 N.T.U) y hierro (hasta 4 p.p.m., la cual es mayor que el máximo permisible para consumo humano que es de 1 ppm, por lo cual requiere de un tratamiento de oxidación). Se considera de importancia geológica relativa moderada.

También existen otros acuíferos libres, semiconfinados y confinados y están compuestos por intercalaciones de arcillolitas, areniscas y areniscas conglomeráticas, conglomerados y lodolitas, a profundidades mayores a 100 metros. La conductividad hidráulica promedio para la unidad varía entre 3 y 19 m/día. El caudal de explotación varía entre 0.3 y 47 l/s. Estos acuíferos contienen aguas dulces o débilmente dulces, blandas a muy duras, con altos valores de turbiedad y hierro. Se presentan dos conjuntos principalmente. Uno de gran importancia hidrogeológica relativa. Está conformada por capas de areniscas y conglomerados con delgadas intercalaciones de arcillolitas y limolitas. Su espesor varía entre 20 y 190 m.

Por otro lado se encuentra otro conjunto de importancia hidrogeológica relativa. Está compuesta por intercalaciones de lodolitas y conglomerados en matriz arenosa. El espesor de éste conglomerado varía entre 20 y 90 m.

La capacidad de almacenamiento se ve disminuida por la presencia de arcilla y/o limo en los espacios intergranulares de arenas y conglomerados, cuya presencia aumenta progresivamente al occidente del Municipio, en la macrounidad de Llanura aluvial.

Los sitios principales de recarga de los acuíferos son:
Zonas del abanico aluvial donde la granulometría de los suelos permite altas permeabilidades verticales.

Las colinas del flanco occidental de la Serranía de Abibe que bordea el plano del relleno aluvial y especialmente el abanico del río Apartadó.

Infiltraciones facilitadas por la permeabilidad lateral y por estructuras geológicas.

5.4 Recursos minerales

Los recursos minerales están referidos a las reservas de mineral y todos los depósitos minerales potencialmente viables de existir de acuerdo a sus características litológicas y estructurales, independientemente de que sean conocidos o no sean económicos en el momento (Ortiz, 1992). De acuerdo a esta definición se puede afirmar que dentro del Municipio existe la posible existencia de recursos en minerales energéticos, en particular en la unidad geológica T1 y en el límite entre las unidades T1 y T2.

Debido a que el Municipio de Apartadó y en general toda la zona de Urabá ha fundamentado su desarrollo económico en la agricultura y la ganadería, la minería ha estado al margen de las grandes inversiones de la región. Sólo se han llevado a cabo exploraciones aisladas en busca de recursos energéticos como carbón y petróleo. En la actualidad la única actividad de explotación de recursos que existe en el Municipio es la de

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

extracción de material aluvial en el río Apartadó, la cual se ha venido adelantando de forma desorganizada y sin planificación, siendo esta una de las causas entre otras, de los desequilibrios que ha sufrido el río Apartadó, como son los procesos erosivos y de sedimentación, variación en el cauce e inundaciones.

5.4.1 Licencias Mineras

Las licencias mineras a nivel departamental (exploración, explotación, aporte minero, licencias temporales) son otorgadas por la Secretaria de Minas y Energía de la Gobernación de Antioquia. En el municipio de Apartadó existen licencias vigentes (1) para la exploración de carbón ubicada entre las Unidades de Piedemonte y Serranía. Las licencias de explotación están concedidas para materiales de construcción. Para las administraciones municipales es indispensable conocer el estado de las licencias, para de esta manera ejercer un control sobre el cobro de regalías y de impactos ambientales que generen las explotaciones.

5.5 Potencialidades y debilidades desde lo geológico

Tabla 7. Marco Geológico en Apartadó

CARÁCTER GEOLOGICO	FORTALEZAS	DEBILIDADES	CONFLICTOS DE USO
Rocas Terciarias Sedimentarias	Posibilidad de que existan recursos energéticos. Zona de recarga de acuíferos	Falta de exploración. La minería tendría un alto costo ambiental.	Existiría degradación del recurso fauna, forestal e hídrico. Pérdida de suelos.
Rocas Cuaternarias	Presentan buenas condiciones para el almacenamiento de aguas subterránea	En algunos puntos son licuables. También puntualmente, la impermeabilidad de la roca genera encharcamientos	Su condición licuable o cambios de volumen en la estructura de los sedimentos puede generar daños en infraestructuras.
Fallas	En ocasiones están asociadas a depósitos minerales o nacimientos de agua.	En caso de ser activas genera en sus alrededores terrenos inestables y amenaza sísmica a nivel regional	Restringe el uso del suelo. Encarece las infraestructuras al tener que aplicar normas sismo-resistentes

6 GEOMORFOLOGIA

En el Ordenamiento territorial interesa elaborar una descripción, explicación y espacialización de las formas del relieve, teniendo en cuenta su origen o génesis, su forma o apariencia exterior, y en general de los procesos erosivos que actual o potencialmente los afectan.

En el área de estudio han existido procesos morfodinámicos que han determinado en buena parte las diferentes formas del relieve. Dentro de estos procesos están la formación de la Serranía de Abibe, la depositación de sedimentos en ambientes marinos y continentales y el efecto modelador de los ríos. Estos factores sumados a otros como el clima, y la actividad antrópica, dan como resultado la geomorfología actual del territorio.

La importancia del conocimiento de las formas del relieve, radica en que la conjugación de la geomorfología y litología parental, inciden en la formación y proceso de evolución de los suelos y en el tipo de amenaza natural a que pueda estar sometido un territorio, determinando de esta forma el tipo de cobertura vegetal y el uso potencial del suelo (ganadería, agricultura, vocación forestal, asentamientos humanos, reservas naturales, etc.).

Para este análisis se ha dividido el paisaje jerárquicamente en unidades fisiográficas, unidades de relieve, macrounidades geomorfológicas, unidades geomorfológicas y geofórmulas.

Una unidad fisiográfica es una gran extensión del terreno que tiene características geológicas y estructurales similares, que hacen de ella un gran conjunto geológico estructural. Partiendo de un marco regional en el que se tienen dos unidades fisiográficas que son la Serranía de Abibe y las Llanuras aluviales-costeras, se hará una descripción del municipio en su contexto geomorfológico regional y de las unidades geomorfológicas y geofórmulas más características en el Municipio de Apartadó.

6.1 Macrounidades geomorfológicas

Las macrounidades geomorfológicas son aquellas áreas que están dominadas por un solo tipo de procesos morfogenéticos que interactúan entre sí, por ejemplo, las macrounidades fluviales, en las cuales predominan los procesos de dinámica fluvial, tales como erosión fluvial, depositación, inundaciones, etc.; o las macrounidades de montaña, en las cuales predominan los procesos erosivos típicos de la montaña tales como erosión laminar, erosión concentrada en surcos, incisión en los cauces de las quebradas, etc. Las macrounidades geomorfológicas en general son cartografiadas en escalas comprendidas entre 1: 25.000 y 1: 100.000.

De Oriente a Occidente en el Municipio de Apartadó se tienen las siguientes Macrounidades geomorfológicas (Anexo 2):

6.1.1 Macrounidad de Vertiente

Comprende el área montañosa de la Serranía de Abibe. Su dirección general es Noreste a Norte-Sur. Su relieve está conformado por vertientes con cimas agudas, rectas, de pendientes de fuertes ($>25^\circ$) a moderadas (15°), aunque localmente escarpadas ($>45^\circ$). Las alturas oscilan entre 200 y 1000 m.s.n.m.

Debido al escaso desarrollo de los suelos, alta precipitación, sumado al peso de la cobertura vegetal, es una zona propensa a deslizamientos como lo hace evidente algunas cicatrices encontradas en las cabeceras de las vertientes. A esto se le suma las practicas inadecuadas que se han llevado a cabo en esta unidad (alta deforestación principalmente), lo cual ha generado procesos de erosión superficial, depósitos de vertiente y cambios en las condiciones hidrológicas

6.1.2 Macrounidad Piedemonte

Ocupa la parte media y baja de la serranía de Abibe hasta el límite con la superficie de los abanicos aluviales, definidos dentro de la geología como sedimentos cuaternarios. La carretera Mutatá-Turbó es una referencia física del límite occidental de esta Macrounidad.

Está constituida por colinas convexas bajas con alturas que oscilan entre 100 y 200 m.s.n.m. y pendientes moderadas (10° - 25°), localmente escarpadas, de formas convexas a rectas con cimas de tope plano (Foto 1)

El uso que se le ha dado a esta macrounidad en pastos para ganadería sumado a la pérdida de cobertura vegetal han favorecido la formación de terracetos, erosión laminar y compactación del suelo. Debido a que estos procesos se ubican en la zona de recarga del acuífero de los abanicos y de la Llanura aluvial, la calidad y reservas del acuífero pueden ser afectadas al cambiar la estructura del suelo y su compactación.

6.1.3 Macrounidad Abanico

Conformada por una serie de abanicos superpuestos lateralmente debido al cambio de pendiente a que se ven sometidos los drenajes con el paso de la macrounidad de Piedemonte a la de Abanico. Se caracteriza por tener excelentes condiciones para el desarrollo agropecuario y por tener un nivel freático alto, con profundidades entre 1 m y 1.5 m. El espesor de esta unidad disminuye progresivamente hacia el Oeste

Por ser dentro de la macrounidad Abanico donde se desarrolla gran parte de la actividad antrópica (cultivos, ganadería, extracción de material aluvial, asentamientos humanos e

infraestructura) en ella se manifiestan como amenazas buena parte de los procesos erosivos que serán descritos en el siguiente capítulo.

6.1.4 Macrounidad Llanura Aluvial

Está ubicada en las llanuras de inundación de los ríos Apartadó-León en el sector Occidental del Municipio, ocupando un área de 687 hectáreas. Está conformada por aportes de sedimentos cuaternarios fluviales. Se caracteriza por ser un relieve plano con poca permeabilidad en sus suelos, los cuales están conformados en su mayoría por limos estratificados con arena, sobre la plataforma de rocas del terciario, en zonas propensas a ser inundadas.

6.2 Procesos morfodinámicos

Los principales procesos erosivos del Municipio están relacionados con la dinámica fluvial de los ríos de la región, sobre las macrounidades de Abanico y Llanura aluvial. Sin embargo en las macrounidades de Piedemonte y Vertiente ocurren procesos por movimientos en masa, los cuales aunque no constituyen una amenaza directa para la población, pueden generar otros efectos como el represamiento de cauces y pérdidas de suelo, que puede desencadenar problemas sobre esta. A continuación se hará una descripción de los procesos erosivos que afectan la zona de estudio.

6.2.1 Movimientos en masa

El término movimiento en masa es genérico para una variedad de procesos mediante los cuales masas de material son movidas, como una sola unidad o en unas pocas unidades discretas, bajo la acción de la gravedad, tanto lento como rápido, de un lugar a otro.

Los deslizamientos son movimientos en masa inclinados, en los cuales el material involucrado (roca, suelo, fragmentos de roca, etc.) se desliza a lo largo de una superficie de debilidad.

En el Municipio este no es un proceso común y su importancia es disminuida por ocurrir dentro de las macrounidades de Piedemonte y Vertiente, áreas que no están densamente habitadas. Este fenómeno además de ser provocado por las condiciones naturales de pendiente, pluviosidad y litología, puede ser incrementado tanto en su frecuencia como en volumen del material desplazado, con el mal uso del suelo en prácticas inadecuadas como la ganadería y la deforestación, en terrenos que por las condiciones arriba citadas y por su escaso desarrollo de suelo son muy vulnerables a este tipo de actividades antrópicas. En el Municipio existen procesos por movimientos en masa al Oriente de la cabecera municipal y en la parte alta de San José de Apartadó, en la cuenca de la quebrada la Sucia. Igualmente sobre la vía a San José existen desplomes de taludes y hundimiento de la banca.

6.2.2 Terracetas

Es un proceso que se está haciendo común en la macrounidad de Piedemonte. El origen de las terracetas está muy relacionado con el pisoteo de los suelos por parte del ganado, lo cual trae como consecuencia la compactación de estos. Son un fenómeno amplio de formación laminar plástica, lenta, favorecida por discontinuidades en la permeabilidad del suelo; se presenta en zonas de alta pendiente, por efecto combinado de la gravedad, aguas de escorrentía y pisoteo del ganado. Afecta materiales homogéneos, poco plásticos, que yacen sobre sustratos de arcillas plásticas, presentándose como una serie de escalones que se interceptan. Estas terracetas, de seguir las actuales condiciones, pueden evolucionar a procesos erosivos de mayor magnitud como cárcavamientos y deslizamientos.

6.2.3 Socavación lateral

La socavación lateral es un fenómeno que está restringido a los márgenes de los ríos, donde ocurren desgarres o pequeños desplomes por la constante degradación de los suelos en la base de los taludes, lo cual los desestabiliza. Se da como respuesta al cambio de dinámica y dirección de los ríos, en la cual, como en los procesos anteriores, los factores antrópicos afectan esta dinámica.

Dentro del casco urbano es un proceso común a lo largo del río Apartadó, el cual provoca la pérdida de suelos y en ocasiones afecta infraestructuras; es el caso de algunos sectores de los barrios Ortiz, Pueblo Quemado y Primero de mayo. No obstante este fenómeno se presenta en gran parte de las cuencas del Municipio, siendo acelerado por la intervención de la vegetación natural cerca de los cauces.

6.2.4 Sabanización

Este es un proceso de origen totalmente antrópico. Consiste en la conversión del bosque natural a potreros, con o sin ganado. Muchas veces después del aprovechamiento de estos terrenos en ganadería o agricultura itinerante, son abandonados temporalmente con lo que se cubren de rastrojo.

Independiente de la morfología y de acuerdo al párrafo anterior, se puede afirmar que el proceso de sabanización se ha dado en todas las Macrounidades geomorfológicas. Sin embargo donde más evidente se hace en la actualidad es en la Macrounidad Llanura Aluvial, cuyos terrenos están siendo usados en ganadería extensiva principalmente. Los terrenos se manejan bajo el concepto de potreros limpios, con lo que se elimina la mayor parte de la vegetación arbórea y arbustiva, sometiendo el suelo a la acción abrasiva del sol, erosiva del viento y al impacto directo de la precipitación sobre el suelo, con la consecuente pérdida de la estructura y materia orgánica de éste (Penca Sábila, 1999).

6.3 Potencialidades y debilidades desde lo geomorfológico

Tabla 8. Marco geomorfológico del municipio de Apartadó

MACROUNIDAD GEOMORFOLOGICA	FORTALEZAS	DEBILIDADES	CONFLICTOS DE USO
VERTIENTE	Recursos paisajísticos y forestales asociados en parte a la geomorfología	Su pendiente sumado a la alta precipitación, la hace propensa a procesos erosivos bajo usos diferentes a la conservación forestal	El aprovechamiento forestal provoca pérdida de suelos, deslizamientos y alta carga de sedimentos en los ríos
PIEDEMORTE	Recursos paisajísticos y forestales asociados en parte a la geomorfología	Su pendiente sumado a la alta precipitación, la hace propensa a procesos erosivos lo que cual restringe los usos potenciales de los suelos	La ganadería y/o cultivos generan procesos como terracetos y deslizamientos planares que pueden desencadenar problemas mayores
ABANICO	Morfología apropiada para asentamientos humanos y de cultivos	Sus bajas pendientes la hacen susceptible a inundaciones.	Los asentamientos humanos y cultivos han generado contaminación de las aguas y suelos
LLANURA ALUVIAL	En sectores su morfología es apropiada para cultivos y/o asentamientos humanos.	Susceptible a inundación. Alta dinámica de los ríos (cambios bruscos en sus cursos en periodos cortos de tiempo)	La ganadería expansiva ha provocado la degradación y pérdida de humedales y zonas inundables, generando áreas de sabanización

7 EVALUACION DE AMENAZAS NATURALES

Se considera amenaza de origen natural a la probabilidad de ocurrencia de un evento o fenómeno, de origen natural, que afecte negativamente, de forma directa o indirecta, la vida, la salud o los bienes de una comunidad.

Por otro lado, la vulnerabilidad que una comunidad tiene frente a un evento de origen natural considerado como amenaza es el grado de exposición de los bienes y las personas que componen dicha comunidad ante tal evento amenazante.

Un desastre ocurre cuando coincide un evento de origen natural o antrópico, o la combinación de ambos, y una situación de vulnerabilidad de una comunidad, que sobrepase la capacidad de ésta para controlar y superar las consecuencias de dicho evento.

Hay que dejar claro que la simple ocurrencia de un fenómeno natural o generado por el hombre no necesariamente originan un desastre; comunidades preparadas, con un amplio conocimiento de su entorno natural y social pueden disminuir sensiblemente los efectos de fenómenos como los que se mencionan en este capítulo.

Los desastres son frecuentemente presentados como hechos naturales, imposibles de manejar en la medida en que tenemos pocas posibilidades de controlar los fenómenos naturales que los desencadenan, como es el caso de los sismos. Sin embargo, aunque esto puede ser cierto en algunos de los casos, es importante aclarar que prevenir no es sólo evitar que éstos ocurran; prevenir es minimizar el impacto que puedan tener sobre nuestro ambiente o comunidad.

Un desastre más que como un hecho físico, debe ser visto como un fenómeno social; como el resultado de un conjunto de acciones humanas que unidas al hecho natural pueden llegar a desencadenarlo. En este sentido podemos afirmar que un desastre es en realidad social más que natural.

Tener claridad conceptual sobre el hecho de que los desastres como tales dependen más de acciones de tipo humano que natural, posibilita emprender acciones positivas de planeación y educación entre muchas otras que contribuyan a su mitigación efectiva.

En forma esquemática puede decirse que el hombre no puede evitar que la tierra tiemble o impedir los ciclos de la naturaleza, pero si se pueden desestimular la urbanización en terrenos inestables o construir edificaciones siguiendo normas sismoresistentes. Igualmente se pueden estimular prácticas agrícolas que no deterioren tanto el Medio Ambiente, para de esta manera disminuir la erosión de suelos, los movimientos en masa, las inundaciones o las sequías.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

Por ello el conocimiento de la amenaza, sus factores y agentes son análisis que deben incluirse en la labor de diagnóstico en la evaluación del territorio, y en la etapa prospectiva, diseñar escenarios que permitan enfrentarlas, ya sea a través de labores de prevención, mitigación de su impacto o acciones para revertir los efectos.

Existen numerosas formas de clasificar las amenazas dependiendo de las características propias de los territorios, pero de manera general se pueden mencionar las amenazas geológicas, como los volcanes y los sismos; las hidrometeorológicas, como las inundaciones, las sequías y vendavales; las geomorfológicas como la erosión y la remoción en masa, y otras que contribuyen a la degradación del ecosistema natural como los incendios forestales, la desecación de lagunas y pantanos, la sabanización y la contaminación del aire.

Una misma amenaza puede afectar varias macrounidades, pero la vulnerabilidad en cada una de estas unidades puede variar, dependiendo de factores como la pendiente, cobertura vegetal, ubicación y calidad de las infraestructuras, profundidad del nivel freático, tipo de suelos y/o rocas, entre otros factores. La siguiente tabla es una síntesis de los principales eventos ocurridos a través del tiempo como consecuencia de fenómenos naturales.

Tabla 9. Recopilación histórica de fenómenos naturales que han afectado el municipio de Apartadó

EVENTO	Causa/Barrios Afectados	FECHA Mes/Día/Año	Vidas perdidas	Damnificados
Avenida torrencial	Río Apartadó	4/28/67	10	1000
Tempestad		8/12/73	0	0
Inundación	Río Apartadó	10/10/75	0	0
Inundación	Río Apartadó/ B. Velez			
Sismo		8/30/77	1	0
Inundación	Río Apartadó/ Alf. López	7/23/79	3	100
Tempestad		7/1/80	0	0
Deslizamiento		5/11/81	0	0
Deslizamiento	B. Alfonso López	5/13/81	0	0
Inundación	Río Apartadó	3/3/82	0	1500
Sismo		10/18/92	0	0

Fuente:INGEOMINAS, 1993

El presente análisis de amenazas se realiza a un nivel general a partir de la identificación y análisis de la información disponible y de los estudios temáticos realizados dentro de la labor de Ordenamiento territorial. No se pretende sustituir los métodos detallados que estudian problemáticas locales sino más bien, producir una aproximación para la identificación de sectores del territorio potencialmente inestables o degradados que representan serias limitaciones para la actividad y la salud humana, para que

posteriormente si las necesidades lo justifican y los recursos y la logística lo permiten, sean el punto de partida para tomar medidas preventivas y elaborar estudios detallados.

7.1 Amenazas geológicas

Se considera amenaza de origen geológico a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno o evento de tipo geológico que pueda afectar negativamente un área determinada. Para el caso del Urabá las amenazas de origen geológico son la amenaza sísmica y la amenaza por vulcanismo de lodo, esta última hasta el momento sólo se ha presentado dentro del municipio de Turbo.

7.1.1 Amenaza Sísmica

La amenaza sísmica está dada por la probabilidad de que un sismo de cierta magnitud ocurra en una zona en un periodo futuro. Dentro de las amenazas geológicas, la sísmica se constituye en el fenómeno más aleatorio, ya que es imposible de evitar, así como de predecir. No obstante en la actualidad pueden controlarse hasta cierto punto los efectos de los sismos, conociendo el tipo de sismo máximo que puede presentarse en una región determinada y de acuerdo a esto, desestimulando las construcciones en el área, reforzando las estructuras ya existentes o construyendo bajo las normas requeridas

Debido a que las principales causantes de los sismos son las fallas, las cuales son estructuras de cientos de kilómetros y en ocasiones del orden de miles, estas pueden afectar grandes regiones que obviamente superan el contexto municipal. Es por esto que para este análisis toda la región de Urabá tiene características similares. En este orden de ideas, el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia, publicado en 1996 por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, ha enmarcado a todos los Municipios del eje central dentro de una zona de amenaza sísmica alta (Figura 2)

Esta clasificación se debe a que el Noroccidente colombiano se encuentra en una zona de alta actividad sísmica bajo la influencia de varias sismofuentes (volúmenes de la corteza terrestre con alta actividad sísmica). A continuación se enumeran algunos de los movimientos telúricos ocurridos a través del tiempo en el Noroccidente de Antioquia y Norte de Chocó.

Tabla 10. Recopilación de sismos con epicentro en el NW de Antioquia y norte de Chocó

MUNICIPIO	COORDENADAS EPICENTRO	FECHA/(magnitud si se conoce)
Turbo	N 8,5° W 76.2°	Sep.7/1882
Urrao	N 6,4° W 76,4°	Dic. 1/1903
Mutatá (Pavarandocito)	N 7,5° W 76,4°	Feb. 14/1952 M=6.2.
Dabeiba	N 7,0° W 76,0°	Dic. 12/1957
Frontino	N 6,7° W 76,5°	Feb. 26/1959
Dabeiba	N 7,0° W 76,5°	Enero 1/1960
Chigorodó	N 7,7° W 76,7°	Marzo 29/1966
Urrao	N 6,5° W 76,4°	Abril 8/1970
Urrao	N 6,2° W 76.1°	Agosto 2/1970
Murindó		Octubre 17,18/1992 M=6.7 y 7.3

Modificado de Ramírez (1975)

Algunos de estos sismos se relacionan con sismofuentes reconocidas en la región. Otros pueden ser debidos a fallas locales no identificadas. Algunas sismofuentes reconocidas en el área de influencia del Noroccidente de Antioquia son las siguientes:

7.1.1.1 Sismofuente de Murindó

Está ubicada dentro del Municipio de Murindó, en los alrededores de los límites Antioquia-Chocó. En la actualidad es un área de alta actividad sísmica, responsable de los sismos del 17 y 18 de octubre de 1992, con magnitudes 6.7 y 7.3 en la escala Richter a una profundidad de 10 Km. La liberación de esfuerzos en esta sismofuente es producida por las fallas Murrí-Mutatá y Murindó. Los sismos producidos son superficiales, lo cual no permite una gran atenuación de la onda sísmica antes de alcanzar la superficie de la corteza, por lo que son sentidos con gran intensidad dentro del área de influencia.

7.1.1.2 Sismofuente de Frontino

Está ubicada al Norte del municipio del mismo nombre. Sus características son similares a la simofuente de Murindó, por lo que algunos autores la consideran una misma sismofuente. La poca profundidad de los eventos generados en estas dos sismofuentes, hacen sus zonas de influencia de alta amenaza sísmica (Estrada, 1998)

7.1.1.3 Sismofuente del Darien

Esta sismofuente se localiza en el área de la frontera colombo-panameña, entre 6 a 7° norte y 78 a 83° oeste. Se caracteriza por una fuerte sismicidad que se interpreta como la consecuencia del cabalgamiento de la microplaca Panamá sobre el bloque Andino (Figura 1) (Estrada, 1998).

7.1.1.4 Sismofuente zona de subducción

Esta sismofuente se localiza al Occidente de Colombia y es ocasionada por la liberación de tensiones consecuencia del doblamiento de la placa Nazca al subducir por debajo de Suramérica. Esta sismofuente se ha dividido en los segmentos norte, central y sur. El segmento norte se encuentra entre 6,5 y 8 de latitud norte, es decir dentro del área de influencia de este estudio.

Aunque la información que se tiene de esta sismofuente es escasa, se conoce que los sismos poseen magnitudes pequeñas con profundidades alrededor de 30 Km (Estrada, 1998).

En el país existen otras sismofuentes de importancia como la del Nido de Bucaramanga, Piedemonte Llanero y Viejo Caldas. Sin embargo por su distancia a la zona de estudio sus efectos sólo serían sentidos en eventos con magnitudes muy altas (Figura 3)

Además de las sismofuentes arriba citadas, dentro del municipio de Apartadó existen fallas locales cuyos efectos pueden afectar igualmente al Municipio y a la región de Urabá si poseen activad. Es el caso de las fallas Apartadó y San José, las cuales de acuerdo a las características citadas en el parágrafo de rasgos estructurales pueden poseer actividad reciente.

La vulnerabilidad a un evento sísmico; es el grado de exposición o fragilidad que tiene un ecosistema o infraestructura a la aceleración producida por un movimiento. Por ejemplo la vulnerabilidad puede estar dada por el tipo de suelo en que está asentada una estructura, debido a que el comportamiento de los suelos ante los sismos varia de acuerdo a su composición, textura, plasticidad, granulometria, altura del nivel freático, etc., por lo que

existen suelos (o infraestructuras asentadas sobre estos) más vulnerables que otros a los efectos sísmicos.

En este orden de ideas la vulnerabilidad al fenómeno de licuación se presenta en suelos saturados por el nivel freático y conformados por material tamaño arena o en llenos realizados con baja compactación. El fenómeno tiene repercusión sobre los suelos encontrados en los primeros 15 metros a partir de la superficie. Este tipo de suelos saturados, bajo el efecto de la aceleración producida por un evento sísmico pierden su cohesión y por esta razón las estructuras que están asentadas sobre ellos pierden su soporte. Debido al origen aluvial de los suelos sobre los que se encuentran los asentamientos humanos del municipio de Apartadó, existen suelos arenosos en sectores de algunos de estos asentamientos, los cuales dependiendo de su espesor, profundidad y material suprayacente son susceptibles de ser licuables. Durante el sismo de octubre de 1992 con epicentro en Murindó este fenómeno se presentó en los barrios La Chinita, La Paz, Primero de mayo y en los alrededores de la empresa Corrugados del Darién.

Debido a estos antecedentes de licuación, es necesario que se realicen estudios de suelos para determinar cuáles son los suelos propensos a verse afectados por este fenómeno en las condiciones generadas por el sismo máximo previsible para la zona en un radio de 200 kilómetros. Este análisis requiere la información de perforaciones de 15 a 16 metros de profundidad en los sitios que se consideren más susceptibles a la licuación (lugares con antecedente por este fenómeno, márgenes del río), para de esta manera definir los estratos en profundidad. Debido a que este tipo de estudios son costosos y es posible que no se puedan realizar a corto plazo, como una medida temporal todas la infraestructura que se proyecte construir en material en estas zonas deben realizar estudios de suelos (normas ASTM) previamente, para de esta forma determinar su capacidad portante y comportamiento ante los movimientos sísmicos (condiciones estáticas y dinámicas).

7.2 Amenazas de origen geomorfológico

Se consideran amenazas de origen geomorfológico a la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de movimientos en masa (deslizamientos) y erosión.

7.2.1 Amenaza por movimientos en masa

Como se ha mencionado anteriormente este tipo de amenaza se presenta en las macrounidades de Vertiente y Piedemonte como consecuencia de la pérdida de cobertura vegetal y pastoreo sumado a unas condiciones naturales de altas precipitaciones y altas pendientes locales, en un sustrato rocoso sedimentario estratificado. Este tipo de amenazas puede atenuarse incrementando la cobertura vegetal dentro de las cuencas.

7.3 Amenazas hidrometeorológicas

7.3.1 Amenazas por inundación

Esta es una amenaza que afecta con periodicidad las macrounidades de Abanico y Llanura aluvial. Las zonas amenazadas dependen de la intensidad y duración de las lluvias, siendo las más vulnerables las que se encuentran en pendientes menores, cerca de los márgenes de los ríos y quebradas, en cambios de dirección de los cauces y en proximidad a estructuras hidráulicas insuficientes. Sin embargo hay varios factores que bajo condiciones de precipitación son determinantes para favorecer las inundaciones, cuyo origen es principalmente antrópico. Algunos de ellos son deforestación en las cabeceras, extracción incontrolada de material de los cauces, infraestructuras como canales y desviación de la corriente con fines agrícolas, depositación de basuras y desechos orgánicos, entre otros.

En el casco urbano, las áreas aledañas a la parte baja de la cuenca del río Apartadó y el asentamiento de Vijagual son los mayores afectados por esta amenaza, la cual ha existido con anterioridad a la intervención antrópica sobre la cuenca. Sin embargo algunos de los factores que han influido por parte del hombre para provocar un cambio en la dinámica del río son los siguientes:

-La cobertura vegetal en la parte alta de la cuenca cumple entre otras las funciones de permitir la llegada de las aguas de escorrentía producidas en épocas de lluvia en un lapso de tiempo mayor que en caso de no existir dicha cobertura. Adicionalmente retiene sedimentos y agroquímicos que de otra manera llegan directamente a las vertientes. Por lo tanto la degradación del recurso forestal en la parte alta de la cuenca del río Apartadó, hace que la llegada de las aguas lluvias al río ocurra en un lapso corto de tiempo y que haya una gran disponibilidad de sedimentos para ser arrastrados.

-El cambio de los cursos de los ríos o la mala utilización de sus márgenes, la mayor parte de las ocasiones realizado en función de los cultivos, produce cambios en la dinámica de las corrientes que de no haberse realizado un estudio con anterioridad son impredecibles. Este caso ocurrió aguas abajo del corregimiento de Churidó y entre los asentamientos de Vijagual y Naranjales.

A nivel más local la depositación continua de basuras y aguas negras en el cauce y márgenes del río y la extracción de material aluvial puede producir cambios en el curso, socavación de los márgenes, aumento de la carga de sedimentos e incapacidad hidráulica de las estructuras, las cuales aunque no son la causa de las inundaciones, son factores que pueden influir en estas.

Debido a que este tipo de problemática es regional y sobrepasa los límites municipales, requiere de manejos integrales en los que la comunidad tenga participación activa en

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

programas de recuperación de las cuencas (reciclaje, reforestación, etc.), obviamente con el apoyo de las administraciones locales.

El drenaje en el área urbana de Apartadó es moderado, el relieve es plano y convexo y las pendientes dominantes son del 0 al 3.5%. Escasean los buenos sistemas de drenaje artificial y la destrucción de los naturales existentes debido a los procesos de urbanización. Debido a estas características son frecuentes los fenómenos de empozamiento de aguas.

Se presentan asentamientos subnormales en sectores no aptos para la vivienda como en las márgenes del río Grande presentándose fuertes evidencias de erosión lateral de los taludes del río, agravado por la presencia de cultivos agroindustriales y disposición de basuras que afectan la capacidad hidráulica del río. Se presentan también invasión de los espacios de predominante vocación agrícola tapando así los canales de evacuación de los excesos de agua en la zona produciendo empozamientos que afectan a la población.

Se presenta amenaza por empozamiento de agua localizada en sectores donde el terreno presenta micro relieves plano-cóncavos, en drenajes desecados por la actividad antrópica.

En el sector de Vijagual, durante el período húmedo se presentan desbordamientos del río con el mismo nombre, debido a la construcción de un canal que desvió el cauce natural del río activando las inundaciones en esta zona.

Dichas inundaciones se deben en parte a la localización de bananeras aguas arriba del río, la cual aporta un numeroso caudal de aguas residuales al cauce, por su parte se desarrolla la ganadería aguas abajo en la llanura de inundación del río León en donde para tomar tierra para pastoreo se realiza un proceso de secado de las tierras con características altas de humedad cerrando los canales naturales que inundan el terreno presentándose así una saturación de los canales principales actuando de esta forma como una especie de presa que inunda el sector intermedio.

La siguiente tabla es una síntesis de las principales amenazas naturales que afectan el municipio de Apartadó junto con el área que ocupa cada una de estas macrounidades geomorfológicas dentro del Municipio

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

Tabla 11. Amenazas por macrounidad geomorfológica en Apartadó

MACROUNIDAD AFECTADA	AREA ZONA CENTRO DE URABA (Has.)	ÁREA MUNICIPAL (Ha)	AREA ZONA CENTRO DE URABA (%)	ÁREA MUNICIPAL (%)	AMENAZAS
Vertientes (montañas)	223051.0	35286.9	38.2	58.2	Movimientos en masa, sismos.
Piedemonte (colinas)	67896.9	7820.5	11.6	12.9	Movimientos en masa, sismos.
Abanicos aluviales	100732.6	16822.7	17.3	27.8	Inundaciones, vendavales, sismos.
Llanuras aluviales	172686.3	6872	29.6	1.13	Inundaciones, vendavales, sismos.
Complejo costero	19409.6		3.3		
Total	583776.4	66802.1	100.0	100.0	

Tabla 12. Amenazas por macrounidad geomorfológica

MACROUNIDAD AFECTADA	ÁREA MUNICIPAL (Ha)	ÁREA MUNICIPAL (%)	AMENAZAS
Vertiente (montañas)	8671.2	26.5	Movimientos en masa, sismos.
Piedemonte (colinas)	5576.3	17.0	Movimientos en masa, sismos.
Abanico	7978.8	24.3	Inundaciones, vendavales, sismos.
Llanuras aluviales	10506.9	32.0	Inundaciones, vendavales, sismos.
Complejo costero			
Total	32733.2	100.0	

8 ZONIFICACION DEL SUELO URBANO

En este capítulo se hace una zonificación de la cabecera urbana del Municipio de Apartadó, delimitando las zonas con amenaza por inundación, zonas con amenaza por estabilidad, zonas estables, zonas de futura expansión y zonas con antecedentes por licuación de suelos (ver anexo con zonificación del suelo urbano)

8.1 Zonas inundables

Las inundaciones son una amenaza constante que se repite periódicamente dentro del casco urbano del Municipio de Apartadó. De acuerdo a la frecuencia e intensidad de las inundaciones, de una forma cualitativa las amenazas por inundación se han dividido en zonas altamente inundables y zonas moderadamente inundables.

Para conocer de una manera más detallada la interacción de caudales-inundaciones es necesario realizar un estudio hidrológico donde se tengan en cuenta precipitaciones diarias, caudales y su relación con las inundaciones.

8.1.1 Zonas Altamente Inundables (ZAI)

Son sectores que están expuestos a inundaciones periódicas con tiempos de recurrencia cortos (<5 años), ubicados dentro de la llanura de inundación del río Apartadó y que no respetan los márgenes de retiro de mínimo 30 metros establecidos por ley. La gran mayoría están ubicados aguas arriba del puente de la vía Apartadó-Turbo; sin embargo esta condición puede variar dada la dinámica e inmadurez del Río.

El Municipio deberá establecer lineamientos claros de uso en los sectores aledaños al río (por ejemplo en usos recreativos: parques, canchas, bosques) y en ningún caso permitir la construcción de infraestructura para vivienda o servicios para la comunidad. Algunas casas de los barrios más afectados deben ser reubicados a corto y mediano plazo.

De Occidente a Oriente las zonas altamente inundables son:

-Sector Sur Barrio Vélez: Se encuentra 50 metros aguas abajo a partir del puente de la vía Apartadó-Turbo. El sector inundable tiene una amplitud aproximada de 10 metros a partir del margen derecho aguas abajo en condiciones normales del río Apartadó. En esta área debe continuar evitándose la construcción de viviendas.

-Barrios La Esmeralda-La Esperanza: Ubicados al occidente y oriente del barrio Las Playas respectivamente, sobre el margen izquierdo del río. Los sectores altamente inundables

están en tramos en que el río cambia su dirección y que están inmediatamente adjuntos al margen.

-Sector Sur de los Barrios Pardo Leal-San Tropel: Localizados en el margen derecho del río Apartadó, en terrenos planos que corresponden a meandros abandonados y orillares bajos.

8.1.2 Zonas Moderadamente Inundables (ZMI)

Está conformada por los terrenos adjuntos a la Llanura de inundación, en transición hacia la macrounidad de Abanico. Sólo es inundable con precipitaciones altas y prolongadas que permitan el desarrollo de caudales muy altos. El manejo más adecuado para estas zonas es de restricción para nuevas viviendas acompañada de planes de contingencia y reubicación a largo plazo para los habitantes de estos sectores. Dentro de esta zona de Occidente a Oriente se encuentran los siguientes barrios:

-Barrio Pueblo Quemado: Ubicado en el extremo occidental del casco urbano, sobre el margen izquierdo del río Apartadó. Debido a que en este sector el talud tiene una altura superior a 4 metros las inundaciones son esporádicas con periodos de recurrencia superiores a 10 años.

-Sector Sur Barrio Vélez: Este sector está en el margen derecho del río, entre las carreras 105A-106. Adicionalmente está afectado por socavación lateral.

-Barrio Los Fundadores-La Esperanza-Las Playas-La Cadena-Pueblo Nuevo: Estos barrios ubicados sobre el margen izquierdo aguas abajo del río Apartadó, en la parte centro oriental del área urbana, no son en su totalidad inundables sino en algunos sectores con crecientes muy altas del río. (Ver mapa). Es un terreno cuyo nivel está en transición en altura entre la terraza del Abanico de Apartadó y la llanura de inundación y que posee meandros abandonados.

-Sector Sur Barrios San Fernando-Pardo Leal: Este tramo se encuentra en el margen derecho del Río aguas abajo, en terrenos de orillar alto del río, los cuales pueden verse afectados por eventos excepcionales de crecientes, con recurrencia baja.

8.2 Zonas con amenaza por inestabilidad (z.i)

Esta es una amenaza común a lo largo del río Apartadó y una de las que más pérdida y/o deterioro de infraestructuras ha ocasionado. Se produce por el proceso de socavación lateral en algunos de los taludes del río y es consecuencia del efecto erosivo del agua sobre la base o pata de los taludes, por lo que estos se desestabilizan y se desploman. Es un proceso natural generado por la dinámica de los ríos en su variación del curso, pero que tienen una

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

alta influencia antrópica con la construcción de infraestructura como muros, espolones y salida de desagües sobre las márgenes. De Occidente a Oriente algunos de los sectores afectados son los siguientes:

-Barrio Pueblo Quemado: Ha sido un proceso común en este barrio, el cual se ha atenuado con la construcción de un muro en gavión hace aproximadamente 3 años.

-Barrio Ortiz-Barrio Vélez: En este sector existen puntos críticos con amenaza por inestabilidad. 100 y 200 metros Aguas arriba y abajo respectivamente del puente del Barrio Ortiz sobre el margen izquierdo del Río, existen árboles inclinados y material desplazado por socavación. Sin embargo aguas abajo del puente existe un sendero con vegetación, el cual no pone en riesgo ninguna infraestructura. Este tipo de usos del suelo es ideal en sectores con este tipo de amenaza.

Entre las carreras 109 a 104, ubicadas aguas arriba y abajo del puente peatonal, se han construido varias infraestructuras de protección de los taludes que han sido deterioradas paulatinamente por el río o que han trasladado los problemas de socavación. Uno de los puntos con mayor amenaza está al final de la carrera 109, sobre el margen izquierdo aguas abajo del Río. En este sector varias obras de protección (gaviones) que se han construido han sido arrastradas por la corriente en épocas de creciente, las raíces de los árboles están siendo “destapadas” y parte de la vegetación y suelo han sido removidos. La inestabilidad, humedad y desprendimiento del suelo es aumentada por un tubo recolector de agua que vierte sobre el talud.

-Puente Carrera 100: Los problemas de inestabilidad en este sector se presentan sobre el margen izquierdo del Río, aproximadamente 150 metros aguas arriba a partir del puente de la carretera Apartadó-Turbo. Esta área se hace más vulnerable por la altura del talud, que es superior a 5 metros. En este sector el socavamiento lateral destruyó un puente en concreto.

-Barrio Primero de Mayo-Alfonso López: En este sector ubicado en el margen derecho del Río, existen varios puntos con inestabilidad en los taludes por socavación lateral (Ver mapa). En el barrio Alfonso López, entre las carreras 68 y 71, existe un curva de meandro que socavó fuertemente los taludes alrededor del año 1983, afectando 35 viviendas(INGEOMINAS, 1993). El problema que aún persiste aunque en menor magnitud, ha sido mitigado con la construcción de muros en gavión.

Algunos de los problemas por socavación lateral pueden ser manejados a través de obras de infraestructura (enlanchados, muros, costales con arena, entre otros) como se ha realizado en Apartadó. No obstante estas infraestructuras en una zona densamente pobladas la mayor parte de las veces trasladan el problema aguas abajo; por lo tanto su construcción debe prever este tipo de situaciones en un río que como el Apartadó cambia constantemente su curso.

8.3 Zona con amenaza por licuación (zal)

La carencia de estudios de suelos en el casco urbano del Municipio de Apartadó hace que la caracterización de esta amenaza sea más una propuesta de trabajo. De cualquier manera los antecedentes de licuación de suelos producto del sismo de 1992 con epicentro en Murindó en los barrios la Chinita, la Paz y en los alrededores de Corrugados del Darién, destacan la necesidad de determinar otras zonas propensas a sufrir licuación bajo determinados rangos de intensidad en el Municipio, para de esta manera restringir las zonas de expansión y dar un uso adecuado al suelo. Como se anotó con anterioridad para lograr este propósito, se requieren perforaciones de 15 a 16 metros de profundidad en las que se determinen la composición y espesor de los materiales que componen el sustrato.

Por otro lado e independientemente de que se encuentren sobre suelos propensos a licuación, todas las estructuras en material deben dar cumplimiento a las normas del código colombiano de construcciones sismo resistentes para zonas con amenaza sísmica alta (NSR-98, decreto 33 de 1998). De lo contrario pueden ocurrir daños estructurales (colapsamientos, grietas, caídas de muros) como los presentados en 1992 en los barrios Policarpa, la iglesia del barrio Vélez, el edificio de Conavi, el edificio las Americas, entre otros.

8.4 Zonas estables (z.e.)

Se caracterizan por ser áreas que poseen condiciones naturales apropiadas para la construcción de vivienda y obras de infraestructura, ya que no presentan ningún tipo de amenaza de origen natural o antrópico, a excepción de la amenaza sísmica a la que se encuentra sometida todo el Municipio y de posibles suelos licuables (Ubicación en el mapa)

8.5 Zonas de expansión (z.ex)

El crecimiento del Municipio hacia la parte Occidental ha generado un conflicto de uso del suelo entre las zonas de expansión y el uso agrícola que existe en este sector. Uno de los casos más representativos en este sentido es el de la finca los Almendros.

Las zonas de expansión ubicadas en el mapa anexo están Localizadas al Sur y Suroeste del casco urbano. Como en las zonas estables, las áreas definidas como zonas de expansión requieren estudios de suelos detallados para determinar su posible comportamiento ante eventos sísmicos, máxime si se tiene en cuenta que algunos de estos suelos tienen un alto nivel freático y están sobre llenos (Caso al Occidente del edificio de COOMEVA). Igualmente estos sectores requieren de sistemas de alcantarillado que impidan el estancamiento de aguas lluvias.

8.6 Comité local de emergencias

En el Municipio de Apartadó existe actualmente un comité local de emergencias en funcionamiento, el cual es coordinado por la secretaria de tránsito. Con la siguiente lectura se pretende dar pautas y criterios generales para que el Municipio entre a mejorar y diseñar sus propios planes de emergencia, adecuados a sus realidades y posibilidades particulares. El Plan de prevención y atención de emergencias debe basarse en una visión estratégica de garantizar la supervivencia, desarrollo e incremento de las ventajas comparativas del municipio en el marco regional y nacional. Garantizar el derecho a la vida y a un medio ambiente sano son mandatos constitucionales que deben ser asumidos con responsabilidad por autoridades y ciudadanos en su más amplio sentido. La prevención de desastres es uno de los mecanismos que nos permite acercarnos al principio consignado en la carta política de la nación.

En su sentido más amplio, es necesario entender que los desastres están estrechamente relacionados con los procesos de degradación ambiental; los acelerados cambios económicos y demográficos de los tiempos modernos, han modificado de forma significativa los balances naturales entre ecosistemas, incrementando las amenazas para la población.

Los desastres pueden ser súbitos o lentos, dependiendo del tipo de fenómeno natural involucrado y pueden llegar a destruir la infraestructura industria, comercial y habitacional e incluso perturbar de manera grave la base productiva de una región o de la nación entera. Los efectos de los desastres pueden medirse en términos de los daños directamente asignables al proceso, como número de edificaciones colapsadas por una sacudida sísmica, o efectos de largo plazo como podrían ser las perturbaciones en la estructura productiva y la pérdida o disminución de recursos.

Como un ejemplo que ilustra lo anterior puede mencionarse la falta, contaminación o disminución del agua en una región debido a la acción combinada de fenómenos como la extrema pobreza, la deforestación, erosión y formas ineficientes de tenencia de la tierra entre muchas otras.

Hay una relación directa entre la degradación ambiental y el aumento de la vulnerabilidad social y económica a los desastres: algunos de los desastres desencadenados por situaciones naturales pueden estar relacionados o se ven agudizados por procesos degradativos del medio ambiente. El crecimiento desordenado de núcleos urbanos y la ocupación de terrenos no aptos para construcción aumentan fuertemente la vulnerabilidad a fenómenos muy comunes en nuestro territorio como sismos, inundaciones y movimientos en masa.

Un desastre puede dar origen a otro, como resultado del debilitamiento de los sistemas naturales afectados por la acción humana; el sismo de Murindó en 1992 ilustra bien este

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

hecho. La sacudida sísmica generó un gran número de movimientos en masa que se precipitaron a las corrientes afluentes del río Murindó, dando paso a un flujo de lodo de grandes proporciones que afectó poblados, cultivos y que en sectores cambió la dirección del curso del río.

Un Plan de prevención y atención de emergencias es un conjunto de estrategias anticipadas elaboradas por una comunidad con el propósito de reducir al mínimo las posibilidades de ser afectados de manera grave por un hecho natural o no natural que tiene alguna probabilidad de ocurrencia en un periodo de tiempo determinado. Este tipo de planes incluyen políticas y programas encaminados a mitigar los efectos no deseados de procesos que representan amenaza para la población, la infraestructura y la base productiva.

El objetivo general de un plan municipal de prevención y atención de desastres es el de generar capacidades operativas, condiciones y procedimientos que le permitan a la comunidad y sus autoridades prevenir la ocurrencia de fenómenos amenazantes, prepararse para enfrentar las consecuencias de los no previsibles y disminuir la vulnerabilidad a éstos. Como objetivos específicos se tienen entre otros los siguientes:

- Identificar las amenazas potenciales a que se encuentra sometida la localidad, evaluar el grado de vulnerabilidad y definir el nivel de riesgo que se está dispuesto a aceptar en función de las particularidades sociales y económicas del municipio.
- Identificar y poner en práctica un proceso de planificación en prevención, mitigación, preparación, atención y recuperación en caso de desastre o emergencia.
- Diseñar y poner en operación una adecuada estructura organizativa, ligada con las autoridades regionales y nacionales para actuar en el caso de una emergencia.
- Elaborar y actualizar inventarios de recursos humanos, físicos, técnicos y financieros para la atención de emergencias.
- Establecer procedimientos normalizados de actuación, coordinación y evacuación.
- Generar procesos de educación ambiental para involucrar a las comunidades y autoridades para el desarrollo de una verdadera cultura de la prevención.

El Plan de prevención y atención de desastres puede ser el resultado de la integración de los siguientes planes:

- Plan de prevención, en el que se establecen todas las acciones y procedimientos durante los tiempos de "tranquilidad", en que aún no se ha presentado la emergencia.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

-Plan de Atención, en el que se establecen las estructuras organizativas, los procedimientos y protocolos de actuación de las autoridades y la comunidad durante la ocurrencia de la emergencia.

-Plan de Recuperación, en el que se diseñan las estrategias para enfrentar la reconstrucción rehabilitación y regreso a la normalidad después de la ocurrencia de un desastre.

9 BIBLIOGRAFIA

ARIAS, A. D. Informe sobre zonas de desastres región de Urabá. Medellín: CORPOURABA, 1987.

ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA. Estudio general de amenaza sísmica de Colombia. Santafé de Bogotá. 1996.

CAMARGO, G. A. Algunos rasgos estructurales del cinturón del Sinú. VI Congreso colombiano de petróleo, Mem: 219-277. Santafé de Bogotá.

CENTRO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES Y DE INGENIERIA. Cartografía sistemática del medio natural en la cuenca del río Chigorodó. Medellín: Universidad de Antioquia, 1997. P 56-98.

CORPOURABA. Geología y geotécnia de los proyectos Chigorodó, Apartadó y Currulao. 1987. 44p.

ESTRADA, B. E. Estudios de caracterización de una sismofuente en función de su importancia para la ciudad de Medellín. Medellín, 1998, 139p. Trabajo de grado (Ingeniería Geológica). Universidad Nacional. Facultad de Minas.

GAONA, N. y NARANJO, J. Geología y geotécnia en sitios de interés del proyecto de aprovechamiento múltiple río Chigorodó. Medellín, 1988, 174p. Trabajo de grado (Ingeniería de Geología). Universidad Nacional. Facultad de Minas.

INSTITUTO DE ESTUDIOS REGIONALES. Plan de desarrollo de Urabá con énfasis en lo ambiental. Medellín: Universidad de Antioquia. 1994.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Estudio General de suelos de la región del Darién. Santafé de Bogotá, 1980. 654p.

INGEOMINAS. Evaluación de amenazas geológicas en el municipio de Apartadó. Medellín: INGEOMINAS, 1993. 27p

_____. Evaluación del agua subterránea en la región de Urabá, Departamento de Antioquia. Santafé de Bogotá, 1995, 288p.

_____. Mapa geológico de Antioquia escala 1: 400.000

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIO DE APARTADO
DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

Medellín: INGEOMINAS, 1996.

_____. Página de la red global, www.ingegomin.gov.co.

ORTIZ, F. Geología de los depósitos minerales metálicos. Medellín: Universidad Nacional, 1992. P 1-6

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS. Proyecto Darién: Estudio para la orientación del desarrollo integral de la región del Darién colombiano, Medellín, 1978. 171p.

RAMIREZ, J. E. Historia de los terremotos en Colombia. Santafé de Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1975.

USGS. Página de la red global, wwwneic.cr.usgs.gov