

## **2. COMPONENTE FISICBIOTICO**

### **2.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

Existe una gran debilidad en el momento de analizar el comportamiento climatológico del municipio como sucede con la mayoría de las regiones del país debido a la carencia de información ya que generalmente solo existe una estación por municipio y esto no es suficiente para un análisis detallado pues la diversidad morfológica de la zona andina da lugar a variedad de climas y microclimas.

En el territorio de Betulia no existe estación pluviométrica del IDEAM, además las estaciones localizadas en municipios adyacentes se encuentran muy alejadas y en condiciones topográficas diferentes. Debido a la carencia de información estadística y del IDEAM, se toma como referencia para definir las condiciones climáticas del municipio la información contenida en el Atlas Ambiental de Santander el cual presenta la zonificación climática del departamento.

Con los datos del Atlas ambiental de la Gobernación de Santander y por los datos extractados del IDEAM<sup>1</sup>, donde relaciona temperatura y alturas, se determinó que el Municipio presenta las siguientes unidades climáticas. Ver Mapa Climático.

- √ Clima cálido: Se presenta al nor. occidente y parte central del municipio por debajo de la cota de los 1000 msnm. La temperatura supera los 24°C.

---

<sup>1</sup> IDEAM, Área operativa N°8. Estudios de la temperatura para el departamento de Santander.

## ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BETULIA

- √ Clima Templado: Se encuentra a la parte sur-occidental y nor.-oriental del municipio entre la cotas de los 800 y 1800 msnm y temperaturas entre 24 y 22°C.
- √ Clima Frío: Se encuentra localizada en la parte sur-oriental entre las cotas 1800 y 2200 msnm con temperatura promedio de 18°C, abarca parte de la vereda centro.

### **2.2 ZONAS DE VIDA**

Las zonas de vida son unidades bioclimáticas, definidas según la metodología propuesta por Holdridge en 1978. Se determinan teniendo como base la precipitación y temperatura promedio. Esta zonificación es una herramienta importante para evaluar el uso potencial de suelo de tal forma que se pueda prevenir su degradación. De acuerdo a esta metodología y las características del territorio se tiene que existen 7 zonas de vida. Ver mapa de Zona de Vida

- **Bosque húmedo tropical (Bh -T):** Esta zona presenta valores de altitud entre 200 y 1000 msnm, temperatura mayor a 24.°C y condiciones de pluviosidad entre 2000 y 4000 mm/año. Se localiza en el occidente del municipio en casi la totalidad de las veredas La Putana y Sogamoso, excepto un sector localizado en el límite de estas que corresponde a la zona de vida “Bosque muy húmedo premontano”. Esta superficie posee una extensión de 175.7 Km<sup>2</sup>, los cuales representan el 42.51% del área total.
- **Bosque seco tropical (Bs – T):** Esta categoría se encuentra entre los 200 y 1000 msnm, temperatura mayores a 24 °C, condiciones de pluviosidad entre 1000 y 2000 mm/año y ocupa una superficie de 64 Km<sup>2</sup> correspondiente al 15.49% del total de Betulia. Se localiza en las veredas San Mateo, el oeste de Peña Morada y San Bernardo, norte y nororiente de las veredas El Placer y Balzora.

## ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BETULIA

- **Bosque muy seco tropical (Bms – T):** Esta zona de vida presenta altitudes entre los 0 msnm y los 1000 msnm, temperaturas mayores a 24 °C, y condiciones de pluviosidad con un rango de 500 a 1000 mm/año. Esta zona se localiza en el oriente del municipio, en el sector correspondiente a sureste de Balzora, el sector periférico de Chimitá y el oriente de Unión del Norte, cubre una superficie de 25.5 Km<sup>2</sup>, equivalente al 6.17% del territorio municipal.
  
- **Bosque muy húmedo premontano (Bmh – PM):** Presenta altitudes que van de los 800 msnm a los 1800 msnm, temperaturas entre 18 y 24 °C y condiciones de pluviosidad entre los 2000 mm/año y 4000 mm/año. Esta zona cubre una superficie de 46.2 Km<sup>2</sup> equivalentes a 11.18% del área total. Como se mencionó en la primera zona de vida, ésta se encuentra localizada en el occidente del municipio rodeada en su totalidad por el bosque húmedo tropical.
  
- **Bosque húmedo premontano (Bh – PM):** Esta zona presenta valores de altitud entre los 800 msnm y los 1800 msnm, temperaturas entre 17.5 y 24.5 °C y condiciones de pluviosidad entre los 1000 mm/año y 1800 mm/año. Se localiza en el sureste del municipio, en sectores de las veredas San Bernardo, San Rafael, el centro y oriente de Unión del Sur, el centro y occidente de Unión del Norte, el occidente de la Vereda El Centro, el oeste de las veredas Santa Bárbara, Balzora y San José, además de un sector en la convergencia de las veredas El Placer, San Mateo, Peña Morada y San José. Cubre una extensión de 72.3 Km<sup>2</sup>, equivalentes al 17.49% de Betulia.
  
- **Bosque seco premontano (Bs – PM):** Presenta altitud entre los 0 msnm y los 800 msnm, temperatura menor a 24.°C y condiciones de pluviosidad entre los 500 mm/año y 1000 mm/año. Se localiza entre la vereda Chimitá, la parte septentrional de Unión del Norte y una pequeña zona de Santa Bárbara, limitando con las zonas bosque muy seco tropical y bosque húmedo premontano. Esta zona posee un área de 10.3 Km<sup>2</sup>. que representan el 2.49% de la superficie total.

- **Bosque húmedo montano Bajo (Bh – MB):** Presenta altitudes entre los 1800 msnm y los 2800 msnm, temperaturas entre 12 y 18 °C y condiciones de pluviosidad entre 1000 y 1800 mm/año. Se presenta como una franja alargada de 19.3 Km<sup>2</sup> con dirección N-S que abarca parte de las veredas Unión del Sur, El Centro, San Bernardo y San Rafael. El terreno que abarca la presente zona de vida equivale al 4.67% de la superficie total de Betulia.

### 2.3 GEOLOGÍA

FOTO 5. Vereda Balzora



Con la cartografía geológica del municipio se cumple con las exigencias y necesidades actuales de la comunidad Betuliana, de las regiones limítrofes y de otros sectores del departamento, interesados en conocer la estratigrafía, los rasgos tectónico-estructurales, la potencialidad de los recursos minerales y las amenazas geológicas de Betulia y Santander. El mapa en sí constituye una herramienta técnica fundamental para la implementación de proyectos de desarrollo geológico, minero-ambiental y geotécnico, en la prospección, exploración y la explotación de los recursos minerales; para estudios de impacto ambiental e identificación de regiones con amenaza y posibles riesgos geológicos, geológicos, sísmicos e hidrológicos; en planificación y construcción de obras civiles como vías de comunicación, embalses, tendidos de redes eléctricas, oleoductos, poliductos; en explotación y aprovechamiento de aguas subterráneas para abastecer el consumo humano en el territorio betuliano.

Aunque la información geológica contenida en el mapa y en su memoria explicativa es responsabilidad de quienes hicieron la compilación respectiva, es necesario comprender que la información utilizada en la elaboración de esta reseña explicativa

es producto de grandes esfuerzos de muchos geólogos que con sus trabajos investigativos contribuyeron significativamente a que se realice en Betulia un mapa que contenga en forma integral la geología del municipio (ver plano geológico).

### **2.3.1 Estratigrafía**

En el municipio de Betulia afloran rocas sedimentarias con un amplio rango de edades que van del Jurásico al Cuaternario.

#### **2.3.1.1 Rocas del Jurásico**

La secuencia del Jurásico Superior se compone de sedimentitas a las que se les ha considerado del Jurásico superior a posiblemente Cretácico Inferior, las cuales tienen una amplia distribución hacia el centro y en franjas pequeñas a los extremos noreste, sureste y suroeste del departamento de Santander.

Las rocas de esta edad afloran en el sector oriental del municipio en las veredas: El Placer, parte alta de Peña Morada, parte alta de San Bernardo, San Rafael, El Centro, parte alta de la Unión del Norte, parte baja de Chimitá, Santa Bárbara, Balzora y San José.

- **Formación Girón (Jg)**

Inicialmente el término “Girón Series” fue creado por Hettner (1892) para designar una mega –secuencia aflorante al occidente de Bucaramanga en los alrededores de Girón, Santander. Se adelantaron varios estudios entre estos se destaca el de Trunpy (1943), pero fue Langenheim (1954) quien fijó la sección tipo en la angostura del río Lebrija y la dividió en tres miembros: uno inferior arenoso,(750m), uno intermedio lodoso (1.250m) y otro superior arenoso (1.500m) para un espesor total de 3.500m.

Entre otros autores que realizaron estudios del grupo Girón, se incluyen Julivert (1958) y Navas (1963), quien midió la sección del río Lebrija y la subdividió en siete facies con un espesor de 2.690 m. Sin embargo, el estudio más detallado y completo

es el de Cediél (1968), quien en la sección tipo descubrió y midió un total de 4.650 m y lo dividió en ocho conjuntos litológicos (A-H), que corresponden a las formaciones Girón (conjuntos A-G) y Los Santos (H). Clavijo (1993) en la guía de comisiones geológicas, del Cuarto Simposio de Geología Regional, propuso el término de la formación Angostura del Río Lebrija, para reemplazar el de la formación Girón del jurásico superior que corresponde a la unidad inferior del grupo Girón de Cediél (1968).

La formación Girón está compuesta por areniscas de grano medio, grueso a ligeramente conglomerática, de color rojo violáceo, rojo grisáceo y gris verdoso, estratificación cruzada, en capas gruesas, con interestratificaciones de limolitas y lodolitas, de color rojo violeta grisáceo y algunos niveles delgados de conglomerados con guijos de cuarzo hasta de cuatro centímetros. El espesor de esta unidad varía considerablemente de un sitio a otro, desde unos pocos metros a 4.650 m en el río Lebrija. El ambiente de sedimentación es continental fluvial a lacustre-fluviátil.

Esta unidad reposa en discontinuidad estratigráfica sobre las formaciones Bocas y Jordán e infrayace concordantemente a la formación Tambor. Para el grupo Girón se ha establecido una edad jurásico superior-cretácico inferior (Pons, 1982). En general la formación Girón ha sido correlacionada con la formación La Quinta de edad Jurásico superior en el occidente de Venezuela (Openheim, 1940).

En cuanto a su aprovechamiento minero, estas no presentan gran interés, sin embargo los niveles arcillosos de esta formación son indicadores de ambientes reductores y de baja energía que presentan indicios de Uranio, también se pueden aprovechar en la producción de rajón de piedra y grava.

Esta unidad aflora o está presente en el subsuelo en un área extensa de 118.4 km<sup>2</sup> localizada en el noreste del municipio en las veredas San José, Balzora, Santa Bárbara, San Bernardo, San Rafael y en parte de Unión del Sur, Unión del Norte, Chimitá y Peña Morada.

FOTO 6. Crestas y pendientes estructurales, formación Girón



#### **2.3.1.2 Rocas del Cretácico**

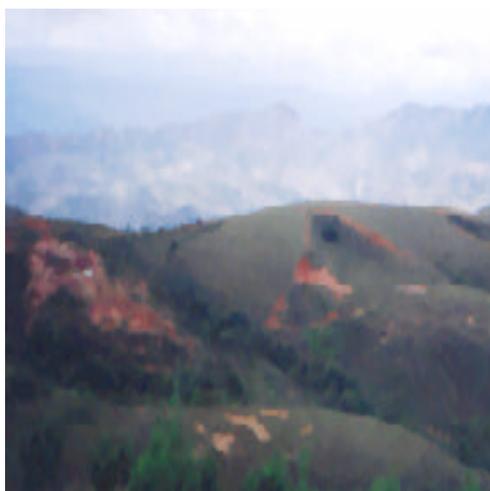
Son rocas de origen fluvial tipo sedimentitas, lutitas, lodolitas y conglomerados del Cretácico inferior y de origen marino como calizas, calizas fosilíferas, lutitas, lutitas calcáreas, lutitas abigarradas, algunos mantos de carbón, roca fosfórica, areniscas de grano fino, margas entre otras, pertenecientes al Cretácico medio y superior, las cuales tienen una alta distribución en el centro del municipio ocupando las siguientes veredas:

Parte baja de Sogamoso, San Mateo, parte baja de Peña Morada, parte baja de San Bernardo y en una franja de la parte oriental del municipio cubriendo las siguientes veredas:

Parte alta de la Unión del Norte y Unión del Sur, parte alta de Chimitá y la parte oriental del Centro hacia el cementerio.

- **Formación Los Santos o Tambor (Kita)**

FOTO 7. Vereda La Unión Norte



Fue definida por primera vez por Cediél (1968) y redefinida por Laverde (1985). Está constituida por areniscas conglomeráticas, lodolitas rojo grisáceas cuarzo areniscas gris amarillentas con estratificación cruzada, en capas tabulares de espesores variables. En la localidad tipo el espesor es 218 m. Estas facies han sido interpretadas como depósitos fluviales acumulados por corrientes trenzadas (Clavijo, 1985; Laverde y Clavijo 1985; Laverde 1985).

El contacto inferior de esa unidad es una continuidad estratigráfica con la formación Girón, mientras el contacto superior es concordante con la suprayacente formación Cumbre. La formación Los Santos es considerada de edad Berriasiano (Cediél 1968; Etayo y Rodríguez 1985). Litológicamente es comparable con la formación Río Negro de la cuenca Catatumbo-Maracaibo.

En cuanto a su aprovechamiento minero, los niveles arcillosos de esta formación sirven para la fabricación de ladrillos, también se pueden aprovechar en la extracción de rajón de piedra, sin embargo la explotación de estos recursos no representa gran interés económico.

En el municipio esta unidad se encuentra presente aflorando en una extensión de 30.3 km<sup>2</sup> en dos franjas alargadas presentes, una en las veredas Unión Norte y Unión Sur y otra abarcando parte de San Bernardo, Peña Morada y El Placer. Estas dos extensiones corresponden al 7.33% del área total.

- **Formación de Rosa Blanca. (Kir)**

FOTO 8. Vereda La Putana



Descrita originalmente por Wheeler (1929) y estudiada en detalle por Cardozo y Ramírez (1985) en la región de Villa de Leiva (Boyacá) y Gambita (Santander). Se encuentra ampliamente distribuida en el departamento de Santander.

Está compuesta en su parte inferior por capas de caliza y yeso con oolitos, ostrácodos y dolomías; hacia la parte

superior consta de areniscas y lodolitas calcáreas. En la parte superior presenta depósitos evaporíticos como yeso y polialita que indican una hipersalinidad y tranquilidad en las condiciones de depositación; el resto de la secuencia se depositó en un medio marino somero en condiciones neríticas. El espesor de esta unidad varía de 150 a 425 metros.

Las relaciones estratigráficas de esta unidad con la infrayacente formación Paja son concordantes. La edad comprende el intervalo Valanginiano – Hauteriviano inferior (Etayo, 1968; Etayo Y Rodríguez, 1985). Litológicamente es comparable con la formación Tibú-Mercedes del Catatumbo-Maracaibo.

La explotación de las rocas de esta unidad presenta interés como materia prima para la fabricación de cal (CaO), en la fabricación de cemento, para pisos de mármol negro, como agregados pétreos y en algunos sectores muy puntuales para la extracción de roca fosfórica y fluorita. Esta formación aflora entre las veredas San Mateo, El Placer, Peña Morada y La Putana (casi sobre el eje del sinclinal Nuevo Mundo), en una zona de 8.4 km<sup>2</sup> de extensión.

- **Formación Paja (Kip)**

FOTO 9. Vereda Peña Morada



Pertenece al Barremiano-Albiano inferior. Esta unidad está conformada por lutitas, calizas, areniscas y lodolitas datadas del Barremiano al Albiano inferior y se encuentra bien expuesta en el cauce de los ríos Lebrija, Sogamoso, Suárez y Fonce, en el extremo sur del departamento donde está ampliamente distribuida y ocupando las áreas de Betulia, Zapatoca, Socorro, San Gil, Confines,

Oiba, Suaita, La Paz, Chipatá, Vélez, Jesús Maria y Albania.

Inicialmente fue descrita por Wheeler (en Morales et al., 1958), su localidad tipo está ubicada en el Cerro Rosa Blanca al oriente del puente del río Sogamoso. Esta unidad está constituida por lutitas y Shales de color gris oscuro a azulado, fosilíferas, con intercalaciones de areniscas color gris amarillento, de grano fino y con intercalaciones de shales grises localmente arenosas, calcáreas, fosilíferas, localmente limosos a arenosos, con intercalaciones de areniscas gris amarillentas, de grano fino, también pequeñas intercalaciones de calizas grises localmente arenosas fosilíferas.

Se estima que su depositación tuvo lugar en un ambiente epicontinental. El espesor varía entre 25 y 635 m.

El contacto de esta unidad con la suprayacente formación Tablazo es concordante. La edad ha sido determinada del Barremiano inferior al Aptiano inferior. Se correlaciona en parte con la formación Tibú –Mercedes.

En cuanto a su aprovechamiento minero no tiene interés, pero este tipo de rocas al contacto con el agua se lixivian dando origen a las remociones en masa.

Esta formación se localiza al occidente de la anterior, ocupando una extensión de 5.4 km<sup>2</sup> principalmente en el nororiente de la vereda San Mateo y en partes menores de Peña Morada y El Placer.

- **Formación Tablazo (Kit)**

FOTO 10. Vereda San Mateo



Descrita por O.C. Wheeler (en Morales et al., 1958) y la localidad tipo se encuentra en el sitio Tablazo, en el cruce del puente del río Sogamoso de la vía Bucaramanga-San Vicente. La secuencia de esta unidad consiste en calizas grises a negras, fosilíferas, localmente glauconíticas y arcillosas de color negro, con niveles intercalados de

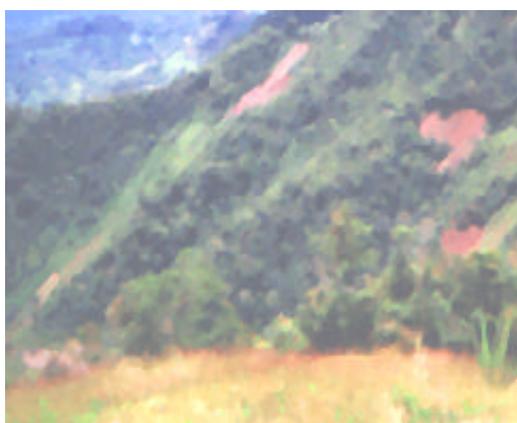
arcillolitas de color gris a gris azulado, calcáreas, fosilíferas, en capas medianas a gruesas con intercalaciones de areniscas de grano fino a medio, arcillosas, levemente calcáreas en capas delgadas. El ambiente de depósito parece corresponder a condiciones neríticas poco profundas, el espesor varía entre 150 y 325 m.

La formación Tablazo se encuentra en contactos concordantes con las infrayacente formación Paja y la suprayacente Formación Simití, su edad es considerada del Aptiano superior-Albiano inferior. Esta unidad es en parte correlacionable con las formaciones Tibú-Mercedes y Aguardiente. En el sitio en que afloran estas rocas en el municipio se ha originado una geomorfología típica de facies de ambientes marinos, niveles de energía bajos que dan lugar a la formación de rocas calcáreas ricas en materia orgánica, masivas de color gris oscuro a negro intercaladas con capas delgadas de lutitas, las cuales generan un paisaje de pendientes fuertes a medias de formas redondeadas, que generan suelos básicos debido a la composición de estas, ricas en materia orgánica y en carbonato de calcio.

Las calizas de esta formación presentan algún interés en el campo minero, ya que pueden ser empleadas para la fabricación de cal, cemento o pisos de mármol negro. Esta formación se encuentra presente en el sector central de Betulia en la vereda San Mateo. Sus 5.2 km<sup>2</sup> corresponden al 1.26% de la extensión del municipio.

- **Formación Simití (Kis)**

FOTO 11. Sector Central de la Vereda San Mateo



Constituida principalmente por lutitas y areniscas con intercalaciones de areniscas calcáreas y calizas, cuyas edades van del Albiano Superior al Cenomaniano. En la región centro-occidental de Santander la unidad está expuesta principalmente en las áreas de Barichara, Socorro, Suaita, San Vicente, Betulia y Puente Nacional. Fue descrita por geólogos de Intercol (en

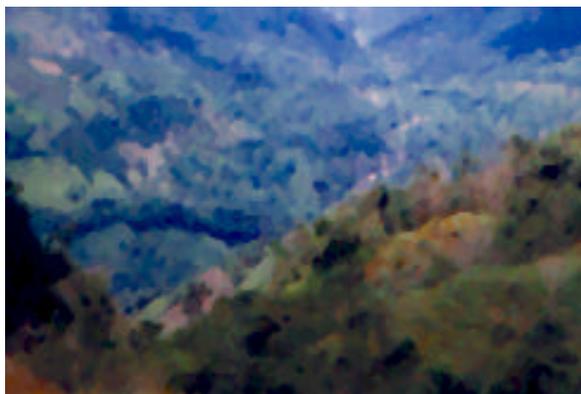
Morales et al., 1958) y su localidad tipo está en la orilla sur de la Ciénaga de Simití, Bolívar. La unidad consta de shales grises a negros, carbonosos levemente calcáreos, con concreciones calcáreas hasta de 3 m. y con intercalaciones de areniscas y calizas grises localmente arcillosas y fosilíferas, en capas delgadas. Las condiciones paleo-ambientales fueron neríticas de aguas intermedias a profundas. Su espesor varía entre 250 y 650m.

Los contactos de la formación Simití son concordantes con la infrayacente formación Tablazo y la suprayacente formación La Luna. Su edad se ha establecido como Albiano superior – Cenomaniano. Se correlaciona con la formación Capacho. Estas rocas no presentan interés económico, por tanto no deben ser explotadas.

La unidad está presente en el sector central de San Mateo en una faja angosta de 5.8 km<sup>2</sup>.

- **Formación la Luna (Ksl)**

FOTO 12. Zona Central de Municipio



Fue descrita por A. Garner (en Julivert et al., 1968) y el nombre procede de la quebrada La Luna, localizada al NW de Perijá, Zulia (Venezuela). En Colombia fue introducido por los geólogos de la Caribbean PetrolCo. La unidad está constituida por caliza gris oscura, arcillosa, lutitas grises a negras, calcáreas, en capas delgadas; lutitas grises oscuras con intercalaciones de calizas arcillosas, concreciones de calizas con fósiles, que alcanzan más de dos metros de diámetro y capas delgadas de chert negro; también capas fosfáticas hacia la parte superior. En el Valle Medio del Magdalena la formación La Luna se subdivide en tres miembros: el inferior Salada, el intermedio Pujamana y el superior Galembó. El ambiente de depositación es marino de aguas relativamente poco profundas con poca ventilación en el fondo. El espesor varía entre 275 y 575 m.

El contacto de la formación La Luna con la infrayacente formación Simití es concordante. Entre las formaciones La Luna y Umir existe una ligera discontinuidad estratigráfica (Morales et al., 1958). En el Valle Medio del Magdalena se le ha asignado una edad del Turoniano al Santoniano. Se correlaciona con la formación La Luna de la Cuenca Catatumbo-Maracaibo en las partes colombiana y venezolana.

En cuanto a su aprovechamiento se puede explotar el miembro superior en la producción de roca fosfórica para la producción de abonos. La unidad está presente en la zona central del municipio como una banda angosta de orientación N-S, ocupando 2.8 km<sup>2</sup>.

- **Formación Umir (Ksu)**

Descrita por L Huntley (1968). La localidad tipo se encuentra en la quebrada Umir al oriente del cerro del mismo nombre en Santander. Consta de Shales grises negros, carbonosos, micáceos, con concreciones ferruginosas, lutitas grises a gris oscuras, carbonosas, con nódulos ferruginosos; intercalaciones de areniscas y limolitas, grises, carbonosas y micáceas. También es común la presencia de capas explotables de carbón de 0.60 a 5.00 m de espesor. El ambiente de su depositación es nerítico, su espesor se ha calculado entre 1000 y 1400 m.

La formación Umir descansa en discontinuidad estratigráfica sobre el miembro Galemo de la formación La Luna. El contacto con la suprayacente formación Lizama es concordante. Los foraminíferos estudiados por varios autores, determinan una edad Campaniano – Maestrichtiano. Esta unidad se correlaciona con la formación Colón-Mito Juan de la cuenca del Catatumbo-Maracaibo. La unidad está conformada por lutitas blandas de color gris oscuro a gris verdoso, con capas delgadas limolíticas y mantos de carbón en la parte superior.

El interés económico de esta unidad radica en la presencia de mantos de carbón y de posibles acumulaciones de gas e hidrocarburos, dadas las características sedimentológicas, de porosidad y las estructuras que pueden entrapar estos recursos.

La unidad está presente en una extensión de 23 km<sup>2</sup> en las dos márgenes del río Chucurí, suprayacida por el depósito aluvial formado por tal corriente, en el sector occidental de San Mateo y el oriente de la vereda Sogamoso.

### **2.3.1.3 Rocas del Terciario**

Estas rocas sedimentarias afloran en las regiones oriental y occidental del departamento de Santander, donde ocupan grandes extensiones. Se caracterizan por almacenar petróleo y gas y por contener mantos de carbón y arcillas.

- **Formación Lizama (Tpl)**

Fue descrita originalmente por Th. Link (en Morales et al., 1958) y publicada por primera vez por Wheeler (en De Porta et al. 1974). Esta unidad aflora al occidente de Santander y su sección de referencia esta en la quebrada Lizama, afluente del río Sogamoso.

La unidad se encuentra constituida por una secuencia de lutitas abigarradas, alternadas con areniscas grises, verdosas y pardas, de grano fino a medio y algunas capas delgadas de carbón. El depósito de estos sedimentos ocurrió en un ambiente bajo condiciones lagunares deltaicas. El espesor de los estratos alcanza los 1225 metros.

Esta unidad presenta un contacto normal y transicional con la infrayacente formación Umir. El contacto superior con la formación La Paz, está determinado por una discordancia regional bien marcada. La edad es Paleoceno (Van Der Hammen, 1958).

Se ha correlacionado con las formaciones Barco y los Cuervos de la cuenca de Catatumbo-Maracaibo.

Esta formación está conformada por lutitas abigarradas, areniscas grises y pardas de grano fino, algunos mantos delgados de carbón en su parte superior, ubicados en la parte oriental de la serranía de La Paz. En cuanto a su aprovechamiento minero, se pueden explotar sus mantos de carbón de la parte superior, para aprovecharlos como combustible de cocina y no intervenir los bosques. Está presente en el extremo occidental de la vereda Sogamoso en una extensión de 26.2 km<sup>2</sup>.

- **Grupo Chorro**

Está constituido en su parte inferior por la formación La Paz y en la superior por la formación Esmeraldas (Morales et. Al., 1958). Este grupo aflora en el sector occidental de Santander, ocupando parte del valle Medio del Magdalena.

- **Formación la Paz (Tel)**

Los autores son los geólogos de la Tropical Oil Company (en Morales et al., 1958) y su sección tipo está en la angostura del río Lebrija, por la vía férrea, abajo de Vanegas. La secuencia estratigráfica está compuesta por areniscas grises conglomeráticas, conglomerados, limolitas y grandes paquetes de lutitas grises. El depósito de los sedimentos de esta unidad se desarrolló en un ambiente de corrientes trenzadas. El espesor en la sección tipo es de 1000 m, pero generalmente presenta variaciones locales.

La formación La Paz descansa discordantemente sobre la formación Lizama. Su contacto superior con la formación Esmeraldas es concordante y transicional. Conforme a su posición estratigráfica, la edad se considera Eoceno superior. Es correlacionable con la parte inferior de la formación Mirador.

Esta formación está compuesta por arenisca gris clara, conglomerática, masiva; limolita y lutitas de color gris, ubicada en la parte alta y occidental de la serranía de La Paz.

El aprovechamiento económico de esta unidad no es viable ya que ninguno de los minerales ahí presentes representa un interés económico estratégico. Esta formación está presente en una zona amplia que abarca 83.9 km<sup>2</sup> gran parte de ellos correspondientes a la vereda la Putana y una parte minúscula perteneciente a la vereda Sogamoso. La formación La Paz corresponde al 20.3% del suelo o subsuelo de Betulia.

- **Formación Esmeraldas (Tee)**

Término utilizado por primera vez por los geólogos de la Gulf Oil Company (Morales et al., 1958) y su sección tipo está ubicada cerca del caserío Esmeraldas junto al río Sogamoso. Esta unidad se compone de areniscas grises y verdosas, de grano fino, Intercalaciones de limolitas y lutitas moteadas de rojo, púrpura y carmelita; contiene algunas capas delgadas de carbón. El ambiente deposicional fue bajo condiciones lagunares deltaicas. El espesor se ha calculado en unos 1200 metros.

El contacto inferior con la formación La Paz es concordante, mientras el contacto superior está determinado por una posible discordancia con la formación Mugrosa. La edad es Eoceno inferior-medio. Es correlacionable con la parte superior de la formación Mirador y parte inferior de la formación Carbonera.

Esta formación es conformada por arenisca gris clara en capas delgadas, limolita y lutitas de color gris, con algunos mantos delgados de carbón lignito; ubicadas en el piedemonte de la serranía de La Paz. Esta litología genera suelos ácidos debido a la alta concentración de silicatos. Su aprovechamiento minero no es viable ya que ninguno de los minerales presentes es de interés económico o estratégico. Aflora en la parte central de la vereda La Putana en una franja alargada que va desde la quebrada La Putana hasta el río Sogamoso, abarcando 28.7 km<sup>2</sup> que equivalen a 6.94% del municipio.

- **Grupo Chuspas**

Esta unidad se encuentra conformada por areniscas y lodolitas con niveles carbonosos, cuyas edades van del Eoceno superior al Oligoceno inferior. Se encuentran bien expuestas conformando los flancos de los principales anticlinales y sinclinales presentes en el sector occidental de Santander, las cuales están representadas por la formación Mugrosa que corresponde a la parte inferior del grupo Chuspas.

Esta unidad litoestratigráfica de rango mayor incluye las formaciones Mugrosa y Colorada (Morales et al., 1958). El intervalo crono-estratigráfico Eoceno superior-Oligoceno inferior (Teo) está representado por la formación Mugrosa, que corresponde a la parte inferior del grupo Chuspas, la cual aflora en pequeñas áreas en el costado occidental del Santander.

- **Formación Mugrosa. (Tomi-Toms)**

El nombre fue introducido por A. K. Gill (en Morales et al 1958) y corresponde a la parte inferior del grupo Chuspas; su selección tipo se encuentra en la quebrada Mugrosa.

La unidad está compuesta en su parte inferior por areniscas gris verdosas, de grano fino a medio, con intercalaciones de lodolitas grises a azulosas y algunas capas areniscas conglomeráticas, la parte media consta de shales moteados con algunas intercalaciones de arenisca. Hacia la parte superior se presentan lodolitas moteadas, fosilíferas. Es una de las unidades más productivas de petróleo en la Concesión de Mares. El ambiente de depositación se considera como continental fluvial. El espesor varía entre 500 y 800 metros.

El contacto inferior de la formación Mugrosa es aparentemente discordante con la formación Esmeraldas, en tanto que el superior con la formación Colorado es concordante. Su edad es considerada del Eoceno superior-Oligoceno inferior. La formación Mugrosa se correlaciona con la formación Mugrosa definida por los geólogos de ECOPETROL y de Shell y con la parte inferior del grupo Chuspas de las compañías Socomy y Richmond.

Esta formación está compuesta por arcillolitas blandas abigarradas y areniscas de grano fino medio, ubicadas en el sector occidental de la serranía de La Paz y presenta un potencial alto para la explotación de petróleo, de agregados pétreos (materiales de construcción) y de arcillas para la fabricación de ladrillo.

La formación está presente en el extremo occidental del municipio en la vereda La Putana. También aparece localizada en superficie entre las formaciones Esmeraldas y Mugrosa, perpendicular al eje del Sinclinal de Nuevo Mundo. Ocupa una extensión de 40.1 Km<sup>2</sup> que equivale a 9.7% del área total del municipio.

- **Formación Colorada (Toc)**

Unidad compuesta principalmente por lutitas con intercalaciones de areniscas con edades de Oligoceno superior-Mioceno inferior, que se encuentran constituyendo los flancos de los principales anticlinales y sinclinales presentes en la región occidental de Santander.

El autor de la descripción es A.K. Gill (en Morales et al, 1958) y tiene su sección tipo en el río Colorado en área de la concesión de Mares. Esta unidad corresponde a la parte superior del grupo Chuspas y en su parte inferior consiste predominantemente de arcillolitas pardo rojizas con intercalaciones de areniscas de grano grueso a conglomeráticas, en capas de espesor variable. La parte superior se compone de arcillolitas grises oscuras a negras, carbonosas, fosilíferas, con intercalaciones de areniscas de grano medio en capas delgadas. En el campo La Cira-Infantas de la Concesión de Mares, es una de las unidades más productivas de petróleo. Se considera que los sedimentos de esta unidad se depositaron bajo condiciones fluviales. El espesor es variable entre 1200 y 2500 metros.

La formación Colorada descansa concordantemente sobre la formación Mugrosa y su contacto superior con el grupo Real es discordante. La edad es considerada como Oligoceno superior a Mioceno inferior. Esta unidad se correlaciona con la formación Colorado de ECOPETROL y con la parte superior del grupo Chuspas de las compañías Socomy y Richmond.

Esta formación esta conformada por arcillolita parda, rojiza, arenisca de grano grueso a conglomerática, ubicada en el sector occidental de la serranía de La paz. Esta litología genera suelos ácidos debido a la alta concentración de silicatos.

Estas rocas presentan potencial interés económico para la explotación de petróleo, de agregados pétreos (materiales de construcción) y de arcillas para la fabricación de ladrillo. Colorada se localiza en el extremo norte de Betulia en la vereda La Putana en una superficie de 4 Km<sup>2</sup>.

#### **2.3.1.4 Rocas del Cuaternario (Qal)**

En el municipio de Betulia, los depósitos cuaternarios son muy variados en su origen y se encuentran ampliamente distribuidos a lo largo de los valles de los ríos Sogamoso y Chucurí y las quebradas la Putana y Zapatoca. La unidad Qal está conformada por depósitos no consolidados de aluvión, coluviones, derrubios, glaciares y fluvio-glaciares, que son considerados del Holoceno.

Estos depósitos están conformados por material detrítico de origen ígneo y metamórfico, de formaciones que no afloran en el municipio pero sí en sectores vecinos, y sedimentarios que han sido transportados por ríos y quebradas. Los mismos se encuentran ubicados en la ribera del río Sogamoso en la vereda la Putana, en la parte noroccidental del municipio.

Estas unidades constituyen un importante recurso para la explotación de agregados pétreos, por esto la empresa Esgamo extrae dicho material en el sector de La Playa. Un segundo depósito cuaternario en importancia está ubicado en las riberas de las quebradas la Putana y Zapatoca. La unidad está presente en la vereda la Putana, en el río Sogamoso y la quebrada la Putana, en la vereda Sogamoso y San Mateo en el río Chucurí, en las veredas Unión del Sur, Unión del Norte y Chimitá, en la quebrada Zapatoca. Estos depósitos recientes ocupan una extensión de 31.1 Km<sup>2</sup>.

#### **2.3.2 Geología Estructural**

Durante y después de la formación de las diferentes unidades de roca que componen la secuencia estratigráfica que aflora en el territorio de Betulia, estas se ven sometidas a la acción de fuerzas tectónicas que generan en ellas deformación dúctil o frágil manifestadas como pliegues o fallas respectivamente. Estas estructuras se presentan a diferente escala pero en este documento se mencionan las más sobresalientes.

- **Sinclinal del Nuevo Mundo:** Es el principal pliegue que atraviesa el municipio en su parte occidental de sur a norte. Es una estructura amplia, ligeramente

asimétrica cuyo eje está recargado hacia su parte occidental, probablemente como resultado del fuerte levantamiento a lo largo del lado oriental de la falla La Salina, la cual marca su límite occidental, el eje de este sinclinal al sur del río Sogamoso está desplazado 4 a 5 Km. al occidente de su posición normal, desplazamiento que sugiere una falla de dirección oriente-occidente a lo largo del río Sogamoso, bajo los depósitos aluviales.

- **Anticlinal de Chucurí:** Es una estructura simétrica amplia cuyo eje tiene una dirección aproximada N 20 E, en una longitud de unos 40 Km, prolongándose hacia el occidente del departamento. En general este anticlinal está conformado por sedimentos cretácicos de la formación Paja. Es una estructura abierta simétrica, cuyo eje norte está desplazado por una falla de rumbo NE-SW.
- **Fallas:** Sobre el sector occidental del municipio, en rocas de edad terciaria existe una falla de rumbo, con dirección N 50 E, que pasa cerca del peaje, se pueden apreciar las facetas triangulares dejadas por esta.

En el sector central se encuentra un sistema de fallas de dirección N-E y N-W, algunas de tipo normal y otras de rumbo. Estas afectan rocas del cretácico y la cuenca del río Chucurí, una de ellas es inferida y está cubierta por un cuerpo de edad cuaternaria.

En el sector oriental hacia la parte sur en la veredas la Unión del Norte, Unión del Sur, se encuentra otro sistema de fallas con dirección preferencial NE y N-W el cual consiste en fallas de tipo normal y de rumbo. Afecta rocas del jurásico y rocas cretácicas (formaciones Tambor y Rosa Blanca) y en particular la cabecera municipal por estar muy cerca de ella.

### **2.3.3 Hidrogeología**

De acuerdo a las características geológicas, litológicas y estructurales, se identifican los diferentes tipos de circulación de las aguas esquematizadas en la tabla 1 y presentadas en el mapa hidrogeológico.

- **Régimen de circulación freático superficial**

Se presenta en rocas permeables como areniscas del Jurásico y Terciario y depósitos no consolidados de edad cuaternaria con pendientes moderadas, posibilidad de obtener agua subsuperficial no profunda. Este régimen se presenta en un área de 74.7 Km.<sup>2</sup> en las riberas de los ríos Sogamoso y Chucurí. Comprende las veredas La Putana Sogamoso, Balzora, Chimitá y el Placer.

- **Régimen de circulación freático diaclasado**

Se presenta en rocas de buena permeabilidad como las calcáreas del Cretácico y de pendientes fuertes, buenas posibilidades de obtener agua subterránea y existencia de acuíferos. Este régimen se presenta en un área de 16.5 Km.<sup>2</sup> en las veredas Unión del Sur y parte de San Mateo.

- **Régimen hipodérmico lento**

Característico de suelos permeables areno-arcillosos de baja circulación subsuperficial de aguas de infiltración con pendientes muy suaves, como sucede en el costado oriental del municipio en un área de 27.4 Km.<sup>2</sup> correspondientes a las veredas El Centro, San Rafael y Unión del Norte.

- **Régimen superficial intenso**

Suele presentarse en rocas impermeables con filtraciones mínimas, circulación superficial de agua de carácter torrencial en pendientes abruptas, como sucede en las veredas La Putana, Sogamoso, Balzora y el Placer en una extensión de 112.3 Km.<sup>2</sup>.

- **Régimen superficial difuso impermeable.**

Se presenta sobre rocas impermeables o con inclinación moderada, como sucede con las areniscas y las arcillas del Terciario en las veredas La Putana, Sogamoso, San Bernardo, El Centro, Santa Bárbara, Peña Morada, Unión del Norte y San José en un área de 182.4 Km<sup>2</sup>. Este régimen genera escorrentía lenta o difusa.

TABLA 1. COBERTURA DE LAS REGIONES HIDROGEOLÓGICAS

RÉGIMEN HIDROGEOLÓGICO	ÁREA Km <sup>2</sup>
Régimen superficial difuso impermeable	182.4
Régimen superficial intenso	112.3
Régimen Freático superficial	74.7
Régimen Freático diaclasado	16.5
Régimen Hipodérmico Lento	27.4
<b>TOTAL ÁREA</b>	<b>413.3</b>

FUENTE: ATLAS AMBIENTAL 1991 E: O:T

## **2.4 GEOMORFOLOGÍA**

La geomorfología describe las formas del relieve, estudia su origen y evolución. Para el ordenamiento territorial el conocimiento de las formas del relieve tiene particular importancia, en lo relacionado con la planificación del uso de la tierra y el proceso de ocupación de territorio. Es una herramienta útil para definir limitantes y potencialidades sociales, económicas y ambientales en el municipio.

Mediante el análisis del origen, morfometría, estructura y dinámica del relieve (morfogénesis, morfoestructura y morfodinámica) se identifican las características que definen la conveniencia o no de asignar determinados usos o actividades al territorio.

Esta se constituye en una información básica para el posterior análisis de los sistemas de producción.

Las geoformas y las dinámicas que originan el modelado superficial contribuyen a determinar las tendencias de la distribución de los asentamientos y de las actividades económicas humanas, la influencia de las cadenas montañosas en la localización y relaciones entre los asentamientos, los fenómenos de erosión y remoción de masa que condicionan las posibilidades de construcción de infraestructura, la influencia de las características climáticas de una zona (efectos de las montañas en el ascenso de masas de aire, pluviosidad y microclimas), en el uso del suelo (incidencia de la morfometría en las capacidades potenciales de suelo), en la hidrología (el modelado de la superficie terrestre se ve afectado por fenómenos hidrológicos).

### **2.4.1 Metodología**

Para la ejecución del análisis geomorfológico se partió del estudio del el mapa topográfico para identificar y diferenciar zonas homogéneas. Una vez realizado lo anterior se efectúa una interpretación de fotografías aéreas de los vuelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- que cubren el área del municipio con el fin de realizar la zonificación de las diferentes geoformas existentes y procesos de degradación del suelo. Para la identificación y clasificación de las diferentes unidades geomorfológicas se adaptó la metodología del Internacional Institute for Aerospace Sourvey and Earth Sciences (ITC) de Holanda. Una vez esquematizada la información en mapas temáticos se efectuó un control de campo para precisar y corregir los límites de las unidades identificadas en la etapa de fotointerpretación. Como paso final se elaboraron los mapas adjuntos a este documento.

### **2.4.2 Morfología**

El municipio de Betulia presenta en su superficie geoformas de diferente origen determinados por los procesos naturales que ocurren en cada sector. A partir de la fotointerpretación se han identificado unidades de origen denudacional, estructural denudacional y aluvial.

#### **2.4.2.1 Formas de origen denudacional**

- **Pendientes denudadas suaves:** Son pendientes de baja inclinación (de 7 a 25%), caracterizadas por presentar laderas rectas moderadamente alargadas y moderadamente disectadas. Estas geoformas se encuentran en las veredas La Putana y parte baja del Sogamoso y San Mateo. Esta morfología predomina en los terrenos en que se encuentran rocas de edad cretácica y Terciaria. Como fenómenos de degradación se presentan erosión laminar, surcos incipientes y terracetas.
- **Escarpes:** Caracterizados por presentar pendientes casi verticales, constituidos por material rocoso, de edad jurásica, conformados por la formación Girón, generalmente presenta muy poca cobertura vegetal, o están desprovistos de la misma debido a su verticalidad. Localizadas a lo largo del cañón del río Sogamoso.

#### **2.4.2.2 Formas de origen estructural denudacional**

- **Pendientes estructurales:** Laderas alargadas a moderadamente alargadas cuya inclinación coincide con el buzamiento (Inclinación) de los estratos rocosos en este caso de las formaciones Girón y Tambor. Se identificaron estas geoformas en las veredas El Centro, Unión del Norte y del Sur, Chimitá, Balzora, El Placer, Santa Bárbara y parte alta de Peña Morada.

#### **2.4.2.3 Formas de origen aluvial**

- **Valle aluvial:** Morfología presente en el valle de los ríos Sogamoso y Chucurí. Se identifican como una franja alargada alrededor de los ríos mencionados con topografía plana a suavemente ondulada.

#### **2.4.2.4 Tipos de modelamiento presentes en el municipio de Betulia**

- ✓ **Modelamiento aluvial (VA):** Corresponde a aquellos sectores en que se ha dado depositación de sedimentos arrastrados por la acción de corrientes de agua (ríos y quebradas) durante las épocas húmedas dando lugar a topografías planas, generalmente mal drenadas. Durante las épocas secas estas corrientes de agua retransportan y socavan sus causas y tienden a originar inundaciones frecuentes, como en el caso de La Playa y alrededores. El nivel freático se encuentra muy cerca de la superficie y presenta fluctuaciones que van desde la superficie hasta unos pocos metros de profundidad. Este fenómeno incide en los procesos pedogenéticos de los suelos y da paso a superficies encharcadas, donde se encuentran capas sucesivas de sedimento, de diferente textura y composición en bajo grado de consolidación aumentando el tamaño de los fragmentos a medida que aumenta la profundidad y con forma redondeada a subredondeada. La unidad geomorfológica resultante de este proceso se ha denominado planicie de inundación o vegas recientes y contienen dentro de ellas unidades más pequeñas llamadas diques, complejo de orillos bajos, bacines y terrazas a varios niveles, su litología es de depósitos no consolidados (Cuaternario), en topografía plano-cóncava entre 1% y 3 %, la vegetación presente es hidrófila, arbustiva y herbácea, se altera por oxido-reducción. Transporta granos individuales y su proceso erosivo es de desborde y socavación. Esta categoría está presente en las zonas de influencia del principal cauce hídrico, el río Sogamoso; abarca una extensión de 35.2 km<sup>2</sup> y se localiza en el extremo norte de las veredas La Putana, Sogamoso y un área minúscula en el noroccidente de San Mateo.
  
- ✓ **Modelamiento denudativo (RDNC):** Corresponde aquellas formas de relieve originadas predominantemente por eventos climáticos que han actuado directamente sobre la roca durante largos periodos de tiempo y que han ocasionado un proceso de desgaste lento y continuo. Estos eventos influyen notoriamente en los procesos pedogenéticos, dando lugar a suelos con un alto grado de desarrollo evolutivo. En este tipo casi no ocurren

movimientos en masa y las formas resultantes se caracterizan por presentar relieves ondulados de topografías relativamente suaves. La unidad geomorfológica característica de este modelado en la zona de estudio se identifica cartográficamente como planos estructurales denudados y son comunes en la parte occidental del municipio en la vereda La Putana.

Los procesos erosivos naturales son de baja intensidad, pero dada la fragilidad de los ecosistemas una vez son deforestados estos lugares tienen una gran tendencia a la degradación rápida y progresiva, dando paso a cárcavas y sectores de escurrimiento concentrado altamente erosionado.

La unidad geomorfológica son planos estructurales denudados de clima cálido húmedo en litología arcillosa y areniscas del Terciario en topografías onduladas entre el 12 % y el 25 %. El tipo de vegetación presente es arbustiva y se altera por bioquimismo, termoclastismo e hidrólisis, su transporte es individual granular, con proceso erosivo difuso con intensidad leve. Las superficies de erosión difusa se sitúan en el occidente de la vereda La Putana; las zonas en que se presenta el sobrepastoreo abarcan el sur oriente de la misma vereda y el noroeste de Sogamoso; una tercera extensión menor que las ya mencionadas con presencia de planos estructurales localiza en el sur occidente de La Putana en la margen derecha de la quebrada del mismo nombre. Estas tres zonas suman en total un área de 117 km<sup>2</sup>.

- ✓ **Modelamiento torrencial (FQC):** Corresponde a aquellos sectores donde predomina el transporte lento de depósitos no consolidados debido al movimiento por gravedad de grandes masas de tierra cuando se encuentran sobre-saturadas de humedad. La naturaleza de los depósitos no consolidados incide favorablemente en el transporte lento de estas masas hacia las partes más bajas, la mayoría de las veces sobre un a pendiente de control estructural. Las unidades geomorfológicas más comunes derivadas de este proceso son coluviones, depósitos torrenciales, flujos escombros y conos, unidades en que ocurren los mismos procesos morfodinámicos. El

proceso erosivo natural se denomina solifluxión y se caracteriza por presentar movimientos, remociones en masa y reptación la cual puede ser lenta o acelerada según el grado de pendiente y la naturaleza de los fragmentos.

Es frecuente encontrar dentro de este modelado algunas formas de relieve originadas por la disolución del subsuelo, especialmente en aquellos lugares donde hay abundancia de rocas calizas. Este proceso se conoce como sofusión o hundimiento. Los procesos erosivos inducidos por acción antrópica se derivan generalmente de la construcción de obras de infraestructura sobre estas superficies inestables. Generalmente la construcción de carreteras y el descapote para el asentamiento y de viviendas e instalaciones, aceleran los movimientos en masa ya que rompen el frágil equilibrio de los fragmentos de rocas dispuestos sobre las pendientes estructurales.

La geomorfología es de frentes estructurales y coluviones en clima cálido húmedo, su litología es areniscas y rocas del Terciario su topografía es quebrada entre el 25% y 50% de inclinación, la vegetación presente es arbórea, arbustiva, se altera por termoclastismo e hidrólisis, se transporta lentamente y masivamente, los procesos erosivos más comunes son escurrimiento difuso-lento y reptación lenta.

Este tipo de modelamiento se localiza en el oriente y sur oriente de la vereda La Putana en una superficie de 56.8 km<sup>2</sup>.

- ✓ **Modelamiento estructural de frentes estructurales quebrados (FEQ):** Corresponde a aquellas formas de origen tectónico, caracterizadas por la presencia de estructuras rocosas con muy bajo grado de alteración, de pendientes muy escarpadas y abruptas en donde por la dureza de la roca se estima que no han actuado significativamente los elementos climáticos para causar procesos de intemperismo importantes. Dentro de este modelado se identifican las siguientes unidades geomorfológicas para su delimitación cartográfica: frentes estructurales quebrados. En términos generales son

sectores donde los procesos erosivos están asociados a las actividades de origen antrópico, debido principalmente a la deforestación y a la adecuación de terrenos para la agricultura y ganadería. Las unidades geomorfológicas presentes son las pendientes estructurales contiguas en clima frío húmedo, areniscas duras del Triásico–Jurásico, con topografías quebradas entre el 25% y 75%, vegetación arbórea, con transporte de tipo granular lento, proceso erosivo de escurrimiento difuso, desprendimientos con intensidad media. Este tipo de modelamiento se presenta casi en su totalidad en el occidente de la vereda San Bernardo y en dos áreas pequeñas de las veredas Peña Morada y San Rafael en una extensión de 8.6 km<sup>2</sup>.

- ✓ **Modelamiento estructural de frentes estructurales escarpados (FEE):** Corresponde a aquellas formas de origen tectónico, caracterizadas por la presencia de estructuras rocosas con muy bajo grado de alteración, de pendientes muy escarpadas y abruptas en donde por la dureza de la roca se estima que no han actuado significativamente los elementos climáticos para causar procesos de intemperismo importantes. Dentro de este modelado se identifican las siguientes unidades geomorfológicas para su delimitación cartográfica: frentes estructurales escarpados. En términos generales son sectores donde los procesos erosivos están asociados a las actividades de origen antrópico, debido principalmente a la deforestación y a la adecuación de terrenos para la agricultura y ganadería. Las unidades geomorfológicas presentes son las pendientes estructurales contiguas en clima frío húmedo, areniscas duras del Triásico–Jurásico, con topografías quebradas entre el 25% y 75%, vegetación arbórea, con transporte de tipo granular lento, proceso erosivo de escurrimiento difuso, desprendimientos con intensidad media. Se presenta como una franja alargada de dirección SW – NE entre las veredas La Putana y Sogamoso, con una extensión de 22.8 km<sup>2</sup>.
- ✓ **Modelamiento de disección:** Corresponde a aquellas formas de relieve originadas por eventos tectónicos, hidrológicos y climáticos asociados, cuyo proceso morfodinámico se caracteriza por el entallamiento y disección de los cursos de agua en forma de valles en “V”, cuya profundidad varía de

acuerdo a la dureza de la roca, el cambio de nivel de base hidrológico, los movimientos y levantamientos tectónicos que controlan algunas veces la dirección de los flujos de agua. Las superficies resultantes de estos procesos se caracterizan por presentar relieves quebrados, valles profundos con pendientes muy inclinadas y cortas que terminan en unas crestas agudas de muy poca extensión. La unidad geomorfológica característica de este modelado se identifica cartográficamente como valles intra-montanos profundos.

Los procesos erosivos naturales tienen que ver con el reacomodamiento de los materiales de ladera, una vez ha sido socavada la base de estas por el entallamiento de los ríos. En este caso se presentan flujos de materiales sueltos en dirección de la pendiente hacia el cauce de los ríos. Los procesos erosivos de origen antrópico están relacionados con la deforestación, la proliferación de cultivos sin prácticas de conservación de los suelos y el sobrepastoreo de ganado.

Para esta unidad los procesos erosivos predominantes son el escurrimiento difuso intenso, escurrimiento concentrado, cárcavas, terracetas y calvas de erosión por sobrepastoreo.

En el municipio están presentes el moldeado de disección de planos estructurales, erosión laminar y cárcavas **(RTS)** en el sureste de San Mateo, casi la totalidad de Peña Morada, de San Bernardo, el oriente de San Rafael, el occidente del Centro y Unión del Sur, el occidente de Unión del Norte y la zona central de la vereda Chimitá, todo lo anterior conformando una extensión de 767 km<sup>2</sup>; modelado de disección de planos estructurales, erosión laminar y cárcavas **(VIS)** en un área de influencia de 73.1 km<sup>2</sup> localizada en el nororiente del municipio en jurisdicción de las veredas San Mateo, El Placer, San José, Balzora, Chimitá, El Centro, Unión del Norte y Unión del Sur; y por último un modelado de disección de fondo de valles disectados, socavación, reptación y erosión laminar **(V V)** que se presenta en

## ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BETULIA

un área de influencia de 22.3 km<sup>2</sup> localizada en la zona central de la vereda San Mateo. .

En la tabla siguiente se resumen las principales geoformas identificadas en el municipio.

TABLA 2. SÍNTESIS DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

ORIGEN	UNIDAD MORFOLÓGICA	SECTORES	AREA Km <sup>2</sup>
DENUACIONAL	De planos estructurales denudados de clima cálido húmedo(RDnC)	Parte occidental de la Vereda la Putana	118
DISECCIÓN	De planos estructurales disectados de clima cálido húmedo (RTS)	Ubicada en las veredas Peña Morada, San mateo San José, Santa Bárbara, Centro, Unión Norte – Sur Chimitá	76.8
	Frentes estructurales en clima cálido, medio y frío seco (VIS)	Ubicada en las veredas Unión Norte y Sur Chimitá, corintios, Santa Bárbara, Balzora y el Placer.	73.2
	Fuentes de valles disectados, socavación, reptación, erosión laminar de clima cálido a medio húmedo	Ubicada en la vereda San Mateo en el piedemonte del cerro Toro Negro.	22.3
TORRENCIAL	De frentes estructurales, coluvios, en climas cálidos, húmedos	Piedemonte del cerro la Paz , Vereda La Putana.	56.8
ESTRUCTURAL	Frentes estructurales continuos de clima frío húmedo conformado por areniscas duras del triásico jurásico (FEQ)	Ubicada en la parte baja del sector la Armenia de la Vereda San Bernardo	8.6
	Frentes estructurales continuos de clima cálido húmedo conformado por areniscas y arcillolitas del terciario (FEE)	Ubicada en la parte alta del sector la Coloreña de la vereda la Putana	22.8
ALUVIAL	Modelado aluvial, diques, vegas y planicies de desborde (va)	Se encuentra ubicado en la parte baja del municipio, en la vereda Sogamoso.	35.2

FUENTE: COMITÉ OPERATIVO E.O.T.

### 2.4.3 Morfometría

A fin de complementar el análisis geomorfológico y apoyar el estudio edafológico que se presenta más adelante y de manera especial la determinación de las unidades de uso potencial del suelo, se presentan a continuación los resultados de la evaluación de pendientes del terreno y su zonificación de acuerdo a los rangos establecidos según la metodología propuesta por Ingeominas (ver gráfico y Tabla).

## ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BETULIA

La elaboración del mapa de pendientes se realiza sobre el plano topográfico, utilizando el método del intervalo móvil.

La superficie total del municipio se dividió entre cinco categorías específicas de pendientes en porcentaje, de la siguiente forma:

- **Pendientes de 0% a 12%:** 81.4 km<sup>2</sup> del municipio presentan este rango de inclinación. Esta categoría corresponde a una extensa área localizada en el noroccidente de la vereda la Putana, a la desembocadura del río Chucurí sobre la vertiente sur del Sogamoso y a pequeñas áreas localizadas en las veredas Sogamoso, San Mateo, Peña Morada, San Bernardo, Santa Bárbara, El Centro y Unión del Sur.
- **Pendientes de 12% a 30%:** Tan solo 2.9 km<sup>2</sup> del total, presenta pendientes comprendidas entre estos dos valores, las cuales se hacen presentes en las márgenes del río Chucurí.
- **Pendientes de 30% a 50%:** Esta Categoría se localiza en la vereda San Mateo, sector suroeste de Santa Bárbara y noreste de San Bernardo, además en un área minúscula en el occidente de la vereda Sogamoso. Abarca en total una superficie de 4.2 km<sup>2</sup>.
- **Pendientes de 50% a 70%:** Son extensiones de terreno que se localizan principalmente en la vertiente occidental del río Chucurí, es decir, en el extremo oriental de la vereda Sogamoso, además de otras áreas más pequeñas y dispersas presentes en occidente de la misma vereda y en el centro y occidente de San Mateo, centro de San Bernardo, veredas El Centro, Chimitá, Unión del Norte y Unión del Sur. Este rango de altitudes está presente en 45 km<sup>2</sup> del municipio.
- **Pendientes mayores de 70%:** Una extensa superficie de 279.8 km<sup>2</sup> presenta dichos rangos de pendientes. Buena parte de las veredas La Putana y Sogamoso y casi la totalidad de la superficie de San Mateo, San José, El Placer, Peña Morada, Balzora, San Bernardo, Santa Bárbara, San

## ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BETULIA

Rafael, El Centro, Chimitá, Unión del Norte y Unión del Sur exhiben en su relieve estas pendientes abruptas.

TABLA 3. DISTRIBUCIÓN DE LAS PENDIENTES EN KM<sup>2</sup>

PENDIENTE EN PORCENTAJE	AREA EN Km <sup>2</sup>	PORCENTAJE (%)
Pendientes Mayores Al 70%	279.8	67.69
Pendientes entre 50% y 70%	45	10.89
Pendientes entre 30% y 50%	4.2	1.02
Pendientes entre 12% y 30%	2.9	0.7
Pendientes entre 0% y 12%	81.4	19.7

FUENTE: COMITÉ OPERATIVO E.O.T.

### **2.4.4 Morfodinámica**

La morfodinámica hace referencia a los procesos de desprendimiento, transporte y depositación de rocas o suelo por acción de agentes físicos entre los que sobresalen la fuerza de gravedad, el agua, el viento y los depósitos de material producto de tales procesos.

#### **2.4.4.1 Erosión**

La erosión identificada en este territorio es de origen hídrico, relacionada directamente con el uso inadecuado del suelo, como la práctica de cultivos transitorios de maíz y yuca, o el sobrepastoreo en laderas moderadas a muy inclinadas sin ninguna medida de control. Los tipos observados son erosión laminar, surcos o cárcavas, especialmente en las veredas que conforman el centro y oriente del municipio.

Los procesos erosivos no son muy significativos (hasta ahora), situación favorecida por la presencia de cobertura vegetal debido al clima del municipio que permite una rápida generación de esta, aunque de continuar con las prácticas actuales de uso inadecuado del suelo, en el futuro se tendrán grandes áreas de suelos afectados por erosión.

#### **2.4.4.2 Procesos de remoción en masa**

Los fenómenos de remoción en masa mas frecuentes en el municipio de BETULIA son: Deslizamientos traslacionales y rotacionales, caídas y volcamientos de roca y flujos de suelo manifestados en forma de terracetos. La mayoría de los procesos de degradación están relacionados con el uso inadecuado del suelo, por sobreexplotación o explotación de terrenos muy inclinados sin prácticas de conservación. Aunque la presencia de terracetos (escurrimiento del terreno por sobrepastoreo en pendientes moderadas o muy inclinadas) no es muy llamativa visualmente, las áreas afectadas por este fenómeno deben ser protegidas para evitar la producción de deslizamientos que aceleran el deterioro de los suelos.

Se observan localmente pequeños deslizamientos traslacionales en el sector occidental del municipio en la vereda Sogamoso, en el asentamiento 25 De Agosto, en rocas de edad terciaria pertenecientes a la formación Lizama y rocas cretáceas de la formación Umir, en la parte oriental y central del municipio, conformado por areniscas del jurásico pertenecientes a la formación Girón y cretáceas de la formación Tambor que dan origen a pendientes medias y fuertes, debido a la deforestación y la implementación de cultivos limpios o transitorios y pastoreo, que han sido sometidos estos terrenos se presentan pequeños deslizamientos y caída de bloques.

Aunque los procesos de erosión y remoción en masa no afectan grandes áreas, es de vital importancia implementar usos del suelo adecuados que permitan prevenir y minimizar la degradación del suelo.

### **2.5 SUELOS**

Los suelos constituyen uno de los recursos naturales importantes en la planificación y ordenamiento territorial. Su análisis suministra información básica para determinar la potencialidad, aptitud, restricciones y limitantes para el uso múltiple de las tierras.

A continuación se presenta la distribución de suelos a manera general para el municipio, tomando como base la información consignada en el Atlas Ambiental del Departamento de Santander (1991). Se establece dos grandes categorías teniendo en cuenta la fisiografía del territorio: Suelos de formas aluviales y suelos de cordilleras.

### **2.5.1 Suelos de las formas aluviales y/o lacustres**

- **Suelos mal drenados, poco evolucionados, desarrollados en áreas depresionales e inundables (AA):** Se localizan en el extremo noroccidental de Betulia en la vereda La Putana, con una extensión de 65.6 Km<sup>2</sup>.

### **2.5.2 Suelos de las cordilleras**

- **Suelos de clima cálido seco, en relieve quebrado, moderadamente evolucionados y saturados (VA):** Presentes en la vereda Unión del Sur con un área de 14.2 Km<sup>2</sup>.
- **Suelos de clima cálido húmedo y muy húmedo, en relieve quebrado, a muy quebrado, poco a moderadamente evolucionado y generalmente desaturados (VC):** Presentes en las veredas Sogamoso, San Mateo, El Placer, San José, Peña Morada, Balzora, San Bernardo y Santa Bárbara, en una superficie de 273 Km<sup>2</sup>.
- **Suelos de clima medio húmedo y muy húmedo en relieve quebrado, moderadamente a poco evolucionados y desaturados (VF):** Este tipo de suelos se presenta en las veredas El Centro, Unión del Sur y parte de las veredas San Rafael, Santa Bárbara y Chimitá con una extensión de 51.3 Km<sup>2</sup>.
- **Áreas severamente erosionales (VS):** Suelos localizados en el extremo nororiental de la vereda Chimitá, cubriendo una extensión de 9.2 Km<sup>2</sup>.

La Tabla 4 sintetiza las características de los suelos de Betulia.

TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE BETULIA

SUELO	DESCRIPCIÓN	ÁREA (Km <sup>2</sup> )
AA	Suelos mal drenados, poco evolucionados, desarrollados en áreas depresionales e inundables	65.6
VA	Suelos de clima cálido seco, en relieve quebrado, moderadamente evolucionados y saturados	14.2
VC	Suelos de clima cálido húmedo y muy húmedo, en relieve quebrado, a muy quebrado, poco a moderadamente evolucionado y generalmente desaturados	273
VF	Suelos de clima medio húmedo y muy húmedo en relieve quebrado, moderadamente a poco evolucionados y desaturados	51.3
VS	Áreas severamente erosionales	9.2

FUENTE: AJUSTADO DEL ATLAS AMBIENTAL

### 2.5.3 Clases agrológicas del suelo

La existencia de diferentes pisos térmicos y provincias de humedad, en el territorio del municipio de Betulia, permite grandes posibilidades para las explotaciones agrícolas, pecuarias y forestales; sin embargo, para alcanzar estos objetivos es indispensable que los suelos tengan el uso y el manejo adecuados para hacerlos verdaderamente productivos.

Para lograr éste propósito las unidades cartográficas de suelos fueron analizadas de acuerdo a las finalidades de una Clasificación Agrológica, cada uno de ellos presentan diferentes limitaciones para el efecto de uso y manejo.

La clasificación Agrológica es de tipo interpretativo y se basa en los efectos de las combinaciones de clima y características permanentes de los suelos, sobre los riesgos de deteriorarlos, limitaciones en uso y capacidad de producir cosechas y requerimientos de manejo de los suelos.

Las características permanentes de los suelos hacen referencia a la pendiente, textura, profundidad efectiva, permeabilidad, capacidad de retención de humedad, tipo de arcilla, drenaje natural.

Para lograr éste propósito de las unidades cartográficas de suelos delimitadas, se utilizó la adaptación realizada para Colombia, por Mosquera, L. (1986) del Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, según el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos.

Este sistema de agrupamiento comprende ocho Clases, de las cuales las Clases I II y V no se presentan en este estudio. Las Clases III y la IV, tienen como vocación principal el uso agrícola, especialmente por facilitarse la mecanización, ya que los suelos se encuentran en relieves con pendientes menores del 20%. Las Clases agrológicas tienen gradaciones descendientes en calidades y aptitudes de los suelos, así por ejemplo, las Clases III y IV tienen un mayor número de limitaciones que la Clase II; presentan riesgos en las cosechas por bajos rendimientos y es mayor el costo de operación.

Las Clases VI y VII son aptas para pastos, plantas nativas, cultivos de subsistencia o algunos cultivos específicos de buena rentabilidad como los frutales y café, pero requieren de prácticas intensivas de conservación y costos de operación muy elevados.

La Clase VIII no tiene aptitud agropecuaria, solamente se debe permitir el desarrollo de la vida silvestre, para fines recreativos y para conservación de los recursos naturales, que favorecen en especial a las fuentes de agua.

A continuación se describen las unidades agrológicas identificadas en el territorio. Ver mapa de clases agrológicas.

#### 1 Tierras de la Clase III

Los suelos están expuestos a ser afectados por los desbordamientos de quebradas como la Putana y otras menos aledañas al casco urbano y permanecen inundados por algún período durante el año, requieren de métodos especiales de laboreo debido a su topografía plana. Hay escasez de lluvia durante los dos semestres del año. Los suelos son superficiales a moderadamente profundos, limitados por fluctuaciones del nivel freático y por capas de cantos redondeados; las texturas son variadas con altos contenidos de arena y limo. Químicamente tienen pH ligeramente superior a 6.0 y la fertilidad natural es moderada.

En ésta clase, los suelos tienen algunas limitaciones que reducen la elección de cultivos o requieren prácticas cuidadosas de manejo, incluyendo prácticas de conservación para prevenir su deterioro o para mejorar las relaciones agua-aire

#### 2 Tierras de la Clase IV

Los suelos están limitados por la profundidad efectiva, son muy superficiales a moderadamente profundos; además, presentan por sectores acumulación de piedra en superficie; también algunos están expuestos a fluctuaciones del nivel freático. Los suelos de la clase IV tienen limitaciones muy severas que restringen la elección de cultivos y requieren un laboreo muy cuidadoso. Las restricciones en el uso, para los suelos de la clase IV, son mayores que para los de la clase III, lo mismo que la elección de cultivos, es mucho más limitada. Cuando estos suelos sostienen cultivos

requieren cuidadosas prácticas de manejo y también de conservación, que son más difíciles de aplicar y de mantener. Los suelos en la clase IV pueden ser usados para cultivos propios de los climas: cálido, medio, al igual que para pastos, bosques y vida silvestre.

Se presentan en sectores de las veredas San Mateo y Sogamoso en las inmediaciones del Río Chucuri, También se encuentran en la vereda la Putana al S-E y N-W del centro poblado de la Playa y cerca al Río Sogamoso.

### 3 Tierras de la Clase VI

Suelos profundos, bien drenados, de textura franco arenosa a franco arcillo limosa y tienen pH menor de 5.5 y superior a 6.6, susceptibles a movimientos en masa y procesos de escurrimiento difuso en grado moderado.

Se presenta en varios sectores del municipio: En sectores de la vereda Santabarbara; un pequeño sector de la vereda Palma de Oro; pequeños sectores de la vereda San Rafael; una franja alargada entre las veredas El placer y San Mateo; franja amplia alargada entre la vereda Sogamoso y San mateo y una amplia extensión en la vereda La Putana al este de la Quebrada la Putana.

### 4. Tierras de la Clase VII.

Son muy superficiales a superficiales, la textura es franco arenosa y franco arcillo arenosa; el pH es menor 5.5 y la fertilidad es moderada, las pendientes de los suelos muy pronunciadas, susceptibilidad a la erosión. Los suelos de la clase VII tienen limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para cultivos y restringen su uso fundamentalmente al pastoreo, bosques o a la vida silvestre.

Se presenta en sectores de las veredas San Rafael, al norte del casco urbano; -un sector de la vereda San José y Peña morada y en una gran extensión de la serranía de los Yariguies.

### 5. Tierras de la Clase VIII

Esta unidad por lo general hay ausencia total de suelo y donde se ha desarrollado son muy superficiales, excesivamente drenados, de texturas variadas con altos contenidos de arenas. Tienen reacción ligeramente ácida a neutra.

Además de las fuertes pendientes, existen otros factores adversos muy severos que limitan notablemente el uso de estos suelos; el clima por déficit de agua de lluvia constituye un factor determinante en las explotaciones agropecuarias; la escasa profundidad efectiva y los escurrimientos concentrados en grado muy severo. El mejor uso que se le debe dar a estos suelos es dejar que crezca la vegetación

nativa en los suelos que han sido erosionados, y conservar el bosque existente como protector de cuencas hidrográficas, fauna y flora.

Se presenta en la parte alta de la Serranía de los Yariguies; sectores de las veredas Chimita, Balzar, Unión del norte y del sur, San Rafael, San Bernardo y el Placer.

## **2.6 AMENAZAS NATURALES**

La existencia de amenazas naturales definen un marco de referencia para la estructuración de los Esquemas de Ordenamiento Territorial, teniendo como objetivo la identificación de los factores relacionados con la ocurrencia de los desastres a través del análisis de amenaza, que posteriormente permitirán realizar estudios a más detalle de vulnerabilidad y riesgo si fuera necesario. De acuerdo con los conceptos reunidos por Ojeda et al. (2001) las amenazas pueden definirse como:

- Evento amenazante o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente perjudicial en un área dada en un periodo específico (UNDRO, 1979).
- Agente (químico, físico, humano, etc) o grupo de condiciones o eventos que tienen el potencial de causar daño (Kolluru, 1996).
- Probabilidad de ocurrencia de la magnitud de un fenómeno que pueda causar daño (González, 1992).
- Probabilidad de que en un tiempo  $t$  suceda un evento de intensidad  $a$  (Mora, 1990).

### **2.6.1 Metodología**

La identificación y delimitación de las amenazas naturales en Betulia fue el resultado de un proceso secuencial en el que en primera instancia se recopiló la información relacionada con las potenciales causas de los procesos, los reportes de los mismos y los estudios técnicos efectuados con el fin de encontrar una solución para ellos.

Posteriormente se analizaron las siguientes variables presentes en el área municipal, asignando valores de una escala entre uno y diez a los rasgos de cada una de ellas, según su influencia en la inestabilidad de los taludes y en los procesos de inundación.

- ❖ Litología: Se concedió mayor valor en la susceptibilidad a presentar inestabilidad a las formaciones rocosas poco compactadas, blandas y con baja cementación en sus partículas componentes como lutitas blandas, shales, areniscas de grano fino pertenecientes a las formaciones Simití, La Luna, Umir, Lizama y Mugrosa.
- ❖ Grado de pendiente: A mayor inclinación de las laderas, mayor posibilidad de presentar desprendimientos de material (aproximadamente el 78.58% del territorio municipal presenta pendientes superiores al 50%).
- ❖ Topografía: La variación de altitudes y la configuración del relieve establecen la distribución de terrenos planos y escarpados, lo cual influye en la propensión de algunos sectores a ser inundables. El extremo norte correspondiente a la vereda La Putana y la zona de la desembocadura del río Chucurí presentan las menores variaciones de altitud del municipio, lo cual hace que estas zonas sean las más expuestas a esta amenaza.
- ❖ Geomorfología: Las unidades de origen denudacional correspondientes a depósitos de pie de ladera, conos de deyección, pendientes irregulares y escarpadas y cuestas, presentan mayor posibilidad en comparación con aquellas unidades más compactadas o de menor pendiente.
- ❖ Tectónica: La proximidad a estructuras de deformación como pliegues, zonas de fractura y fallas es un factor que actúa en asociación con los anteriormente mencionados, toda vez que la actividad tectónica manifestada a través de sismos aplicada sobre rocas de baja cohesión, con erosión intensa y altas pendientes forman las condiciones ideales para la inestabilidad de taludes.

Una vez efectuado el anterior proceso, los diferentes mapas se traslaparon con el fin de interrelacionar las variables con el fin de calcular los valores con base en los

cuales se establecieron rangos de intensidad para los tipos de amenaza identificados. Por último se localizaron espacialmente las categorías identificadas y los rangos de intensidad para cada una de ellas. Esta información se presenta en el mapa de amenazas naturales.

A continuación se presentan las principales amenazas definidas para el municipio, describiendo sus características y localización, lo cual permitirá tener una visión global de la situación actual del municipio y establecer las bases para una adecuada planificación del uso del suelo. Tales amenazas se definieron de acuerdo a procesos de remoción en masa y fenómenos hidroclimáticos. Ver mapa de Amenazas naturales.

### **2.6.2 Amenaza por fenómenos de remoción en masa**

Son procesos relacionados con el desplazamiento o transposición más o menos rápida y localizada de volúmenes variables de partículas y agregados del suelo, de mantos de meteorización, incluyendo material de suelo, detritos, bloques y masas rocosas, cuesta abajo por incidencia de las fuerzas que originan desplazamiento (gravedad, movimientos sísmicos), y con participación variable del agua del suelo y otros agentes. Comprende los deslizamientos (rotacionales y planares), los flujos de suelos y de detritos, la caída de granos y bloques, reptación, los volcamientos de rocas y detritos, entre otros.

En el municipio se presentan sectores afectados por deslizamientos y por la combinación de deslizamientos y caídas de bloques, procesos cuya amenaza se manifiesta con diferentes grados de intensidad.

#### **2.6.2.1 Deslizamientos**

De acuerdo con las variables mencionadas y sus características en el municipio, se establecieron tres categorías de intensidad distribuidas de la siguiente manera:

- **Amenaza baja por deslizamientos:** Este grado de amenaza está presente en un área de 143.9 Km<sup>2</sup> que abarca el extremo norte, la zona central y el extremo suroeste de la vereda La Putana, el oriente de la vereda Sogamoso, el occidente y el oriente de San Mateo, el occidente de San Bernardo, Peña Morada y El Placer, el occidente de Unión del Norte, de Unión del Sur y de Chimitá más un sector de las veredas Santa Bárbara y El Centro.
- **Amenaza alta por deslizamientos:** Se localiza en la parte centro del territorio en el sitio conocido como el 25 de agosto. Presenta una extensión aproximada de 0.1 Km<sup>2</sup>.

El municipio de Betulia ha presentado casos puntuales de deslizamientos, resaltando entre ellos el sucedido en el sector “25 De Agosto” en la vereda Sogamoso, localizado entre la quebrada La Lorena y el río Chucurí con un área aproximada de 45 hectáreas (300 m de ancho por 1500 m de longitud). Según el estudio realizado por Avella (2000), el movimiento de material correspondió a un deslizamiento translacional planar que desplazó material desde la cota 475 hasta la 275 de altitud sobre el nivel del mar, con una inclinación del material depositado de 25° promedio. Como causas pasivas del fenómeno se identificaron las siguientes:

- Sobrecarga por saturación de agua: Considerado como el principal detonante del movimiento, consecuencia de la permeabilidad secundaria y la infiltración de aguas de escorrentía mal manejadas. Los ensayos de laboratorio efectuados a las muestras de suelo recuperado permitieron observar que la humedad natural tiende a aumentar en profundidad superando los valores del límite plástico del suelo.
- Factores litológicos: El subsuelo de la zona afectada está compuesto de shales carbonosos micáceos y lutitas carbonosas intercaladas con areniscas y limolitas carbonosas y micáceas junto con capas de carbón,

pertenecientes a la formación Umir, e intercalación de lutitas abigarradas con areniscas de grano fino a medio de la formación Lizama, litología que en conjunto representa un material blando fácilmente deleznable.

- Factores estructurales: La presencia de estructuras de deformación como la falla del río Chucurí y el anticlinal de Chucurí ocasionaron el fracturamiento de las rocas presentes.
- Factores climáticos: La alternancia de períodos secos y lluviosos generó una variación del nivel freático, que aumentó la permeabilidad y porosidad secundaria, permitiendo la filtración de las aguas superficiales existentes en la zona y aumentando la inestabilidad del terreno.
- Factores hídricos: La erosión concentrada en cárcavas, producto de las aguas de escorrentía sobre los drenajes que discurren en el área del deslizamiento, generó una remoción del soporte y una descompresión gradual de la masa desestabilizada.
- Factores antrópicos: la tala indiscriminada del bosque ubicado en la parte superior del deslizamiento, la mala disposición de las aguas servidas y el mal manejo del agua de consumo almacenada en tanque que vierte su contenido al suelo cuando este se llena.

No obstante a que las condiciones detonantes antes mencionadas están presentes en otras áreas del municipio, no se han reportado situaciones de deslizamientos en ellas.

#### **2.6.2.2 Deslizamientos y caída de bloques**

Este tipo de fenómeno se presenta combinado con deslizamientos genera un nivel de amenaza media. Se presenta en buena parte del territorio municipal en casi la totalidad de las veredas La Putana, Sogamoso y San Mateo, el sector central de San Bernardo, el extremo sur oriental de Peña Morada, el centro de la vereda Balzora, el noroccidente de Santa Bárbara y el extremo oriental de Unión del Norte, Unión del Sur y Chimitá. Este rango está presente en un área de 166.7 Km<sup>2</sup>.

### **2.6.3 Amenazas por fenómenos hidroclimáticos**

Las emergencias por inundaciones han estado asociadas primordialmente a factores físicos y de uso del suelo, como utilización urbanística de cauces de inundación, utilización urbanística de la llanura de inundación del río, represamiento y desborde de caños y canales y escorrentía centrada en áreas urbanizadas y en laderas desforestadas.

Los fenómenos de este tipo que afectan al municipio, principalmente son: represamiento por caída de bloques de roca e inundación. La amenaza por represamiento se presenta en las dos vertientes del río Chucurí y en su desembocadura sobre el río Sogamoso, cubriendo un área total de 2.6 Km<sup>2</sup>. El valle del río Sogamoso presenta un grado variable de amenaza por inundación. No obstante a que la pluviosidad de la zona no supera los 2500 mm/año, se han presentado algunos eventos como el registrado a principios del año 1998 en el que fueron afectadas personas y construcciones del asentamiento La Playa, el cual dadas sus condiciones, debe ser redistribuido con el fin de evitar la ocurrencia de catástrofes que pueden comprometer la vida y/o bienes de sus habitantes. En esta localidad se establecieron dos niveles de amenaza, media y alta. Gran parte del centro poblado de La Playa se define como de media amenaza, por cuanto se han estado realizando dragado al Río Sogamoso, por la explotación de agregados pétreos que realiza ESGAMO, que ha profundizando en el cauce y por ende disminuyendo el problemas de inundación; un sector de la Playa si se define con de alta amenaza, por cuanto actualmente sigue presentando problemas de inundación. Se hace necesario la restricción del loteo, titulación y ejecución de obras de inversión municipal en el sector La Playa y realizar un plan de contingencia, para evitar futuras inundaciones. La distribución espacial de las dos zonas se puede observar en el mapa respectivo.

#### **2.6.4 Amenaza por actividad sísmica**

Los Andes colombianos son un territorio geológicamente complejo y dinámico; su conformación está relacionada con la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica y su zona de confluencia conocida como el Nido Sísmico de Bucaramanga. El área de Santander por encontrarse dentro de este dominio presenta un conjunto de estructuras geológicas generadas por procesos de deformación frágil y dúctil. Para la región en que se encuentra localizado el municipio de Betulia las estructuras que presentan mayor influencia son el sinclinal de Nuevo Mundo, el anticlinal de Chucurí, las fallas de La Putana, la falla de Chucurí y unos sistemas de fallas asociadas que se localizan hacia el centro y occidente del municipio y se encuentran en mayor o menor grado de actividad sísmica. Según estudios realizados por Ingeominas a escala 1:500.000, se han establecido tres zonas de acuerdo con la intensidad de la actividad como lo muestra la Figura 5. Dicho esquema presenta a Betulia localizado en la **zona de actividad sísmica media**, con un rango de magnitudes de sismos que va de 1.1 a 5.5, con predominio de suceso de sismos de magnitud 4.1 a 5.5 en la escala de Richter.

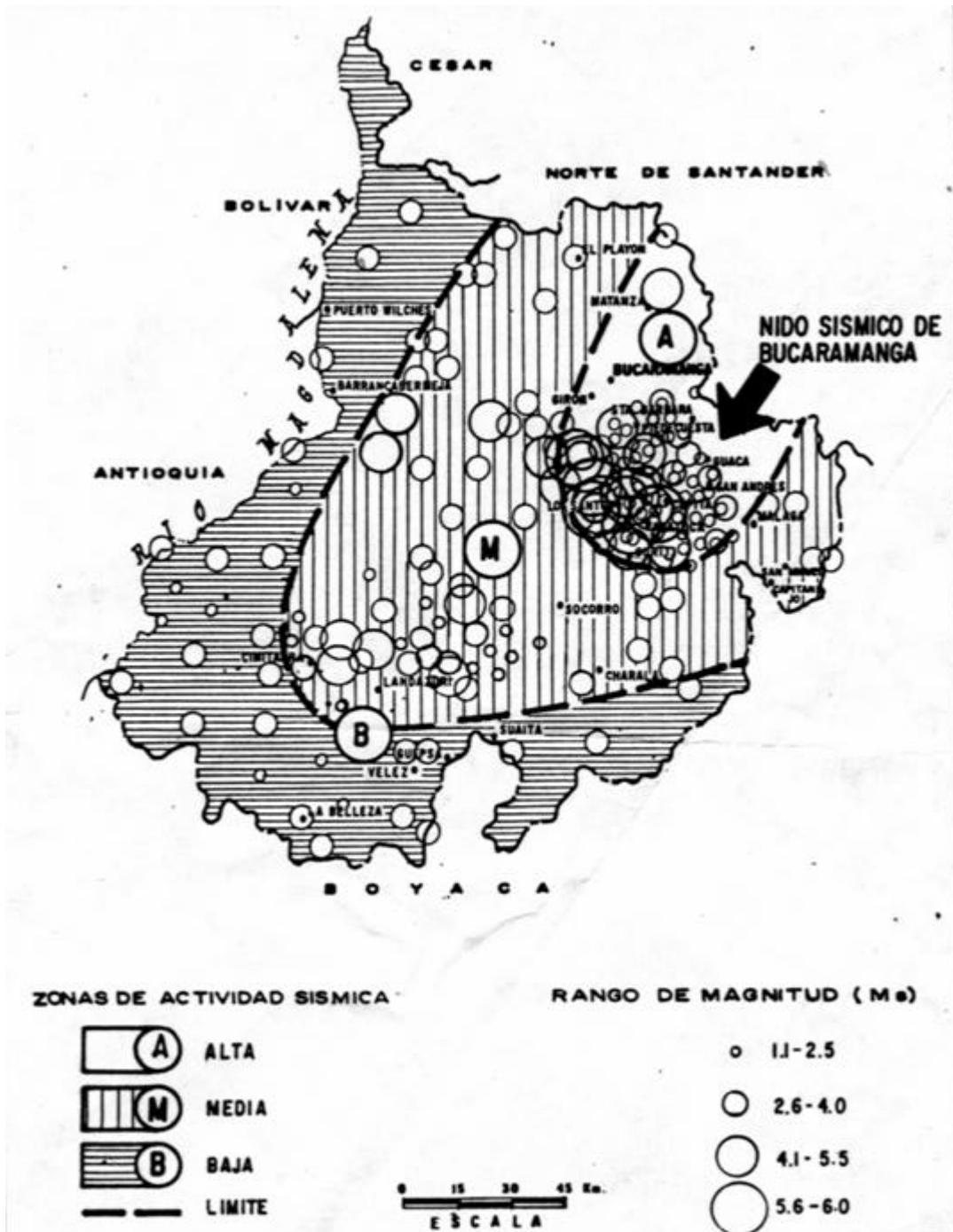
La Tabla 5 sintetiza las amenazas naturales.

TABLA 5. AMENAZAS NATURALES EN BETULIA

<b>TIPO DE AMENAZA</b>	<b>FORMA EN QUE SE PRESENTA</b>	<b>NIVEL DE AMENAZA</b>	<b>ÁREA (Km<sup>2</sup>)</b>
Fenómenos de remoción en masa	Deslizamientos	Baja	143.9
		Alta	0.1
	Deslizamientos y caída de bloques	Media	166.7
Fenómenos Hidroclimáticos	Represamiento por caída de bloques	Media	2.6
	Inundación	Media	Puntual
		Alta	Puntual
Actividad sísmica	Posibilidad de sismos	Media	Todo el municipio

FUENTE: COMITÉ OPERATIVO E.O.T.

FIGURA 5. AMANEZAS POR ACTIVIDAD SISMICA



FUENTE: ESTUDIO MICROZONIFICACION SANTANDER

## **2.7 CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

La hidrología estudia las propiedades de distribución y la circulación del agua en la superficie terrestre y en el subsuelo. La importancia del agua radica en que es un recurso vital para los diferentes ecosistemas y es indispensable para todos los procesos productivos y extractivos ejecutados por el hombre. Descubrir y analizar las características hidrológicas de un municipio consiste en explicar como se distribuye espacial y temporalmente el agua; y los tipos de agua existentes.

En el municipio de Betulia la existencia de fuentes hídricas es alta, la principal es el río Sogamoso que recorre el municipio de oriente a occidente y recoge las aguas de todas las quebradas del municipio. El río Chucurí es otro drenaje importante que atraviesa el municipio de sur a norte en la parte central. Las principales quebradas identificadas en el municipio son: La Putana, La Ramera, La Chafarota, La Azufrada, La Paramera y Zapatoca.

Debido a las características del clima y el relieve, la red hidrográfica es diversa. En el sector oriental del municipio todas las corrientes drenan al río Sogamoso, en el sector central la red hídrica drena al río Chucurí que desemboca al río Sogamoso y en el sector occidental toda la red hídrica drena a la quebrada la Putana en su mayor proporción que a su vez desemboca en el río Sogamoso, las demás drenan al río Sogamoso directamente.

### **2.7.1 Zonificación de las cuencas hidrográficas**

#### **2.7.1.1 Cuenca del río Sogamoso**

El río Sogamoso pertenece a la cuenca mayor del Magdalena, se forma a partir de la confluencia de los ríos Chicamocha y Suárez, tiene un caudal medio multianual de 540 m<sup>3</sup>/s, siendo el mayor afluente del río Magdalena, se divide en varias subcuencas que son: Sogamoso bajo, Río Sucio, Sogamoso medio, Río Chucurí y

Sogamoso alto, perteneciendo el municipio a las subcuencas Sogamoso medio y Río Chucurí. El área total de la cuenca del Río Sogamoso es de 161.722 hectáreas en el departamento de Santander, las cuales afectan al municipio de la siguiente forma: en la cuenca media del Sogamoso el municipio es afectado en 32.867 hectáreas con un porcentaje del 29.36% y en la subcuenca del río Chucurí, en 9020 hectáreas (un 21.82 % de su territorio es afectado).

El análisis de los aspectos hidrológico de la región señala como unidad principal a la cuenca del río Sogamoso, siendo su cauce el límite municipal de oriente a occidente en toda la extensión de Betulia y como una fuente de recursos para el municipio, al ser esta una corriente de gran importancia para la región ya que varias comunidades dependen de él para muchas actividades que van desde el consumo hasta la recreación. Esta corriente posee una gran carga contaminante (INDERENA, 1992) debido a la descarga de aguas negras de los municipios ubicados en su área de influencia, además también es contaminado por basuras y la gran cantidad de sedimentos originados en las zonas deforestadas en sus riberas.

Las siguientes son las subcuencas que desembocan directamente en el río Sogamoso:

- **Subcuenca de la quebrada Chafarota:** Está compuesta por 4 microcuencas que se localizan en el noroccidente de las veredas La Putana y Sogamoso cubriendo un área de 55.8 km<sup>2</sup>, su patrón de drenaje es subdendrítico a subparalelo, poco denso, en terrenos bajos y planos, sus suelos están dedicados a potreros, cultivos, pesca y a la explotación de los agregados pétreos con el material transportado por el río, algunos sectores presentan alto riesgo de inundación. La dirección de la subcuenca es de sur a norte y está sometida a radiación solar todo el día.
  
- **Subcuenca quebrada La Putana:** Localizada en la vereda del mismo nombre y el extremo occidental de la vereda Sogamoso presenta terreno inclinado, ondulado y de pendientes fuertes en su parte alta y media. En su parte media atraviesa terrenos de pendientes suaves y bajos, el patrón de drenaje que presenta en dendrítico a subdendrítico poco denso, la dirección aproximada de

la microcuenca es noroeste y hace que esté sometida a radiación solar durante la mayor parte de del día, su área de 143.8 m<sup>2</sup> equivalente al 34.79% de la superficie del municipio, está compuesta a su vez por 7 microcuencas y por su área de influencia discurren las quebradas La Aguamieluda, Las Golondrinas y La Mantecosa que vierten sus aguas a La Putana. Está dedicada a potreros, cultivos y reserva forestal ya que la serranía de La Paz está dentro de su área de influencia.

- **Subcuenca del Río Chucurí:** Ubicada en el centro del municipio por el oriente y suroriente de la vereda Sogamoso, el occidente y sur de San Mateo, oeste de Peña Morada, casi la totalidad de San Bernardo y toda la vereda San Rafael, su patrón de drenaje es dendrítico a subdendrítico, poco denso con morfología inclinada y ondulada, la dirección de la cuenca es sur-norte, la altitud de su cabecera es de 2.600 msnm y su nivel más bajo está a 180 msnm, la longitud de la corriente es 44 Km. (L), pendiente media igual a 55 IC (m,kl), el caudal máximo anual es de 149.13 m<sup>3</sup>/s. El área de la subcuenca es 90.2 Km<sup>2</sup> correspondiente a la zona de influencia del río Chucurí y está constituida por 22 microcuencas entre las que sobresalen las de las quebradas Pozo Azul, Del Chato, La Ramera o del Ramo y Morro Azul está dedicada al sector agropecuario, en su parte occidental hace parte de la serranía de La Paz, hacia su parte oriental forma parte de la serranía de Los Yariquíes.
- **Subcuenca de la quebrada La Azufrada:** está conformada por 8 microcuencas entre las que resaltan la quebrada La Paja o San Mateo, quebrada El Placer y la quebrada El Brazuelo. La subcuenca de La Azufrada presenta una superficie de 49.5 km<sup>2</sup> distribuidos entre el centro y oriente de la vereda San Mateo, la totalidad de las veredas San José y El Placer, buena parte de Balzora y el occidente de Santa Bárbara, su patrón de drenaje es subdendrítico a subparalelo poco denso, la dirección de esta es sur-norte pasando por terrenos de pendientes fuertes, está dedicada al sector agropecuario y la reserva forestal ya que el cerro Toro Negro hace parte de ella.

TABLA 6. DISTRIBUCION DE SUBCUENCAS CUENCA RÍO SOGAMOSO

<b>SUBCUENCAS</b>	<b>AREA (Km.²)</b>
Subcuenca de la Quebrada Chafarota	55.8
Subcuenca de la Quebrada La Putana	143.8
Subcuenca del Río Chucurí	90.2
Subcuenca de la Quebrada Azufrada	49.5
Subcuenca de la Quebrada La Paramera	30.6
Subcuenca de la Quebrada Zapatoca	43.4
<b>TOTAL AREA</b>	<b>414.3</b>

FUENTE: COMITÉ OPERATIVO E.O.T.

## **2.8 FLORA Y FAUNA**

La cobertura vegetal nativa de Betulia ha estado siendo reemplazada en muchas áreas por praderas de potreros con pastos mejorados y pastos naturales utilizados para ganadería, y cultivos permanentes (principalmente café y frutales), misceláneos y mezcla de misceláneos con cultivos semipermanentes y cultivos perennes (plátano, yuca, frijol).

Se encuentran áreas que todavía conservan la cobertura vegetal natural compuesta principalmente por bosque natural secundario y rastrojo alto, a la cual esta asociada una diversidad de fauna. Estas áreas se presentan en los sectores de la Serranía de la Paz, Cerro negro y la Serranía de los Yariguíes.

### **2.8.1 Flora**

A continuación se realiza una descripción de la vegetación natural existente en el municipio de Betulia teniendo en cuenta las unidades bioclimáticas o zona de vida definidas en un ítem anterior. Esta información se recopiló teniendo en cuenta las apreciaciones en los recorridos de campo y de acuerdo a lo expresado por parte de la comunidad en talleres de socialización.

a. Bosque húmedo tropical

La cobertura vegetal está compuesta por, rastrojos bajos y altos, pastos naturales y bosques secundarios, donde las especies forestales más representativas de la composición florística de esta zona son: Cedro (*Cedrela odorata*), Mónico (Cordia aliadora), Ceiba (*Hura crepitans*), Frijolillo (*Swartzia sp*), Caracolí (*Anacardium excelsum*), Guamo (*Inga sp*), Guadua (*Guadua angustifolia*), Nauno (*Pseudosamanea guachapele*), Samán (*Samanea saman*), Manchador (*Vismia sp*), abarco (*Coriniana pyriformis*), almendro (*Caryocar amygdaliferum*), guayacán (*Tabebuia pentaphylla*), higuera (*Ficus sp*), yarumo (*Cecropia sp*), Níspero (*Manilkara bidentata*), Balso (*Ochroma pyramidale*), Roble (*Tabebuia sp*), Sapan (*Chianthratropis brachipetala*), Ceiba Tolua (*Ceiba sp*), Comino (*Ocotea sp*) y Coco cristal (*Eschewellera sp*). (Ver mapa de zonas de vida y cobertura vegetal)

b. Bosque seco tropical

Yarumo (*Cecropia sp*), cucharo (*Clusia sp*), caña brava (*Arundo sp*), guamo (*Inga sp*), guadua (*Bambusa guadua*, *B. Vulgaris*), gallinero (*Pithecellobium dulce*), manchador (*Vismia sp*), Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), *Ficus sp*, caracolí (*Anacardium exelsum*), chaparo (*Byrsonima sp*), cordoncillo (*Piper sp*), tuno (*Miconia sp*), *Solanum sp*, lechero (*Croton sp*), Ciruelo (*Spondia sp*), escobilla (*Sida acuta*), *Cleome speciosa*, *Cactus sp*, *Acasia sp.*, *Bombacopsis sp.* y gramíneas que dan origen a pacionales mezclados con los arbustos o árboles.

c. Bosque muy seco tropical

Anón (*Anona reticulata*), Árbol del pan (*Artocarpus communis*), Balso (*Ochroma pyramidale*), Cámbulo (*Eritrina umbrosa*), Carate o indio desnudo (*Bursera simaruba*), Ciruelo (*Spondias purpúrea*), Cují (*Prosopis juliflora*), Espino brazil, *Hematoxylon brasiletto*), Gallinero (*Pithecellobium dulce*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Hueso (*Parquia sp*), Lluvia de oro (*Cassia fistula*), Mamoncillo (*Melicocca bijuga*), Matarratón (*Gliricidia sepium*), Moral (*Chloropora tinctoria*), Níspero (*Anona sp*), Palo de rayo (*Parkinsonia aculeata*), Tamarindo (*Tamarindus indica*). Tibigaro (*Astronium sp*), Totumo (*Crescentia cujete*), Uña de gato (*Fagara pterota*), Yabo (*Cercidium praecox*).

d. Bosque muy húmedo premontano

Escobo (*Alechornea* sp), Nogal (*Cordia alliodora*), Balso blanco (*Heliocarpus popayanensis*), Aguacatillo (*Persea caerulea*), Guayacán rosado (*Tabebuia rosea*).

e. Bosque húmedo premontano

La cobertura vegetal de esta zona está compuesta por pastizales, rastrojos y manchas de bosque secundarios altamente intervenido, donde se destaca aún la presencia de las siguientes especies forestales: pisquín (*Albizzia carbonaria*), escobo (*Alchornea* sp), carbonero (*Calliandra* sp), velero (*Cassia spectabilis*), nogal (*Cordia alliodora*), cámbulo (*Eritrina poeppigiana*), balso blanco (*Heliocarpus popayanensis*), guamo (*Inga edulis*), lanzo (*Miconia caudata*), nigüito (*Miconia theaezans*), surrumbo (*Trema micrantha*), aguacatillo (*Persea caerulea*), Cedro (*Cedrela odorata*), Caracolí (*Anacardium excelsum*), Roble (*Tabebuia pentaphylla*) y Cucharo (*Swertzia panamensis*).

f. Bosque seco premontano

Almendro, (*Terminalia cattapa*), Cámbulo, (*Eritrina umbrosa*), Caño fístulo, (*Cassia grandis*), Caracolí, (*Anacardium excelsum*), Carate o indio desnudo, (*Bursera simaruba*), Caucho, (*Ficus elastica*), Cedro, (*Cedrela odorata*), Cucharo, (*Myrsine* sp), Gallinero, (*Pithecellobium dulce*), Guáimaro, (*Brosinum* sp), Guayacán, (*Tabebuia rosea*), Higuerón, (*Ficus glabrata*), hueso, (*Parkia* sp), Limón común, (*Citrus* sp), Moral, (*Chloropora tinctoria*), Nauno, (*Pseudosamanea guachapele*), Níspero, (*Anona* sp), Panamá, (*Jatropha aconitifolia*), Sururo, (*Myrcia* sp), Tachuelo, (*Zanthoxylom* sp), Tulipán africano, (*Spathodea campanulata*) y Yarumo, (*Cecropia* sp).

g. Bosque húmedo montano bajo

Se reconocieron principalmente, Aliso (*Alnus jorullensis*), Carbonero (*Befaria aestuana*), Mortiño (*Hesperomeles heterophylla*), Encenillo (*Weinmannia* sp), Chagualo (*Clusia* sp).

### 2.8.1.1 Principales especies vegetales comerciales

Alma negra o Sapan (*Chlatratopis brachipeletala*), Amarillo baboso (*Nectandra acutifolia*), Anime (*Protium colombianum*), Caimo (*Pouteriapedicellosa*), analete, Nogal o Moncora (*Cordia alliodora*), Caracoli (*Anacardium excelsum*), Cedro (*Cederla o dorata*), Cedro Carmín (*Cederla sp*), Cedro Colombiano (*Juglans colombiensis*), Cedro-Nogal (*Juglans netropica*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), Coco (*Lecythis sp*), Coco Cabuyo (*Couratari guianensis*), Dinder-Linder (*Clorophlora tinctoria*), Frijolito (*Schizolobium Parahybum*), Punte (*Ocotea sp*), Guaimaro (*Pseudolmedia sp*), Guaimaro Blanco (*Brosimum sp*), Guaimaro Colorado (*Brosimum potabile*), Gualanday (*Jacaranda copaia*), Guamo (*Inga densiflora*), Guamo macho (*Inga sp*), Guayacán Flor Morado (*Tabebuia roseae*), Guayacán polvillo (*Tabebuia pentaphylla*), Latigo Surrumbo (*Trema micrantha*), Maíz tostado (*Dilodendron sp*), Majagua (*Spondias mombin*).

### 2.8.2 Fauna

Se presenta a continuación una breve descripción a través de grupos representativos.

#### MASTOZOOFAUNA

Ardilla, (*Sciurus sp*), Armadillo, (*Dasypus novencitus*), Comadreja, (*Mustela frenata*), Conejo de monte, (*Salvilayus floridianus*), Cuerpo espín, (*Coendu prehensilis*), Fara, (*Didelphis marsupialis*), Guaches, (*Nasua Sp*), Monos, (*Cebus sp*), Oso hormiguero, (*Tamandua tatractyla*), Perezoso, (*Bradypus variegatus*), Picur, (*Dasyprocta fuliyinosa*), Tigrillo, ocelote, (*Felis pardalis*), Tinajo, (*Agouti paca*), Venado, (*Mazama americana*), Zorro gatuno, (*Cerdocyon sp*), Zorro perruno, (*Urocyon sp*).

#### AVIFAUNA

Toche, (*Icterus mesomelas*), Tortolitas, (*Columba sp*), Tulcán, (*Picomnus olivaceus*), Turpial, (*Icterus chrysater*).

## HERPETOFAUNA

Camaleón, (*Polychrus* sp), Iguana, (*Iguana iguana*), Lagartija, (*Proctoporus* sp), Salamanesca, (*Hemidactylus* sp), Serpiente cascabel, (*Crotalus* sp), Serpiente cazadora (*Boa constrictor*) entre otros.

## 2.9 USO ACTUAL DEL SUELO

El plano de uso actual del suelo presenta la distribución espacial de las diferentes aplicaciones que se le dan al recurso suelo en el municipio de Betulia, las cuales se distribuyen en cinco categorías principales que reúnen los diferentes usos.

### 2.9.1 Metodología

Para la determinación del uso actual del suelo se tomó como base el mapa de uso del suelo del municipio de Betulia realizado por el Urpa de la Gobernación de Santander en el año de 1989. Este plano fue actualizado con base en la revisión de fotografías aéreas del municipio y posterior control de campo, con el fin de establecer las presentes aplicaciones de este recurso y por último se calculó el área para cada uno de los sectores establecidos. Ver mapa de Uso actual del suelo.

### 2.9.2 Usos actuales

Como se mencionó anteriormente el municipio presenta cinco categorías principales a nivel de reconocimiento:

- ✓ Potreros abiertos
- ✓ Vegetación natural
- ✓ Tierras mixtas o misceláneas
- ✓ Uso forestal
- ✓ Uso minero
- ✓ Uso urbano

**1. Vegetación natural:** Esta categoría presenta tres zonas de cobertura a nivel semidetallado.

## ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BETULIA

**-Bosque natural secundario:** Esta cobertura se presenta en 85.7 Km<sup>2</sup> en la zona oriental de Chimitá, occidental de la vereda Sogamoso, occidental de San Mateo, oriental de El Placer, norte y sur oeste de la vereda Balzora, sureste de Peña Morada, centro y oriente de la vereda San Bernardo, occidente de El Centro y oriente de San Rafael.

**-Vegetación especial seca:** Cubre una superficie de 18.7 Km<sup>2</sup> en las zonas suroriental de Balzora, nororiental de Santa Bárbara, norte y oriente de Chimitá.

**-Vegetación especial inundable:** Cubre una extensión de 4.6 Km<sup>2</sup> en el área inundable del río Sogamoso.

**-Rastrojos altos:** 2.0 Km<sup>2</sup> están cubiertos por este tipo de vegetación, que se distribuye entre el centro y occidente de San Rafael, el oriente de la vereda El Centro y el occidente de Unión del Norte.

**2. Potreros abiertos:** Esta categoría reúne tres usos a nivel semidetallado.

**-Pastos-rastrojos bajos:** Se presentan en la zona central y sur de la vereda Unión del Sur, en una superficie de 1.5 Km<sup>2</sup>.

**-Pastos mejorados:** Presentes en una superficie de 209.26 Km<sup>2</sup> localizados en buena parte del territorio municipal, en casi la totalidad de las veredas La Putana, Sogamoso y San Mateo, el oriente de El Placer, San José y Santa Bárbara, el nororiental de Peña Morada, centro de El Placer, occidente de la vereda El Centro y norte de Unión del Norte.

**-Pastos naturales:** Se encuentran en el centro de Balzora, occidente y oriente de Chimitá, oriente de la vereda El Centro, oriente de Unión del Norte y centro de Unión del Sur. Su extensión es de 14.8 Km<sup>2</sup>.

**3. Tierras mixtas o misceláneas:** Se presentan seis diferentes tipos de uso del suelo a nivel semidetallado.

**-Misceláneo 1 (yuca-plátano frutas y cultivos de pan coger):** Una extensión de 18.5 Km<sup>2</sup> se emplea para estos cultivos de pan coger. Se presenta en el centro, norte y sur de La Putana, noroccidente de Sogamoso, centro y oriente de las dos veredas Unión.

**-Misceláneo 2 (cebolla-hortalizas y cultivos de pan coger):** 1.2 Km<sup>2</sup> se cultivan con estos productos en torno a la cabecera municipal en la vereda El Centro.

**-Misceláneo 3 (café-cacao-pasto natural y cultivos de pan coger):** Presente en el centro de las veredas Peña Morada y San José, occidente de San Bernardo, sur de Balzora, centro y noreste de Santa Bárbara, en una superficie total de 24.8Km<sup>2</sup>.

**-Misceláneo 4 (cacao-aguacate-frutas y cultivos de pan coger):** 16.0Km<sup>2</sup> se han destinado para estos cultivos en el occidente de la vereda Sogamoso, el sur de San Mateo, el centro de Peña Morada, el centro y sur de El Placer.

**-Misceláneo 5 (Mora-granadilla y cultivos de pan coger):** El sur de la vereda San Bernardo, la zona central de San Rafael y el suroeste de la vereda El Centro presentan esta cobertura vegetal, en una superficie de 5.2 Km<sup>2</sup>.

**-Misceláneo 6 (Maíz-pasto natural y cultivos de pan coger):** Estos cultivos se presentan en los sectores central y sur de la vereda Sogamoso cubriendo un área de 2.6 Km<sup>2</sup>.

**4. Uso forestal:** Este uso se refiere concretamente a los bosques plantados en casi la totalidad de la vereda Unión del Sur y el sur occidente de El Centro , en una extensión de 6.3 Km<sup>2</sup>.

**5. Erial:** Esta zona muy frágil, sin cobertura natural protectora y alto grado de erosión con una extensión de 1.7 Km<sup>2</sup>

**ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BETULIA**

**5. Uso minero:** Este uso un sector del cauce del Río Sogamoso en inmediaciones del centro poblado La Playa, donde se esta explotando materiales pétreos por parte de un empresa ESGAMO.

**6. Suelos urbano**

Son suelos con concentración de población, extensión 0.44 Km<sup>2</sup>

A continuación en la siguiente tabla se presenta un resumen de lo anteriormente mencionado.

TABLA 7. USO ACTUAL DEL SUELO

COBERTURA Y USO	DESCRIPCIÓN	AREA (KM <sup>2</sup> )
Vegetación natural	Bosques secundarios	85.7
	Vegetación especial seca	18.7
	Vegetación especial inundable	4.6
	Ras trojo alto	2.0
Potrerros abiertos	Pastos naturales, rastrojos bajos	1.5
	Pastos naturales	14.8
	Pastos mejorados	209.26
Tierras mixtas o misceláneas	Misceláneo 1 (yuca-plátano frutas y cultivos de pan coger)	18.5 Km <sup>2</sup>
	Misceláneo 2 (cebolla-hortalizas y cultivos de pan coger)	1.2 Km <sup>2</sup>
	Misceláneo 3 (café-cacao-pasto natural y cultivos de pan coger)	24.8 Km <sup>2</sup> .
	Misceláneo 4 (cacao-aguacate-frutas y cultivos de pan coger)	16.0 Km <sup>2</sup>
	Misceláneo 5 (Mora-granadilla y cultivos de pan coger)	5.2 Km <sup>2</sup> .
	-Misceláneo 6 (Maíz-pasto natural y cultivos de pan coger)	2.6 Km <sup>2</sup>
Forestal	Bosques plantado de pino	6.3 Km <sup>2</sup>
Erial	Tierras eriales	1.7 Km <sup>2</sup>
Minero	Material pétreo	-----
Urbano		0.44 Km <sup>2</sup>

FUENTE: COMITE OPERATIVO E.O.T.

## 2.10 USO POTENCIAL DEL SUELO

Es el uso más intensivo que puede soportar el suelo, garantizando una producción sostenible sin el deterioro del suelo. Para definir las unidades del uso potencial, se basó en la superposición del mapa de pendientes, las coberturas naturales. Ver mapa de Uso potencial del Suelo.

### 2.10.1 Unidades de Uso Potencial del Suelo

Se determinaron los siguientes usos en tierras de protección y producción

#### **TIERRAS DE PROTECCION**

Son las tierras que no permiten ningún tipo de intervención agrícola, agroforestal o forestal; por ser áreas de ecosistemas frágiles como son los sistemas de bosques naturales secundarios, rastrojos altos, vegetación especial seca e inundable y altas pendientes. Se ubican principalmente en el occidente de la vereda La Putana, occidente y sur este de El Placer, noroccidente y sur este de Balzora, sur oriente de Peña Morada, la mitad oriental de San Bernardo, extremo occidental de Santa Bárbara y El Centro, el norte, oriente y sur oriente de Chimitá, y el centro de San Rafael.

- **Bosque protector:** Esta categoría corresponde al uso protector de las coberturas naturales como son los bosques secundarios presenta una extensión de 95.4 Km<sup>2</sup> y abarca sectores de las veredas San Bernardo, San Rafael y Centro en lo que hace parte de la serranía de los Yariguies; hacia el sur de la vereda Unión Sur, al igual que el extremo Nor-occidental de la vereda Unión Norte, hacia el norte en la vereda el placer, en el sector de palma de oro en la vereda Peña Morada, y unos pequeños cerros de las veredas Balzora, Peña Morada y todo el filo del cerro de la paz, en la vereda la Putana.

-**Protección absoluta:** Esta categoría corresponde a áreas muy frágiles por altas pendientes, tierras eriales y áreas que por su capacidad solo soportan vegetaciones especiales seca e inundable presenta una extensión de 66.06 y abarca sectores de las veredas de : Unión Norte, Unión Sur en una gran extensión parte de Chimita, una porción del sector Nor-occidental de la vereda el centro y una parte alargada en

el extremo occidental de la vereda el centro, en la vereda san Rafael encontramos una pequeña porción, gran parte de la vereda Balzora, unas porciones de la vereda san Mateo y Sogamoso bordeando la vía a san Vicente y hacia el sector del cerro de la paz, Así como parte de la vereda la Putana, en la parte inferior del cerro de la paz.

**-Protección Absoluta Vegetación especial Lacustre:** presenta una extensión de 4.6 Km<sup>2</sup>, se halla localizada en el extremo norte de la vereda la Putana, bordeando el río Sogamoso.

**-Protección Absoluta Vegetación especial :** presenta una extensión de 18.7 Km<sup>2</sup> y se halla localizada en el sector oriental de la vereda Chimita, y una porción en la vereda Balzora hacia el sector sur oriental.

**-Protección Absoluta Erial:** Presenta una extensión de 1.7 Km<sup>2</sup>, encontramos una gran porción en la parte nor occidental de la vereda el centro y una porción hacia el norte de la vereda unión sur.

### **TIERRAS EN PRODUCCIÓN**

Son áreas que por sus características agrológicas permiten actividades agropecuarias como son:

**-Bosque protector- productor:** presenta una extensión de 47.8 y abarca sectores de las veredas: San José, Peña Morada, la parte baja de san Bernardo, San Rafael, y la unión Sur, así como: San Mateo en su parte central, Sogamoso en el sector Altamira y parte de la leal,

**-Sistemas agroforestales:** Su extensión es de 116.7 km<sup>2</sup> y se localizan en los siguientes sectores o veredas: de gran predominio en la vereda la Putana abajo del cerro de la paz, además, hace presencia en el sector de la estrella, 25 de agosto y corintios en la vereda Sogamoso, el sector sur oriental de la vereda san mateo, parte de la vereda Santa Barbara, san Rafael y San bernardo en menor proporción.

**-Sistema Silvopastoriles:** su extensión es de 3.5 km<sup>2</sup>, y se hallan áreas optimas para estas actividades localizados en la vereda el centro con predominio hacia el norte del casco urbano.

**-Cultivos permanentes- pastizales:** su extensión es de 51.3 km<sup>2</sup>, y se presenta en la vereda la Putana con predominio en la parte baja, así como en la vereda

## ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BETULIA

Sogamoso en el valle del río Chucurí, el sector del tablazo , la finca la fe y sus alrededores.

**-Cultivos permanentes:** su extensión es de 7.1 km<sup>2</sup> , y están concentrados en centro de la vereda santa Barbara.

A continuación se presenta una tabla resumen:

TABLA 8. UNIDADES DE USO POTENCIAL DEL SUELO

USO POTENCIAL	Km <sup>2</sup>
<b>Tierra de protección</b>	95.4
Bosque protector	66.06
Protección absoluta vegetación especial lacustre o inundable	4.6
Protección absoluta vegetación especial seca	18.7
Protección absoluta erial	1.7
<b>Tierras de producción</b>	
Bosque protector-productor	47.8
Sistemas agroforestales	116.7
Sistemas silvopastoriles	3.5
Cultivos permanentes -pastizales	51.3
Cultivos permanentes	7.1

FUENTE: COMITÉ OPERATIVO E.O.T.

### 2.11 CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO

La cartografía de las zonas de conflictos de usos del suelo se realizó tomando como base la superposición del mapa de uso actual del suelo y el mapa de uso potencial. Ver mapa de conflicto de uso.

#### 2.11.1 Unidades de Conflicto de Usos del Suelo

Se determinaron las siguientes unidades de conflictos de uso: Uso Adecuado, Inadecuado, Muy Inadecuado.

## ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BETULIA

**Uso Adecuado (A)** Cuando los mayores usos actual y potencial del suelo son correspondientes. Se presenta en toda la vereda La Putana salvo en sector central, en el occidente de la vereda Sogamoso y en las riberas de los ríos Sogamoso y Chucurí que hacen parte de esta vereda, en el extremo oriental de la vereda San Mateo, occidente y sur de El Placer, casi toda la vereda Peña Morada excepto su extremo norte, la mitad sur de San José y Balzora, extremo norte de Santa Bárbara, casi la totalidad de San Bernardo, el norte y occidente de Chimittá, el centro, norte y occidente de San Rafael, occidente y sur de la vereda El Centro, norte de Unión del Norte y mitad noroccidental de Unión del Sur, en una extensión de 159.8 Km<sup>2</sup>.

Este uso se presenta al comparar los siguientes usos actuales con usos potenciales:

TABLA 9. USO ADECUADO

USO ACTUAL	USO POTENCIAL
Pastos-rastrojos bajos	Agroforestal
Pastos naturales y mejorados	Agropecuario
Bosque natural, vegetación especial seca, Rastrojos altos	Protección
Misceláneos	Agropecuario
Bosques plantados	Forestal

FUENTE: COMITÉ OPERATIVO E.O.T.

**Uso Inadecuado (I):** Ocurre cuando el uso actual presenta mayor actividad que el uso potencial mayor. Presente en la zona central de La Putana, casi la totalidad de Sogamoso menos en el sector occidental, casi la totalidad de San Mateo, el centro y oriente de El Placer, el norte de Peña Morada y San José, casi la totalidad de Balzora, el centro, sur y oriente de Santa Bárbara, centro y sur oeste de Chimitá, la mitad norte de El Centro, casi la totalidad de Unión del Norte, la mitad sur oriental de Unión del Sur y la parte central de San Rafael. Este Uso se presenta en una extensión de 253.1 Km<sup>2</sup>.

TABLA 10. USO INADECUADO

USO ACTUAL	USO POTENCIAL
Pastos mejorados y naturales	Agroforestal, forestal, protección
Misceláneos	Agroforestal, forestal

FUENTE: COMITÉ OPERATIVO E.O.T.

**Uso Muy Inadecuado (MI):** Cuando el uso actual del suelo presenta una actividad muy por encima del uso potencial mayor. Este uso la mas relevante y cartografiable se presenta en una pequeña extensión de 0.4 Km<sup>2</sup> localizada en el sur de la vereda La Putana.

TABLA 11. USO MUY INADECUADO

USO ACTUAL	USO POTENCIAL
Misceláneos	Protección

FUENTE: COMITÉ OPERATIVO E.O.T.

En la siguiente tabla se presenta un resumen del conflicto de uso con su respectiva área.

TABLA 12. CONFLICTOS DE USO

CONFLICTO DE USO	AREA(Km <sup>2</sup> )
Adecuado	159.8
Inadecuado	253.1
Muy Adecuado	0.4

FUENTE: COMITÉ OPERATIVO E.O.T.

**TABLA DE CONTENIDO**

2. COMPONENTE FISICBIOTICO.....	18
2.1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS .....	18
2.2 ZONAS DE VIDA .....	19
2.3 GEOLOGÍA.....	21
2.3.1 Estratigrafía.....	22
2.3.1.1 Rocas del Jurásico.....	22
2.3.1.2 Rocas del Cretácico.....	24
2.3.1.3 Rocas del Terciario .....	31
2.3.1.4 Rocas del Cuaternario (Qal) .....	37
2.3.2 Geología Estructural .....	37
2.3.3 Hidrogeología.....	38
2.4 GEOMORFOLOGÍA .....	40
2.4.1 Metodología .....	41
2.4.2 Morfología .....	41
2.4.2.1 Formas de origen denudacional .....	42
2.4.2.2 Formas de origen estructural denudacional .....	42
2.4.2.3 Formas de origen aluvial .....	42
2.4.2.4 Tipos de modelamiento presentes en el municipio de Betulia.....	43
2.4.3 Morfometría.....	48
2.4.4 Morfodinámica.....	50
2.4.4.1 Erosión .....	50
2.4.4.2 Procesos de remoción en masa.....	51
2.5 SUELOS .....	51
2.5.1 Suelos de las formas aluviales y/o lacustres .....	52
2.5.2 Suelos de las cordilleras .....	52
2.5.3 Clases agrológicas del suelo .....	53
2.6 AMENAZAS NATURALES.....	56
2.6.2 Amenaza por fenómenos de remoción en masa .....	58
2.6.2.1 Deslizamientos .....	58
2.7 CUENCAS HIDROGRÁFICAS .....	64
2.7.1 Zonificación de las cuencas hidrográficas.....	64
2.7.1.1 Cuenca del río Sogamoso .....	64
2.8 FLORA Y FAUNA .....	67
2.8.1 Flora .....	67
2.8.1.1 Principales especies vegetales comerciales .....	70
2.8.2 Fauna .....	70
2.9 USO ACTUAL DEL SUELO .....	71
2.9.1 Metodología .....	71
2.9.2 Usos actuales.....	71
2.10 USO POTENCIAL DEL SUELO.....	75
2.10.1 Unidades de Uso Potencial del Suelo.....	75
2.11 CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO.....	77
2.11.1 Unidades de Conflicto de Usos del Suelo .....	77

**LISTA DE TABLAS**

TABLA 1. COBERTURA DE LAS REGIONES HIDROGEOLOGICAS.....	40
TABLA 2. SÍNTESIS DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS .....	48
TABLA 3. DISTRIBUCIÓN DE LAS PENDIENTES EN KM <sup>2</sup> .....	50
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE BETULIA .....	53
TABLA 5. AMENAZAS NATURALES EN BETULIA .....	62
TABLA 6. DISTRIBUCION DE SUBCUENCAS CUENCA RÍO SOGAMOSO.....	67
TABLA 7. USO ACTUAL DEL SUELO .....	74
TABLA 8. UNIDADES DE USO POTENCIAL DEL SUELO .....	77
TABLA 9. USO ADECUADO.....	78
TABLA 10. USO INADECUADO.....	78
TABLA 11. USO MUY INADECUADO .....	79
TABLA 12. CONFLICTOS DE USO.....	79

**LISTA DE FOTOS**

FOTO 5. Vereda Balzora .....	21
FOTO 6. Crestas y pendientes estructurales, formación Girón .....	24
FOTO 7. Vereda La Unión Norte.....	25
FOTO 8. Vereda La Putana .....	26
FOTO 9. Vereda Peña Morada .....	27
FOTO 10. Vereda San Mateo .....	28
FOTO 11. Sector Central de la Vereda San Mateo.....	29
FOTO 12. Zona Central de Municipio .....	30