



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



fondo  
para el medio  
ambiente mundial  
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA



UNIVERSIDAD  
DE LOS ANDES  
VENEZUELA  
Vicerrectorado Académico  
**CIDIAT**

# LOS SUELOS DE LA CUENCA DEL RÍO CARONÍ

***Prof. Fernando Delgado, Ing. Agr., M.Sc.***

***Prof. Víctor Sevilla, Ing. Agr., M.Sc.***

**CIDIAT, Mérida**

**Diciembre, 2024**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	9
CONTEXTO INICIAL .....	9
OBJETIVO .....	12
METODOLOGÍA .....	12
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SUELOS.....	14
ÓRDENES DE SUELOS PREDOMINANTES POR SECTORES.....	16
BAJO CARONÍ.....	16
MEDIO CARONÍ.....	19
ALTO CARONÍ.....	20
ALTO PARAGUA.....	23
BAJO PARAGUA.....	25
ÓRDENES DE SUELO CON SUS RESPECTIVOS GRANDES GRUPOS QUE APARECEN EN LA CUENCA.....	31
ULTISOLES (ULT) .....	31
Kanhaplohumults .....	33
Kanhapludults.....	36
Kandihumults.....	39
Kanhaplustults.....	42
Kandiudults.....	44
Tropudults.....	48
Haplohumults.....	50
Paleudults .....	52
Kandiustults.....	55
Kandiaquults .....	57

<b>Tropaquults.....</b>	<b>60</b>
<b>Kanhaplaquults.....</b>	<b>62</b>
<b>ENTISOLES (ENT).....</b>	<b>63</b>
<b>Troporthents .....</b>	<b>65</b>
<b>Quartzipsamments .....</b>	<b>68</b>
<b>Ustorthents .....</b>	<b>70</b>
<b>Tropaquents.....</b>	<b>71</b>
<b>Tropofluvents.....</b>	<b>73</b>
<b>INCEPTISOLES (EPT).....</b>	<b>75</b>
<b>Humitropepts .....</b>	<b>76</b>
<b>Dystropepts.....</b>	<b>78</b>
<b>Tropaquepts.....</b>	<b>80</b>
<b>HISTOSOLES (IST).....</b>	<b>82</b>
<b>Tropofibrists .....</b>	<b>83</b>
<b>ALFISOLES (ALF).....</b>	<b>85</b>
<b>Haplustalfs .....</b>	<b>86</b>
<b>Kandiustalfs .....</b>	<b>88</b>
<b>Kanhaplustalfs.....</b>	<b>90</b>
<b>OXISOLES (OX).....</b>	<b>92</b>
<b>Haplustox .....</b>	<b>92</b>
<b>Kandiustox .....</b>	<b>94</b>
<b>UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS .....</b>	<b>99</b>
<b>CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS .....</b>	<b>107</b>
<b>UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE CAPACIDAD DE USO.....</b>	<b>110</b>

<b>EROSIÓN.....</b>	<b>113</b>
<b>TIPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO .....</b>	<b>117</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>120</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>121</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de las categorías jerárquicas que se contemplan en el sistema de clasificación de suelos <i>Soil Taxonomy</i> .....	10
Figura 2. Esquema resumido de las características relevantes de los Órdenes de Suelo contemplados en la Taxonomía de Suelos .....	11
Figura 3. Ejemplo de paisajes en los cuales se presentan suelos representativos de la cuenca del río Caroní .....	15
Figura 4. Distribución de Órdenes de Suelos por sectores de la Cuenca del río Caroní .....	29
Figura 5. Mapa General de Asociaciones de Órdenes de Suelos y Afloramientos rocosos en la Cuenca del Río Caroní. Escala 1:1.000.000 .....	30
Figura 6. Ejemplo de un Ultisol en la cuenca del río Caroní, localizado en sabanas de planicie .....	32
Figura 7. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Gran Grupo Kandihumults.....	41
Figura 8. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Gran Grupo Kandiudults.....	47
Figura 9. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Gran Grupo Kandiustults y sabana arbolada más seca donde suelen aparecer estos suelos..	57
Figura 10. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Orden Entisol .....	64
Figura 11. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Gran Grupo Troporthents (Udorthents) .....	67
Figura 12. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Gran Grupo Tropofibrists (Haplofibrists).....	84
Figura 13. Tierras Misceláneas (Afloramientos rocosos) en la cuenca del río Caroní .....	96
Figura 14. Reducción del Mapa de Suelos, mostrando la distribución de los principales Grandes Grupos en la Cuenca.....	98
Figura 15. Mapa Generalizado de Unidades Cartográficas de Suelos. Escala 1:500.000 .....	102

Figura 16. Leyenda (Parte I) del Mapa Generalizado de Unidades Cartográficas de Suelos. Escala 1:500.000.....	103
Figura 17. Leyenda (Parte II) del Mapa Generalizado de Unidades Cartográficas de Suelos. Escala 1:500.000.....	104
Figura 18. Leyenda (Parte III) del Mapa Generalizado de Unidades Cartográficas de Suelos. Escala 1:500.000.....	105
Figura 19. Leyenda (Parte IV) del Mapa Generalizado de Unidades Cartográficas de Suelos. Escala 1:500.000.....	106
Figura 20. Reducción del mapa a escala 1:500.000 de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso: Clases de Tierra.....	112
Figura 21. Distribución de la erosión en los distintos sectores de la cuenca del río Caroní .....	114
Figura 22. Erosión en cárcavas en la carretera nacional Santa Elena de Uairén - Ikabarú .....	114
Figura 23. Procesos de erosión activa asociados a la "trochas" por el paso de vehículos .....	115
Figura 24. Procesos de erosión activa asociados a la minería ilegal en la cuenca .....	115
Figura 25. Mapa de erosión de suelos. Escala 1:1.000.000.....	116
Figura 26. Mapa de Grupos Hidrológicos de Suelo. Escala 1:500.000 .....	119

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Resumen de los Órdenes, Grandes Grupos de Suelos y Tierras Misceláneas (afloramientos rocosos) que existen en la Cuenca del Río Caroní ..	97
Tabla 2. Características resaltantes de las Tierras por Capacidad de Uso en los diferentes sectores de la cuenca del río Caroní .....	110

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Al</b>	Aluminio
<b>CIC</b>	Capacidad de Intercambio Catiónico
<b>cm/h</b>	centímetro por hora
<b>cmol/kg</b>	centimoles por kilogramo
<b>CVG</b>	Corporación Venezolana de Guayana
<b>EDELCA</b>	Empresa de Electrificación del Caroní, C.A.
<b>FAO</b>	United Nations Food and Agriculture Organization  (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
<b>Fe</b>	Hierro
<b>ISRIC</b>	International Soil Reference and Information Centre  (Centro Internacional de Información y Referencia de Suelos)
<b>K</b>	Factor de erosionabilidad de la USLE
<b>meq/100g</b>	miliequivalentes por cien gramos de suelo
<b>mm/dm</b>	milímetros de agua por decímetro de suelo
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno
<b>SCS</b>	Soil Conservation Service  (Servicio de Conservación de Suelos)
<b>USDA</b>	United States Department of Agriculture  (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)
<b>USLE</b>	Universal Soil Loss Equation  (Ecuación Universal de Pérdida de Suelos)
<b>WRB</b>	World Reference Base for Soil Resources  (Base Referencial Mundial del Recurso Suelo)

## **INTRODUCCIÓN**

El conocimiento de las características, potencialidades y limitaciones de los suelos es una información esencial para la ordenación del territorio. El suelo cumple diversas funciones ecosistémicas y constituye la base para el desarrollo de múltiples actividades de intervención directa, o para la preservación de las condiciones naturales de los ecosistemas terrestres. Para ello, y como parte del proyecto, el presente componente incluye una descripción actualizada y sistematizada de las variables edáficas (físicas, químicas y biológicas) de los suelos de la Cuenca del río Caroní, así como la respectiva información espacial-cartográfica de los suelos y algunas interpretaciones derivadas de las características y propiedades de los mismos.

En este documento se presenta la caracterización general de los suelos presentes en la Cuenca del río Caroní, que fueron estudiados y representados cartográficamente a la escala 1:250.000, con una generalización a escala 1.500.000, así como también la clasificación de las tierras por su capacidad de uso.

## **CONTEXTO INICIAL**

En Venezuela, el sistema de clasificación de suelos más utilizado ha sido la “Taxonomía de Suelos” (*Soil Taxonomy*) publicada por primera vez en 1975, con versiones posteriores publicadas en los años 1999 y 2014. En la región de la Guayana venezolana se han realizado estudios e inventarios de sus recursos naturales, usando *Soil Taxonomy* como sistema para clasificar los suelos de esta amplia región del país. Particularmente, en la Cuenca del río Caroní, los estudios de suelo han utilizado este sistema para clasificar y ordenar sistemáticamente el origen, evolución, características y propiedades relevantes de los suelos que allí se encuentran. En la Figura 1 se muestra la estructura general del sistema *Soil Taxonomy* utilizado en los levantamientos de suelo realizados en la región, y particularmente en la cuenca del río Caroní. En la Figura 2 se muestra un esquema

resumido de las características relevantes de los Órdenes de Suelo contemplados en este sistema (grado de evolución y fertilidad natural de los suelos).

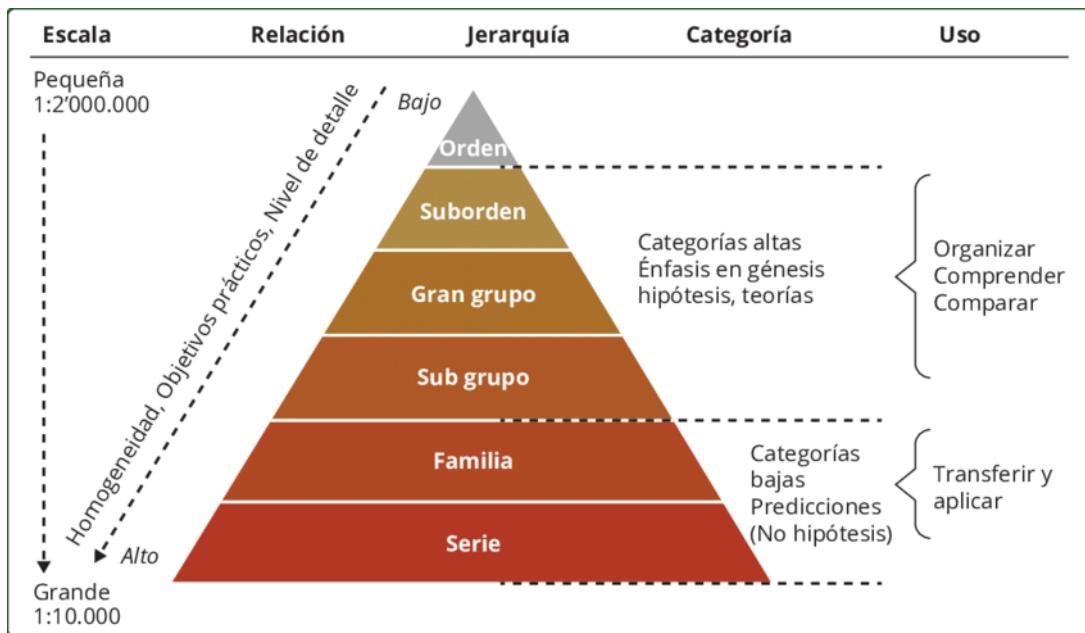


Figura 1. Esquema de las categorías jerárquicas que se contemplan en el sistema de clasificación de suelos Soil Taxonomy (Fuente: Lince, L. y Sadeghian, S., 2021)

En la cuenca del río Caroní, se han desarrollado diferentes tipos de suelos con una alta variabilidad, bajo una amplia gama de paisajes y formados a partir de una diversidad de materiales litológicos, tipos de relieve, clima y cobertura vegetal. Sin embargo, los suelos predominantes (en cuanto a Órdenes de Suelo, la categoría superior de mayor generalización establecida en la Taxonomía), son los Ultisoles que ocupan cerca del 57% del área total de la cuenca y los Entisoles con un 21%, porcentajes que no incluyen los cuerpos de agua. Los otros Órdenes son los Inceptisoles, los Histosoles, los Alfisoles y los Oxisoles, todos con menos de 2% cada uno. Por otra parte, en un alto porcentaje, las unidades cartográficas los suelos están asociados a Afloramientos Rocosos, que en total ocupan aproximadamente el 15% del área de la cuenca.

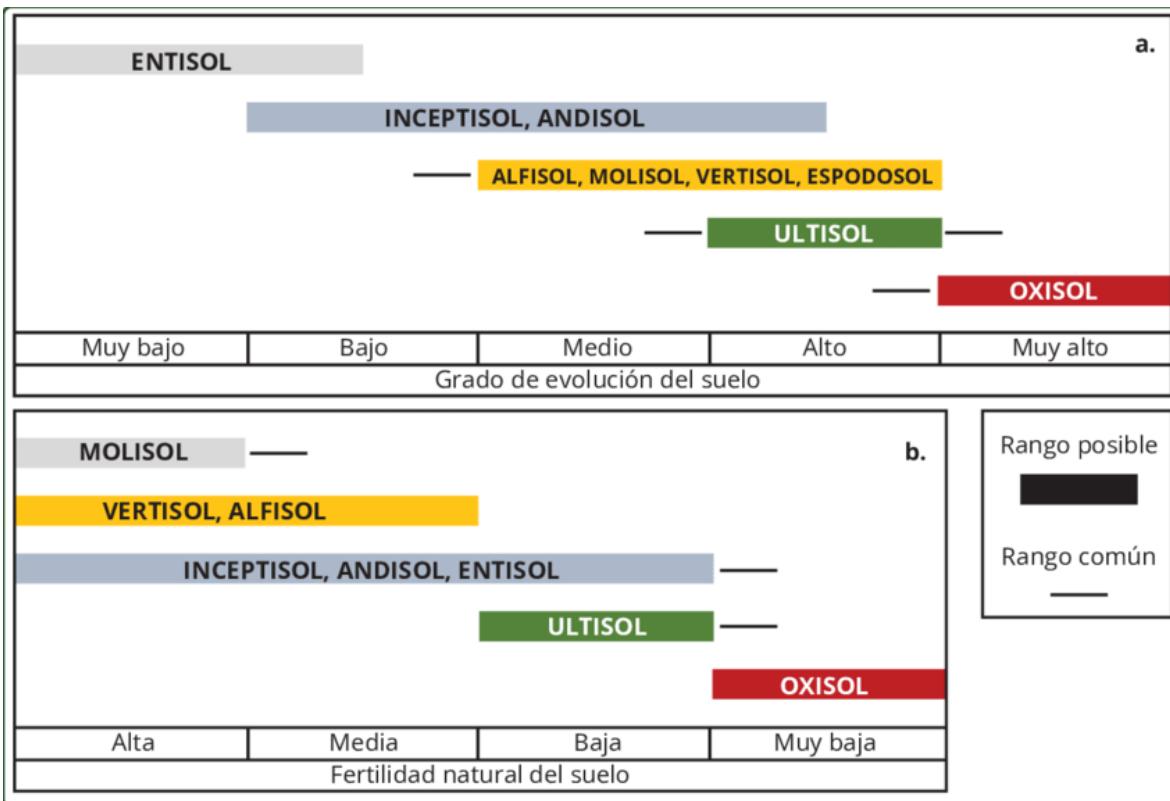


Figura 2. Esquema resumido de las características relevantes de los **Órdenes de Suelo** contemplados en la Taxonomía de Suelos (Fuente: Lince, L. y Sadeghian, S., 2021)

La mayoría de estos suelos "de la cuenca del Caroní" son bien drenados y se caracterizan por tener pH fuerte a extremadamente ácido, moderada a baja capacidad de intercambio catiónico y baja a muy baja saturación con bases, características que les confieren baja a muy baja fertilidad. Algunos suelos tienen además una alta saturación con aluminio intercambiable por lo que es muy probable la existencia de problemas de toxicidad. La muy baja fertilidad natural y otras importantes limitaciones físico-químicas los hacen poco aptos para la agricultura, lo que queda demostrado por la existencia de una superficie muy pequeña, equivalente apenas a menos de 50.000 ha de tierras Clase IIIS por Capacidad de Uso, debido al predominio de suelos de escasas condiciones para estos usos.

## **OBJETIVO**

El objetivo del trabajo consistió en acopiar y sistematizar información actualizada, documental y cartográfica sobre la variable suelos de la cuenca del río Caroní, que permita mejorar la gestión y la gobernanza, así como potenciar las capacidades institucionales y comunitarias para el uso integrado y sostenible del paisaje, la conservación de la diversidad biológica y la provisión de servicios ecosistémicos, con el fin de generar beneficios socioeconómicos y ambientales en la cuenca.

## **METODOLOGÍA**

De acuerdo al alcance del trabajo, la metodología consistió fundamentalmente en el acopio y análisis de información existente, informes y mapas de suelos a diferentes escalas. El alcance no incluyó trabajo de campo. La información principal de los suelos de la cuenca, tanto descriptiva como cartográfica, se obtuvo a partir del estudio *Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní* elaborado por la empresa CVG-EDELCA, C.A (2004), el cual a su vez acopió, revisó, corrigió, correlacionó, sistematizó y actualizó la información disponible sobre las características de los suelos, la determinación de su origen, su clasificación taxonómica, sus propiedades físicas, químicas y biológicas, así como su distribución geográfica, a partir de varios trabajos previos de levantamientos de suelos realizados en el área durante la década de los años 80 y principios de los 90, que cubren toda la cuenca del río Caroní. Estos estudios fueron principalmente el *Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana* (CVG-TÉCNICA MINERA, C.A., 1987, 1989, 1991), así como el *Estudio Integrado del área de Influencia Inmediata del Embalse de Guri* (CVG-EDELCA, C.A., 1990) y la *Caracterización de los Recursos Físico-Naturales y Aspectos Socioeconómicos del área de influencia de los futuros embalses de los Desarrollos Hidroeléctricos de Macagua, Caruachi y Tocoma en el Bajo Caroní* (CVG-EDELCA, C.A., 1995).

Otra fuente importante de información documental y cartográfica de la variable suelos, aunque a una escala de menor detalle, fue el *Plan de Gestión Integral de las Aguas de la Cuenca del Río Caroní*, elaborado por el Consorcio INCLAM-

INGENIAS para el Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (2015), con información descriptiva de los suelos y expresión cartográfica a escala 1:1.000.000.

La información procedente de diversas fuentes, se acopió y sistematizó en una Base de Datos descriptiva y cartográfica de suelos (repositorio). Dicha Base de Datos incluye tres temáticas u objetos:

1. Documento descriptivo de los suelos de la cuenca, en formato .pdf (Órdenes y Grandes Grupos de Suelo), con sus respectivas variables tales como: clasificación taxonómica de los suelos, características físicas (profundidad, horizontes edáficos, texturas, estructura, fragmentos gruesos, permeabilidad, retención de humedad, erosionabilidad, tipo hidrológico y clase de drenaje), características químicas (materia orgánica, pH, capacidad de intercambio catiónico, saturación con bases y nivel general de fertilidad química) y características biológicas generales. Además, se presenta la forma en que se describen las Unidades Cartográficas de Suelo, con sus respectivas fases y rangos de valores de las variables correspondientes a dichas fases, así como de las unidades de Capacidad de Uso de las Tierras. Ambas mostradas en los mapas, con sus respectivas leyendas.
2. Anexo Cartográfico de los suelos de la Cuenca del río Caroní, en formato .png. Este anexo incluye seis (6) mapas de suelos por cada sector de la cuenca, a escala 1:250.000 y un (1) mapa generalizado de suelos para toda la cuenca, a escala 1:500.000. También se incluyen seis (6) mapas de Capacidad de Uso de las Tierras a escala 1:250.000 y un (1) mapa generalizado de Capacidad de Uso a escala 1:500.000. Incluye además mapas de Riesgo de Erosión a escalas 1:250.000 y 1:500.000.
3. Capas de Geo-information: Esta información incluye las capas en formato vectorial (.shp) que se utilizaron para elaborar los mapas anteriormente mencionados (suelos, capacidad de uso y riesgo de erosión), complementada

con capas de Bases de Datos Globales de Suelos, con enfoque en Venezuela, para obtener la siguiente información digital:

- Capas de doce (12) variables edáficas para tres (3) profundidades de suelo (0-5, 5-15, 15-30 cm), para un total de treinta y seis (36) capas que cubren toda la cuenca, en formato ráster (.tiff). obtenidos de la Base de Datos World Soil Information (*SoilGrids*) del ISRIC.
- Información de once (11) perfiles de suelo localizados dentro de la cuenca (en formato vectorial .shp), con descripción de variables de los horizontes pedogenéticos correspondientes, obtenidos de la Base de Datos *SoilGrids* donde fueron acopiados de fuentes diversas.
- Capas de Clases de Suelo según la “Base Referencial Mundial del Recurso Suelo” (WRB) para toda la cuenca, obtenidas tanto de la Base de Datos *SoilGrids* como de la *Harmonized World Soil Database* (HWSD) de FAO.

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SUELOS**

Bajo la amplia gama de paisajes presentes en la Cuenca del Caroní (Montaña, Piedemonte, Lomerío, Altiplanicie, Peniplanicie, Planicie, Valle y Altiplanicie de Mesa) se han desarrollado diferentes tipos de suelos con una alta variabilidad, producto de la conjugación de muy variables factores de formación: materiales litológicos, tipos de relieve, clima y cobertura vegetal.

La Figura 3 muestra paisajes de la cuenca donde se presentan suelos representativos de la zona.



Figura 3. Ejemplo de paisajes en los cuales se presentan suelos representativos de la cuenca del río Caroní: (Tepuyes Kukenán y Roraima. Parque Nacional Canaima. Venezuela).Foto: Paolo Costa.

En la cuenca del río Caroní se reportan suelos pertenecientes a los órdenes taxonómicos Ultisoles, Entisoles, Inceptisoles, Histosoles, Alfisoles y Oxisoles que se pueden encontrar en diferentes asociaciones y proporciones en las Unidades Cartográficas mostradas en los mapas que se encuentran disponibles en el anexo cartográfico correspondiente. Casi todos también están asociados a Afloramientos Rocosos que constituyen el componente dominante en varias unidades. Los Ultisoles ocupan el 56,6% del total del área de la cuenca; los Entisoles ocupan el 20,6% y los Aforamientos Rocosos en 15%. El restante porcentaje se reparte entre los otros Ordenes con los Inceptisoles ocupando el 1,67%, los Histosoles el 0,42%, los Alfisoles el 0,33% y los Oxisoles con apenas el 0,26%.

Aunque estén clasificados en diferentes Ordenes, estos suelos comparten con frecuencia muchas características, ya que son suelos bien drenados a algo excesivamente drenados, aunque el drenaje es restringido hacia los paisajes más bajos y se hace excesivo hacia las partes más altas y disectadas. Desde el punto de vista químico, estos suelos se caracterizan generalmente por presentar un contenido bajo a muy bajo de carbono orgánico, fuerte a extremada acidez, baja a muy baja capacidad de intercambio de cationes y baja saturación con bases, todo lo cual les imprime características de muy baja fertilidad natural.

## ÓRDENES DE SUELOS PREDOMINANTES POR SECTORES

### BAJO CARONÍ

En el Bajo Caroní se pueden distinguir seis de los ocho paisajes que caracterizan a la cuenca del río Caroní, a saber: Montaña, Lomerío, Peniplanicies, Altiplanicie, Altiplanicie de Mesa y Valles. Los paisajes más extensos son el Lomerío y la Peniplanicie, que se distribuyen ampliamente por toda el área del Sector ocupando cada uno aproximadamente el 24% del área total. La Peniplanicie se extiende de norte a sur al oeste del Embalse Guri. En orden de importancia, le sigue un paisaje de Montaña que abarca cerca del 9% del área total del Sector. En menor proporción, se encuentran paisajes de Valle y Altiplanicie los cuales ocupan el 0,98% y el 0,07% del Sector respectivamente. Por último, tenemos la Altiplanicie de Mesa que se encuentra en la desembocadura del río Caroní ocupando un 1,22% del área.

Bajo esta amplia gama de paisajes se han desarrollado diferentes tipos de suelos con una alta variabilidad, formados a partir de una diversidad de materiales litológicos, tipos de relieve, clima y cobertura vegetal.

Los suelos desarrollados al norte de la cuenca, cerca de la desembocadura del río Caroní en el Orinoco, tienen una marcada influencia de la Formación Mesa, constituida por materiales litológicos de edad reciente (cuaternario), al igual que los depósitos aluviales de los ríos Orinoco y Caroní. Sobre este basamento domina principalmente el paisaje de Altiplanicie de Mesa y Lomerío bajo. En estos suelos existe predominancia de texturas francas a franco arcillo arenosas, abarcando menor extensión se encuentran suelos de texturas arenosas y areno francosas. De acuerdo a los bajos valores de pH los suelos son de fuerte a extremadamente ácidos, características debidas principalmente a la litología del material parental, a las condiciones de tectogénesis del Macizo de Guayana y climáticas de la región. Litológicamente, los suelos se han derivado de las rocas básicas: gabros, diabasas, granodioritas, andesitas, monzonitas, dacitas, tobas riolíticas, lavas y de las rocas ácidas: granitos, gneises, gneises graníticos, anfibolitas, esquistos, cuarcitas, cuarcitas ferruginosas, meta-lavas y filitas.

Por lo general, de las primeras se derivan suelos de texturas finas y de la meteorización de las segundas se forman suelos predominantemente de texturas gruesas. Además de las características mencionadas, estos suelos continúan siendo afectados tanto por los procesos erosivos como por el continuo lavado ocasionado por las abundantes precipitaciones, como consecuencia poseen una baja fertilidad natural. El área se encuentra afectada por afloramientos rocosos, principalmente granitos y gneises graníticos, asociados a gran parte de los suelos del sector. En el resto del sector, los suelos se han desarrollado a partir de los materiales más antiguos del área, rocas ígneo-metamórficas provenientes del Escudo de Guayana y Provincia de Imataca, sobre la cual dominan principalmente los paisajes de Lomerío y Peniplanicie, seguidos en menor proporción por paisajes de Montaña, Planicie, Valle y Altiplanicie.

En forma general, los suelos presentes en estos paisajes, son profundos y de gran desarrollo pedogenético, debido a los intensos procesos de alteración física y química de la roca madre. Son bien estructurados, la mayoría es algo excesivamente drenados, a diferencia de los suelos de pequeños valles coluvio-aluviales que son muy pobemente drenados y con inundaciones periódicas. Generalmente los suelos presentan baja fertilidad. La reacción es fuerte a extremadamente ácidos, debido a sus altos contenidos de aluminio y sesquióxidos de hierro.

Los suelos Ultisoles son los de mayor distribución en el área de la cuenca baja del Caroní, ocurren en una gran variedad paisajes presentes en este sector, ya sea en montañas, lomas, peniplanicie, planicie y valle. Estos se originan de rocas provenientes de las formaciones Pastora, Imataca y Cuchivero (materiales más antiguos), en menos proporción están los suelos desarrollados a partir de materiales deposicionales de la Formación Mesa (pleistoceno) y de sedimentos recientes de origen aluvio-coluvial.

Los suelos del orden Entisoles se distribuyen mayormente hacia el norte del sector del Bajo Caroní, ocurren en todos los paisajes que se presentan en esta zona,

relieves de lomas y filas del paisaje de lomerío, colinas de las peniplanicies, llanura aluvial de planicies y llanura inundable de valles, también ocurren en crestas y vigas de los paisajes de montaña. En los relieve de topografía escarpada y ondulada, los procesos erosivos por efecto del clima agresivo favorecen la formación de estos suelos, ocasionando la pérdida permanente de los materiales superficiales productos de la meteorización, determinando así una escasa profundidad hasta la roca madre y, en algunos casos, el afloramiento superficial de esta última.

Los Alfisoles tienen baja representación dentro del sector del Bajo Caroní, se localizan en la zona centro – este del Embalse Guri y cercanías de los centros poblados El Manteco y La Vigía, así como también al suroeste del embalse cerca del poblado El Cristo. El desarrollo de estos suelos ocurre en paisajes de lomeríos de alturas bajas, medias y altas, de topografía desde quebrada hasta escarpada, igualmente se les encuentra en la peniplanicie media de topografía ondulada. Existen áreas de los paisajes de peniplanicie y lomerío cubiertas por mantos de concreciones de hierro, que se han formado y aflorado a la superficie como consecuencia de diversos procesos ocurridos consecutivamente. Entre estos destacan la pérdida de la cobertura boscosa, los posteriores procesos de erosión que dejaron al descubierto los horizontes iluviales con altas cantidades de sesquióxidos de hierro y aluminio acumulados, y los ciclos sucesivos de humedecimiento y secado de este material.

La mayor parte de las tierras del sector fueron incluidas en las clases VII y VIII por Capacidad de Uso, debido a severas limitaciones derivadas de las características de los suelos y a la pendiente, principalmente. Hay también una considerable extensión de tierras de la Clase IV y un área pequeña de tierras de la Clase III, actualmente utilizadas con agricultura comercial y ganadería extensiva.

## **MEDIO CARONÍ**

El Sector Medio Caroní se encuentra ubicado en la zona centro – este de la Cuenca del Río Caroní, ocupando un área de 1.743.363 ha, lo que representa el 18,91% del área total de la cuenca. Fisiográficamente, en el Sector Medio Caroní se pueden distinguir siete de los ocho paisajes caracterizados en la cuenca del río Caroní, estos son, Montaña, Altiplanicie, Piedemonte, Lomerío, Peniplanicie, Planicie y Valle. La Altiplanicie constituye el paisaje de mayor extensión en el área, distribuido ampliamente por todo el sector y alcanza a cubrir un 42,7% del área total. Según el área de cobertura, le siguen los paisajes de Piedemonte, abarcando aproximadamente un 19% del área total, el paisaje de Lomerío que ocupa un 17% y los Valles con un 11% de cobertura. En menor proporción, se distinguen los paisajes de Montaña con un 4,5% del área total, la Peniplanicie el 3,7% del área, y por último la Planicie con el menor porcentaje de cobertura 1,2%.

En el Sector Medio del Río Caroní, ocurren suelos pertenecientes a los órdenes taxonómicos Ultisoles, Entisoles, Inceptisoles e Histosoles.

Los Ultisoles son los suelos predominantes, se encuentran ampliamente distribuidos en el área de este sector. Químicamente, se caracterizan por presentar pH fuerte a extremadamente ácidos, baja saturación de bases y moderada a baja capacidad de intercambio catiónico, características que le confieren baja fertilidad.

Los Entisoles, secundan a los Ultisoles en cuanto al área que ocupan y, al igual que éstos, se encuentran ampliamente distribuidos en el sector. La mayor parte son algo excesivo a excesivamente drenados, principalmente hacia las partes más altas y disectadas. El contenido de carbono orgánico es bajo a muy bajo, pH fuerte a extremadamente ácido, muy baja capacidad de intercambio catiónico y baja a muy baja saturación con bases, la fertilidad natural es muy baja.

Los Inceptisoles ocupan el tercer lugar de dominancia en el área. Son suelos bien drenados a algo excesivamente drenados. En general, el pH es extremadamente ácido, moderados a bajos valores de capacidad de intercambio catiónico y de saturación con bases.

Los Histosoles corresponden a los suelos con menor ocurrencia en el área. Se forman en las altiplanicies medias y altas (tepuyes) a partir de restos vegetales, están asociados a afloramientos rocosos. Son suelos superficiales, poco evolucionados, no presentan textura ni estructura debido a la alta proporción de restos vegetales, poco a moderadamente descompuestos. Debido al elevado hidromorfismo, estos suelos resultan pobemente drenados. Químicamente se caracterizan por presentar pH fuertemente ácido, alta capacidad de intercambio catiónico y baja saturación con bases.

Una gran parte de las tierras del sector fueron incluidas en las clases VII y VIII por Capacidad de Uso, por muy severas limitaciones de suelos y topografía, principalmente.

## **ALTO CARONÍ**

El Sector del Alto Caroní se localiza en la zona sur – este de la Cuenca del Río Caroní, ocupando un área total de 2.450.688 ha, lo que representa el 26,59% del total de la cuenca. En éste se encuentran además unas 6.479 ha ocupadas por cursos de agua permanentes que representan el 0,26% del área del sector. Limita por el noroeste con el Sector Medio Caroní, al suroeste con el Sector Alto Paragua, por el este con la Zona en Reclamación y al sur con Brasil.

En el Sector del Alto Caroní se pueden distinguir seis de los ocho paisajes caracterizados en la cuenca del río Caroní, estos son: Montaña, Altiplanicie, Piedemonte, Lomerío, Peniplanicie y Valle.

La Altiplanicie constituye el paisaje de mayor extensión en el área, se distribuye ampliamente por todo el sector y alcanza a cubrir un 54,3% del área. Le siguen los paisajes de Lomerío abarcando aproximadamente un 17,2%, el paisaje de Valle que abarca un 11,5% y el paisaje de Piedemonte el cual ocupa un 11,4%. En menor proporción se encuentran los paisajes de Montaña con 2,8% y Peniplanicie con 2,5%. Muchas de las unidades cartográficas de suelos del Alto Caroní presentan

afloramientos rocosos y se encuentran conformadas por combinaciones, asociación y proporciones diferentes de suelos y afloramientos rocosos, algunas de las cuales no son cartografiadas a la escala en que se realizó el trabajo.

Los suelos caracterizados en este sector, pertenecen a los ordenes Ultisoles, Entisoles, Inceptisoles e Histosoles, nombrados por orden de dominancia en el área.

Los Ultisoles son los suelos predominantes, se encuentran ampliamente distribuidos en el área de este sector. Se caracterizan por evolucionar en diferentes ámbitos bioclimáticos, formarse a partir de materiales provenientes de las Provincias Geológicas Roraima y Cuchivero, las rocas más antiguas del área, y por ocurrir en todos los paisajes y tipos de relieves diferenciados en esta zona. Son suelos con un alto desarrollo pedogenético, la profundidad oscila desde superficiales a muy profundos; predominan texturas francas, franco arcillosas y franco arcillo arenosas, con menor frecuencia ocurren texturas arenosas y arcillosas. La matriz de suelo, con frecuencia, se encuentra mezclada con proporciones variables de fragmentos gruesos. Comúnmente, son suelos bien drenados a algo excesivamente drenados, pero imperfectamente drenados cuando se desarrollan en los tipos de relieves más bajos. Químicamente, se caracterizan por presentar pH fuertemente a extremadamente ácido, baja saturación de bases y moderada a baja capacidad de intercambio catiónico, características que le confieren baja fertilidad.

Los suelos del orden Entisoles, secundan a los Ultisoles en cuanto al área que ocupan y, al igual que éstos, se encuentran ampliamente distribuidos en el sector. Ocurren mayormente en el paisaje de altiplanicie, le siguen los paisajes de piedemonte, lomerío y valle. Geológicamente evolucionaron a partir de rocas provenientes de las Provincias Roraima y Cuchivero. Estos suelos muestran poca a ninguna evidencia de desarrollo pedogenético. Comúnmente son muy superficiales a moderadamente profundos; sin embargo, en los valles se incrementa su profundidad llegando a ser muy profundos (>100 cm). Predominan texturas arenosas y arenofrancas, en menor proporción se encuentran suelos franco

arcillosos a arcillosos, mezcladas con proporciones variables de esqueleto grueso (gravas y guijarros de cuarzo y nódulos de hierro). No tienen desarrollo de estructura o es débil, la mayor parte son algo excesivamente drenados a excesivamente drenados, principalmente hacia las partes más altas y disectadas. El contenido de carbono orgánico es bajo a muy bajo, pH fuerte a extremadamente ácido, muy baja capacidad de intercambio catiónico y baja a muy baja saturación con bases, la fertilidad natural es muy baja.

Los Inceptisoles ocupan el tercer lugar de dominancia y se distribuyen irregularmente dentro del área del sector. Ocurren mayormente en los paisajes de altiplanicie y valle, localmente en el paisaje de piedemonte. Se desarrollaron a partir de sedimentos (de areniscas) provenientes de la Provincia Roraima, presentan poca a moderada evolución pedogenética. Por lo general, son suelos moderadamente profundos, encontrándose suelos superficiales. En superficie predominan texturas franco, franco arenosa y franco arcillosa, y en los horizontes más profundos franco, franco arcillosa y franco arcillo arenosa. Su estructura es blocosa subangular, con débil a moderado desarrollo pedogenético, en cuanto al drenaje son suelos bien drenados a algo excesivamente drenados. En general, el pH es extremadamente ácido, moderados a bajos valores de capacidad de intercambio catiónico y de saturación con bases. La fertilidad natural es baja.

Los Histosoles corresponden a los suelos con menor ocurrencia en el área, se ubican en la parte central y sureste del sector. Se forman en las altiplanicies medias y altas (tepuyes) a partir de restos vegetales, están asociados a afloramientos rocosos. Son suelos superficiales, poco evolucionados, no presentan textura ni estructura debido a la alta proporción de restos vegetales, poco a moderadamente descompuestos. Debido al nivel freático alto, los suelos resultan pobemente drenados, químicamente se caracterizan por presentar pH fuertemente ácido, alta capacidad de intercambio catiónico y baja saturación con bases. La fertilidad natural es baja.

La clasificación por capacidad de uso agrupó más de las tres cuartas partes de las tierras del sector en las clases VI, VII y VIII por severas limitaciones de suelos y topografía, principalmente. El resto de las tierras se incluyó en las clases IV y V. Sin embargo, es necesario aclarar que a éstas últimas tierras no se les puede asignar una vocación agrícola por el sólo hecho de tener esas capacidades de uso, ya que deben considerarse otros factores como el aislamiento, los riesgos de daño al ambiente y las figuras jurídicas bajo las cuales se puedan encontrar.

## **ALTO PARAGUA**

El Sector Alto Paragua se encuentra ubicado en la zona sur – oeste de la Cuenca del Río Caroní, al sureste del Estado Bolívar, ocupando un área total de 2.215.464 ha, o el 24% del área total de la Cuenca del Caroní. Se encuentran además unas 5.848 ha ocupadas por cursos de agua permanentes que representan el 0,26% del área del sector. Limita al norte con el Sector Bajo Paragua, al este con los sectores Medio Caroní y Alto Caroní, y al sur con Brasil. En este sector se pueden distinguir seis de los ocho paisajes caracterizados en la cuenca del río Caroní, estos son, Montaña, Altiplanicie, Piedemonte, Lomerío, Peniplanicie, Planicie y Valle.

El Lomerío constituye el paisaje de mayor cobertura sobre el área, se distribuye ampliamente por todo el sector y alcanza a cubrir un 63% del área total. Según el área de cobertura, le siguen el paisaje de Altiplanicie que abarca aproximadamente un 21% del área total. En menor proporción con muy bajos porcentajes de cobertura, se encuentran los paisajes de Piedemonte con una extensión de 5,4%, el paisaje de Peniplanicie ocupando un 4,8%, el paisaje de Montaña con 4% y el Valle con 1,5%. Como se puede apreciar, los suelos de este sector se han desarrollado predominantemente bajo un paisaje de Lomerío, le siguen en proporción de cobertura la Altiplanicie, y ocupando áreas de menor extensión se encuentran los paisajes de Piedemonte, Peniplanicie, Montaña y Valle.

Los suelos, generalmente son de origen residual, formados principalmente a partir de rocas ígneas de la Provincia Geológica Cuchivero (Ignimbrita, Granito, Toba Riolítica, Gneis biotítico) y en menor proporción de rocas sedimentarias de la

Provincia Geológica Roraima (Areniscas del tipo Cuarzosa, Feldespática, Conglomerática, Arcósica). En el Sector Alto Paragua, sólo se reportan suelos pertenecientes a los órdenes taxonómicos Ultisoles, Entisoles e Inceptisoles. Es importante señalar que los afloramientos rocosos ocupan extensiones importantes dentro del sector. Gran parte de las unidades cartográficas de suelo se encuentran conformadas por combinaciones y proporciones diferentes de suelos y afloramientos rocosos, estos últimos no cartografiados a la escala de trabajo.

Los suelos Ultisoles son los que predominan en el área, ocurren asociados a bioclimas Ombrófilo macrotérmico y submesotérmico. Se caracterizan por evolucionar a partir de rocas pertenecientes a las provincias Roraima y Cuchivero, no obstante, también evolucionan de materiales coluvio-aluviales derivados de estas rocas. Se distribuye en la amplia gama de paisajes caracterizados en la cuenca del río Caroní, de los cuales el paisaje lomerío es donde los suelos Ultisoles ocurren con mayor frecuencia, seguido de los paisajes de altiplanicie, piedemonte, peniplanicie y montaña, en menor proporción ocurren en valles. Son suelos de alta evolución pedogenética, los cuales poseen horizontes de arcilla iluvuada. Son suelos profundos a muy profundos (50 cm – >150cm), cuyas características físicas y químicas y morfológicas, cambian de acuerdo a su distribución geográfica y posición en el paisaje. Superficialmente presentan texturas francesa, franco arcillosa, franco arcillo arenosa y franco limosa, comúnmente asociadas con proporciones variables de fragmentos gruesos (5% – 60%), en particular gravas, guijarros de cuarzo y módulos de hierro. La estructura dominante es blocosa subangular, con grado de desarrollo débil a moderado y tamaño fino a mediano, sin embargo, algunos pedones exhiben de tipo granular a blocosa angular, con desarrollo y tamaño variable.

Los Entisoles corresponden al segundo orden más frecuente en el sector bajo estudio, ocurren en diferentes ámbitos bioclimáticos, geomorfológicos y geológicos. Se encuentran en ambientes Ombrófilo macrotérmico, submesotérmico y mesotérmico. Geológicamente, han evolucionado a partir de rocas pertenecientes a la Provincia Geológica Roraima, particularmente areniscas del tipo cuarzosa,

arcósica, feldespática, conglomerática y volcanoclástica, así como de granitos provenientes de la Provincia Geológica Cuchivero. Se encuentran mayormente distribuidos en el paisaje de altiplanicie, le siguen los paisajes de piedemonte y lomerío, y en ínfima proporción, en paisaje de montaña. En términos generales, son suelos muy superficiales a moderadamente profundos (10 – 100 cm), las características de estos suelos, tanto morfológicas como físico-químicas, varían según su distribución geográfica y ubicación en el paisaje.

Los Inceptisoles ocupan un área muy pequeña dentro del sector (aproximadamente 1%), se localizan hacia el noroeste del sector en los paisajes de valle y altiplanicie, en los tipos de relieve llanura aluvial y de erosión, vega y cuesta. Se han desarrollado a partir de sedimentos (areniscas) provenientes de la Provincia Roraima, presentan poca a moderada evolución pedogenética. Son suelos superficiales a profundos (25 – 150 cm). Sus características morfológicas y físico-químicas varían en función de su distribución geográfica y ubicación en el paisaje. Predominan, en estratos superficiales, las texturas francas, franco arenosas, franco arcillosas y franco arcillo arenosas, estructura blocosa subangular, de débil a moderado desarrollo y tamaño muy fino a fino. En los horizontes más profundos, las texturas son franco arenosa, franca, franco arcillosa, franco arcillo limosa y arcillosa, con estructura prismática a blocosa subangular, de débil a moderado desarrollo pedogenético y tamaño variable.

Más de las tres cuartas partes de las tierras del sector se incluyeron en las clases VI, VII y VIII y el resto en las clases IV y V. Éstas últimas clases no tienen necesariamente una vocación agrícola debido a la ubicación de las mismas y a las consideraciones que es necesario hacer respecto a la preservación del sector como área productora de agua.

## **BAJO PARAGUA**

El Sector Bajo Paragua se encuentra ubicado en la zona centro – este de la Cuenca del Río Caroní, al sureste del Estado Bolívar, ocupando un área total de 1.491.427 ha., lo que representa el 16,18% del total de la Cuenca. Se encuentran también

unas 24.166 ha ocupadas por cursos de agua permanentes que representan el 1,62% del total del sector. Limita al norte con el Sector Bajo Caroní, al este con el Sector Medio Caroní y al sur con el Sector Alto Paragua.

En este sector se pueden distinguir siete de los ocho paisajes caracterizados en la cuenca del río Caroní, estos son, Montaña, Altiplanicie, Piedemonte, Lomerío, Peniplanicie, Planicie y Valle. El Lomerío constituye el paisaje de mayor extensión en el sector, se distribuye ampliamente en el mismo y alcanza a cubrir un 37% del área total. Según la extensión, le siguen el paisaje de Altiplanicie que abarca aproximadamente un 29% del área total, el paisaje de Peniplanicie ocupando un 22%. En menor proporción con muy bajos porcentajes de cobertura, se encuentran los paisajes de Piedemonte cubriendo una extensión de 9%, el paisaje de Valle con 1,8%, el de Montaña con 0,45% y la Planicie con apenas un 0,1 %. Como se puede apreciar, los suelos de este sector se han desarrollado predominantemente bajo los paisajes de Lomerío y Altiplanicie, le sigue en proporción de cobertura la Peniplanicie, y ocupando áreas de menor extensión se encuentran los paisajes de Piedemonte, Valle, Montaña y Planicie.

En este Sector se reportan suelos pertenecientes a los órdenes Ultisoles, Entisoles, Inceptisoles, en menor proporción ocurren Histosoles, Alfisoles y Oxisoles.

Los Ultisoles predominan en el sector, y ocurren asociados a bioclimas Tropófilo Macrotérmico, Ombrófilo Macrotérmico y Ombrófilo Submesotérmico. Son suelos evolucionados partir de rocas pertenecientes a las provincias Pastora, Cuchivero y localmente Roraima. También evolucionan de materiales coluvio – aluviales de edad más reciente. Se encuentran distribuidos en la amplia gama de paisajes caracterizados en el sector, predominantemente ocurren en el paisaje de lomerío, seguido de los paisajes de altiplanicie, peniplanicie y piedemonte, en menor proporción ocurren en valles, y con menor frecuencia aún en la montaña y planicie. Los suelos presentan un avanzado desarrollo pedogenético, son moderadamente profundos a muy profundos (50 – 150 cm), cuyas características físico-químicas y morfológicas, varían de acuerdo a su distribución geográfica y posición en el paisaje.

En superficie dominan texturas francesa, franco arcillosa, franco arcillo arenosa y franco arenosa, a mayor profundidad las texturas pueden ser arcillosa, franco arcillosa, arcillo arenosa, localmente franco arcillo limosa y arcillo limosa, comúnmente asociadas a contenidos variables de fragmentos gruesos, como gravas, gravillas y nódulos de hierro. Por lo general, la estructura es blocosa subangular, con grado de desarrollo débil a moderado, comúnmente, son bien drenados; sin embargo localmente hacia las zonas con pendientes muy fuertes son algo excesivamente drenados y en las áreas deprimidas, ocurren los pobre e imperfectamente drenados.

Los Entisoles corresponden al segundo orden más frecuente en el sector bajo estudio, ocurren indistintamente en varios ambientes bioclimáticos, Tropófilo macrotérmico, Ombrófilo macrotérmico y Ombrófilo submesotérmico. Se localizan principalmente hacia los paisajes de altiplanicie y piedemonte, en menor proporción ocurren en paisajes de lomerío y valle, en la montaña se observan en menor cuantía aún. Se han originado mayormente a partir de rocas sedimentarias (areniscas cuarzosa y feldespáticas) de la Provincia Roraima y en menor proporción a partir de rocas ígneas (principalmente granitos) de la Provincia Cuchivero, localmente de esquistos de la Provincia Pastora y de materiales más recientes de origen aluvial. Se caracterizan por no presentar ningún tipo de desarrollo pedogenético, no obstante que ocurren algunos suelos con un desarrollo débil a muy débil. Son suelos superficiales a muy superficiales, localmente moderadamente profundos a muy profundos. Las texturas son arenosa a arenofrancosa; ocurriendo en ocasiones texturas franco arenosa, francosa y franco arcillosa, y localmente arcillosa, las cuales pueden estar mezcladas con proporciones variables de fragmentos gruesos. Son suelos algo excesivamente a excesivamente drenados, ocasionalmente son bien drenados, hacia las depresiones y zonas inundables el drenaje es pobre a imperfecto.

En tercer lugar se encuentran los Inceptisoles; los cuales ocurren también en diferentes ámbitos bioclimáticos; en este sector se localizan fundamentalmente en

el paisaje de altiplanicie, en posición de vega. Los mismos se han desarrollado a partir de rocas ígneas de la Provincia Pastora y de rocas sedimentarias de la Provincia Roraima, particularmente del material coluvio – aluvial proveniente de estas rocas. Presentan un débil a muy débil desarrollo pedogenético. Son superficiales a moderadamente profundos, con texturas arenosa, franco arenosa, franca, franco arcillosa y arcillo limosa. Son suelos moderadamente bien drenados; sin embargo, en las zonas depresionales como las vegas, los suelos son pobemente drenados.

Los Histosoles ocupan el cuarto lugar de dominancia, éstos se desarrollan en el paisaje de altiplanicie (tepuyes), en posición de mesa. Se caracterizan porque se originan exclusivamente a partir de restos vegetales. Son suelos superficiales, con poco desarrollo pedogenético, sin textura ni estructura, debido a la presencia de altos contenidos de restos vegetales moderadamente descompuestos. Son suelos pobemente drenados debido al nivel freático alto, y a diferencia del resto de los suelos, éstos poseen una alta capacidad de intercambio catiónico como consecuencia de altos contenidos de materia orgánica, la saturación con bases sin embargo, es baja.

En quinto lugar, ocurren los Alfisoles, éstos se desarrollan en un ambiente bioclimático Tropófilo Macrotérmico. Se localizan hacia el paisaje de peniplanicie, se han originado a partir de esquistos predominantemente. Tienen un desarrollo pedogenético moderado; son muy profundos y tienen texturas arcillosas a través de todo el perfil, la estructura, comúnmente es blocosa subangular. Son suelos bien drenados.

En sexto lugar se encuentran los Oxisoles, este orden está escasamente representado en el sector. Pueden desarrollarse en diferentes ambientes bioclimáticos, concretamente en Tropófilo macrotérmico y en Ombrófilo macrotérmico. Se localizan hacia los paisajes de lomerío y montaña. Se originaron a partir de rocas pertenecientes principalmente a la Provincia de Cuchivero. Son

moderadamente profundos, aunque en ocasiones pueden ocurrir suelos profundos, las texturas son arcillosas a través de todo el perfil; ocasionalmente asociados a contenidos variables de gravas y gravillas. Comúnmente, la estructura es blocosa subangular, pero en algunos casos poseen estructuras granulares y prismáticas. Estos suelos son algo excesivamente a excesivamente drenados.

En la Figura 4 se muestra la distribución de Órdenes de Suelos por sectores de la Cuenca del río Caroní.

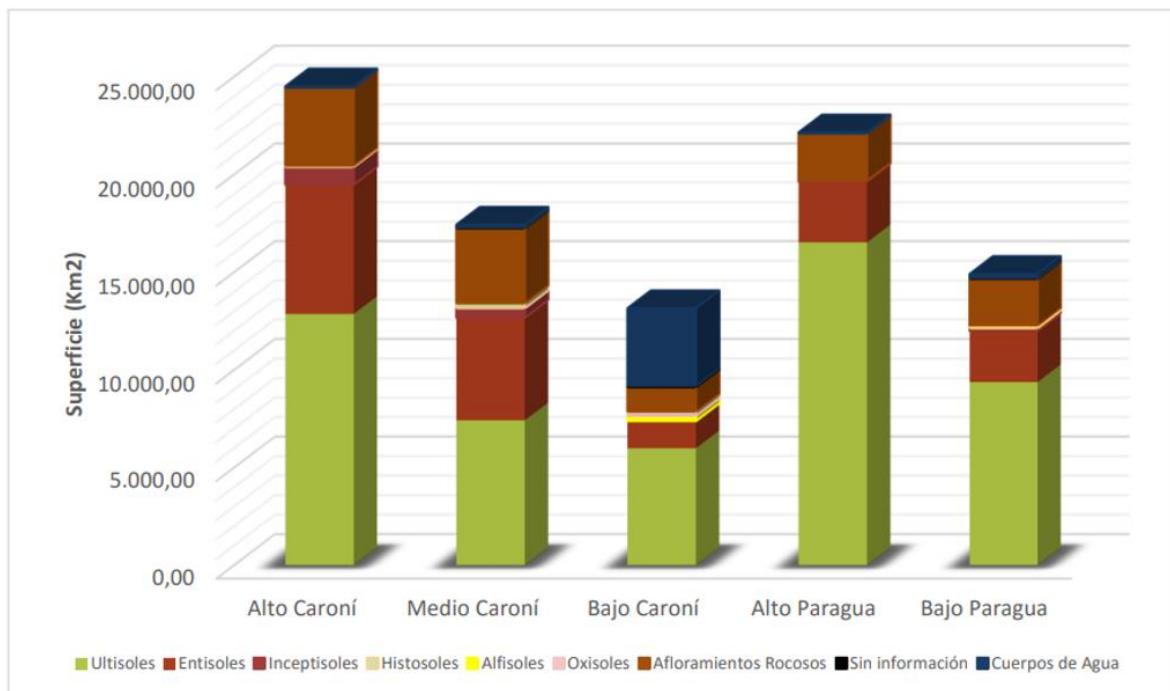


Figura 4. Distribución de Órdenes de Suelos por sectores de la Cuenca del río Caroní.  
Fuente: Plan de Gestión Integral de las Aguas (2015).

En la Figura 5 se muestra un mapa general de Asociaciones de Órdenes de Suelos y Afloramientos rocosos en la Cuenca del Río Caroní, a escala 1:1.000.000.

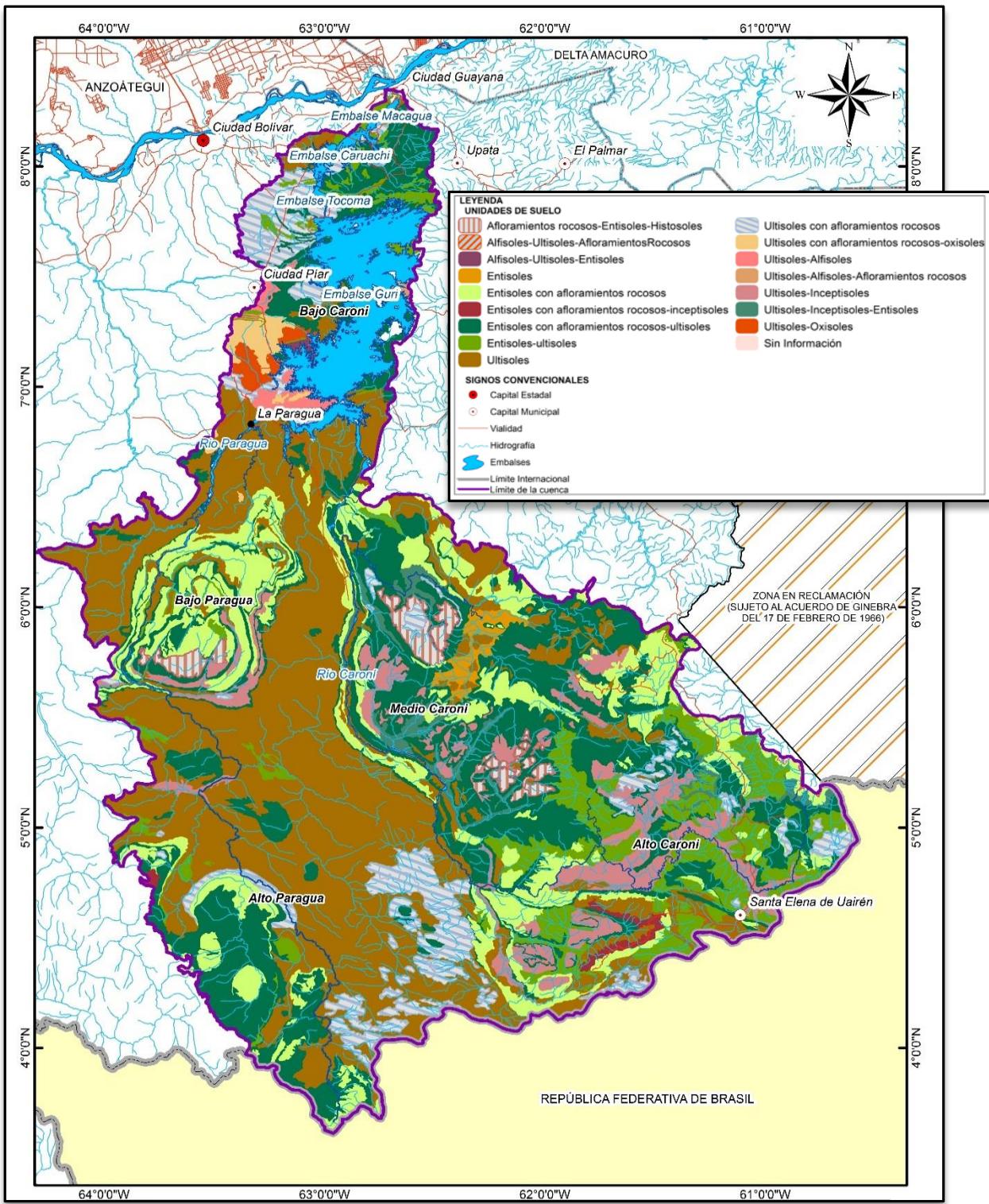


Figura 5. Mapa General de Asociaciones de Órdenes de Suelos y Afloramientos rocosos en la Cuenca del Río Caroní. Escala 1:1.000.000. Fuente: Plan de Gestión Integral de las Aguas (2015).

## **ÓRDENES DE SUELO CON SUS RESPECTIVOS GRANDES GRUPOS QUE APARECEN EN LA CUENCA**

A continuación se presenta una breve descripción de los Órdenes de Suelos que predominan en el área, así como una caracterización general de los Grandes Grupos de Suelo pertenecientes a estos Órdenes que predominan en el área de estudio, realizada de acuerdo a la clasificación del Soil Taxonomy (USDA - Soil Survey Staff, 1974), que fue la versión utilizada para clasificar y correlacionar los suelos en los levantamientos más recientes y completos realizados en la cuenca del río Caroní.

La clasificación de estos suelos no pudo adaptarse a las nuevas versiones del *Soil Taxonomy* debido a que no se dispuso de las descripciones ni de los datos de laboratorio de los perfiles representativos. Las Fases de Grandes Grupos se muestran como componentes de las Unidades Cartográficas de Suelos en los mapas respectivos.

La secuencia descriptiva de los diferentes Órdenes y Grandes Grupos taxonómicos, se realiza a continuación, de manera ordenada de acuerdo al área que éstos suelos ocupan en la cuenca, según se desprende del Plan Maestro de la cuenca del río Caroní (CVG-EDELCA, CA, 2004). La importancia relativa y la superficie ocupada por los diferentes Grandes Grupos de suelo se muestran en la Tabla 1.

### **ULTISOLES (ULT)**

Es el orden de mayor dominio en la cuenca, ocupando 5.219.542,1 ha, equivalentes al 56,63% del total. Se distribuye en la amplia gama de paisajes en la cuenca del río Caroní, de los cuales el paisaje lomerío es donde los suelos Ultisoles ocurren con mayor frecuencia. Son suelos de gran evolución pedogenética, los cuales muestran mayormente una secuencia de horizontes A-B-C o A-Bt-C; con el B o Bt de arcilla iluvizada. Son suelos profundos a muy profundos, cuyas características físico-químicas y morfológicas, cambian de acuerdo a su distribución geográfica y posición en el paisaje. La mayoría de los suelos son bien drenados, sin embargo,

en relieve muy quebrados a escarpados el drenaje va de algo excesivo a excesivo, mientras que en los relieve de vegas cambia a imperfectamente y pobemente drenado.



Figura 6. Ejemplo de un **Ultisol** en la cuenca del río Caroní, localizado en sabanas de planicie. (Fotografía: Pedro Alexis Pinto)

Químicamente presentan un pH ácido a extremadamente ácido, baja a muy baja saturación con bases y baja capacidad de intercambio catiónico. Las condiciones climáticas de altas precipitaciones y temperaturas condiciona la ocurrencia de horizontes de iluviaión de arcilla (Argílico ó Kándico) muy espesos y con fuerte lixiviación, lo cual origina una desaturación del complejo adsorbente, manifestada por una baja capacidad de retención de cationes, con dominancia de una fracción fina de minerales secundarios, en particular caolinita y sesquióxidos de hierro y aluminio. Por lo general, estos procesos están acompañados de acumulación de materia orgánica, por descomposición de restos vegetales, generando así un enriquecimiento relativo de nutrientes en superficie (horizonte A o episuelo),

alcanzando, en algunos casos, sobre todo bajo bosque, niveles medios aún en el subsuelo. Por otro lado, en las vegas, llanura aluvial y vallecitos coluvio-aluviales, también hay acumulación de materia orgánica como consecuencia de las condiciones de hidromorfismo presente. El Suborden Humults está relacionado espacialmente en la cuenca con la cobertura boscosa, sobre todo en el Alto Paragua.

La Figura 6 muestra un perfil representativo de un Ultisol en sabanas de planicie, en la cuenca del río Caroní.

Equivalencia de los ULTISOLES con la clasificación de la Base Mundial Referencial de Suelos (WRB) de la FAO:

### **ACRISOLES – LIXISOLES**

A nivel de Grandes Grupos de suelo, los Ultisoles presentes en la cuenca del río Caroní son los siguientes:

#### **Kanhaplohumults**

Los Kanhaplohumults son los Ultisoles predominantes en la cuenca y representan el 15,85% del total de los suelos presentes en la cuenca del río Caroní. Se distribuyen mayormente en los paisajes lomerío, piedemonte, montaña, altiplanicie y en menor proporción en paisaje de valle. La mayor parte de los Kanhaplohumults ocupa principalmente posiciones de lomas, también se encuentran en glacis, taludes de derrubios, crestas, cuestas y llanuras aluviales.

#### Características relevantes:

Profundidad media: suelos moderadamente profundos a profundos (50 – 150 cm)

Horizonte A

- Espesor: de 5 a 30 cm.,
- Textura: franco arcillosa, franco arcillo arenosa, franco arcillo limosa y franca.
- Fragmentos gruesos: 5 – 15%, gravas de cuarzo y nódulos de hierro.

- Estructura: blocosa subangular con grado de desarrollo débil a moderado y tamaño fino a mediano.
- Permeabilidad: moderada (2,0 a 6,0 cm/h).
- Capacidad de retención de humedad: moderada a baja (80-40 mm/dm)
- Carbono orgánico: alto a mediano (5,0 – 2,0 %).
- Acidez: fuertemente ácido (pH 4,5 – 5,2).
- Capacidad de intercambio catiónico: moderada a baja (20,0–6,0 cmol/kg de suelo).
- Porcentaje de saturación con bases: moderada (30 – 50%).

#### Horizonte B

- Espesor: de 10 a 90 cm
- Texturas: franco arcillo arenosa, arcillosa, arcillo arenosa y franco arcillosa.
- Fragmentos gruesos: (5 –60%), gravas de cuarzo y nódulos de hierro.
- Estructura: predominantemente blocosa subangular, grado de desarrollo débil a fuerte y tamaño medio a fino.
- Permeabilidad: moderada a moderadamente rápida (2,0 -13,0 cm/h)
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada a baja (80-40 mm/dm)
- Carbono orgánico: bajo a moderado(1,0-2,5%)
- Acidez: extremadamente ácido (pH < 4,5)
- Capacidad de intercambio catiónico: baja (6,0–12,0 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: bajo (< 20%).

Los Kanhaplohumults de la cuenca del río Caroní son suelos profundos que permanecen húmedos durante 9 meses o más al año. Son suelos que por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura fuerte, buena agregación y relativamente alta estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la fuerte estructuración y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y adecuada aireación, moderadas a altas tasas de infiltración y permeabilidad moderadamente alta en el perfil, la cual se puede reducir

ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial (kándico) a profundidad variable. Debido a las texturas predominantes, tienen una moderada capacidad para retener agua, particularmente en el horizonte Bt más arcilloso. La presencia de fragmentos gruesos en el perfil es variable, y dependiendo de su contenido volumétrico pueden incidir en la capacidad del suelo para retener agua, o impedir un adecuado desarrollo radical, si el volumen de fragmentos gruesos es significativo.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad (separabilidad) moderada a baja (factor K de la USLE entre 0,020-0,025), en virtud de la estructura fuerte, texturas medias y moderados contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve y la pendiente predominante. En posición de montaña baja ( $>30\%$ ), altiplanicie suavemente inclinada (4-16%), lomeríos (8-60%) o peniplanicie ondulada (8-16%) estos riesgos se convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora. Por las texturas predominantes y la presencia de óxidos de Fe y Al, estos suelos son susceptibles a procesos de compactación, los cuales se pueden incrementar bajo intervención con agricultura mecanizada.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía moderadamente bajo (tipo hidrológico B).

El drenaje de estos suelos está igualmente relacionado con el paisaje, relieve y topografía en los cuales aparecen: en paisajes de montaña, lomeríos, altiplanicie inclinada o peniplanicie ondulada, el drenaje va desde bien drenado hasta excesivamente drenado. En posiciones de valles medios presentan generalmente condiciones de drenaje restringido, mientras que en valles bajos (pendiente 0-4%) pueden presentar condiciones de inundabilidad.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y muy elevada acidez. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de hierro y

aluminio en el perfil del suelo. Los horizontes superficiales, de colores generalmente más oscuros, pueden contener moderados contenidos de carbono orgánico, lo cual mejora las condiciones de fertilidad natural en los estratos superiores.

Desde el punto de vista biológico, los moderados contenidos de materia orgánica presentes en los horizontes superficiales de estos suelos pueden propiciar el desarrollo de una microbiota edáfica variada que favorece los procesos de descomposición acelerada y reciclaje rápido de nutrientes, para favorecer la nutrición vegetal.

### **Kanhapludults**

Se encuentran principalmente en los paisajes de lomerío, altiplanicie, peniplanicie, montaña y valle, en posiciones de loma, mesa, colina, cuesta, glacis, llanura aluvial y vega. Se desarrollan, principalmente, a partir de rocas sedimentarias de la Formación Ichún en el Sector Alto Paragua; asimismo, de rocas ígneas pertenecientes al grupo Cuchivero; localmente, evolucionan de sedimentos pertenecientes a dichas formaciones y muestran, en sus características morfológicas y físico-químicas, un avanzado grado de desarrollo evolutivo.

#### Características relevantes:

Profundidad media: suelos superficiales a profundos (50 – 150 cm).

#### Horizonte A

- Espesor: de 5 – 25 cm.
- Textura: franca, franco arenosa, franco arcillo arenosa y franco arcillosa acompañada de nódulos de hierro, de tamaño y forma variable.
- Fragmentos gruesos: 5 – 15%
- Estructura: blocosa subangular, grado de desarrollo moderado y tamaño fino a mediano.
- Permeabilidad: moderada a moderadamente rápida (2,0-13,0 cm/h)
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada a baja (80-40 mm/dm)
- Carbono orgánico: bajo a moderado (0,5-2,0 %)

- Acidez: fuertemente a extremadamente ácido (pH desde 5,2 hasta menos de 4,5).
- Capacidad de intercambio catiónico baja a muy baja (12,0-6,0 cmol/kg de suelo), y en algunos casos es moderada (12,0-20,0 cmol/kg de suelo).
- Porcentaje de saturación con bases: muy bajo (<15%).

#### Horizonte B

- Espesor: de 9 – 115 cm
- Textura: arcillosa, franco arcillosa y arcillo arenosa.
- Fragmentos gruesos (5 – 60%) gravas de cuarzo y módulos de hierro, tamaño y forma mixta.
- Estructura: blocosa subangular, grado de desarrollo moderado y tamaño fino a mediano.
- Permeabilidad: moderadamente rápida a moderada (2,0-13,0 cm/h)
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada a muy baja (80 a menos de 40 mm/dm)
- Carbono orgánico: bajo a muy bajo (2,0 – 0,5%).
- Acidez: extremadamente ácido (pH < 4,5)
- Capacidad de intercambio catiónico: baja a muy baja (12,0 cmol/kg de suelo hasta menos de 6,0 cmol/kg).
- Porcentaje de saturación con bases: muy baja (<15%).

Los Kanhaploudults de la cuenca del río Caroní son suelos profundos que permanecen húmedos durante 9 meses o más al año. Son suelos que por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura moderada a fuerte, buena agregación y relativamente alta estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la estructuración y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y adecuada aireación, moderadas a altas tasas de infiltración y permeabilidad moderadamente alta en el perfil, la cual se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial (kándico) a profundidad variable. Debido a las texturas predominantes, tienen una moderada a baja capacidad para retener agua.

La presencia de fragmentos gruesos en el perfil es ligero a moderado, con incrementos en profundidad.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad (separabilidad) moderada (factor K de la USLE entre 0,025-0,030), en virtud de la estructura, texturas medias y moderados contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve predominante. Pendientes superiores a 8% incrementan significativamente estos riesgos, que se convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora. Por las texturas predominantes y la presencia de óxidos de Fe y Al, estos suelos son susceptibles a procesos de compactación, los cuales se pueden incrementar bajo intervención con agricultura mecanizada.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de moderadamente alto potencial de escorrentía por su permeabilidad, estructura y espesor del horizonte kándico (tipo hidrológico C).

El drenaje de estos suelos está igualmente relacionado con el paisaje, relieve y topografía en los cuales aparecen. En paisajes de montaña, lomeríos, altiplanicie inclinada o peniplanicie ondulada, el drenaje va desde bien drenado hasta algo excesivamente drenado. En posiciones de valles medios presentan generalmente condiciones de drenaje restringido, mientras que en valles bajos pueden presentar condiciones de inundabilidad.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad muy baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), muy bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y muy elevada acidez. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de Fe y Al en el perfil del suelo.

Desde el punto de vista biológico, los bajos a moderados contenidos de materia orgánica presentes en los horizontes superficiales de estos suelos así como su elevada acidez, pueden propiciar el desarrollo de una microbiota edáfica incipiente que contribuya con la descomposición y reciclaje de los nutrientes requeridos por la biomasa vegetal.

## **Kandihumults**

Los suelos Kandihumults ocurren predominantemente en paisaje de lomerío y localmente en peniplanicie, donde han sido reportados ocupando los tipos de relieve loma, dique, colinas y glacis. La gran mayoría de los suelos de esta unidad se han desarrollado a partir de rocas como ignimbritas y rocas intrusivas básicas del tipodiabasa, y en menor proporción aparecen sobre granitos, meta-volcánicas y meta-lavas.

### **Características relevantes:**

- Profundidad media: Generalmente son suelos muy profundos (más de 150 cm de espesor).
- Textura: principalmente franca, franco limosa, arcillosa y franco arcillosa; sin embargo localmente ocurren texturas arenosas, y franco arcillo limosas, ocasionalmente mezcladas con abundantes proporciones de fragmentos gruesos, del tipo grava y nódulos de hierro.
- Fragmentos gruesos: 40 – 60%.
- Estructura: blocosa subangular y granular con grado de desarrollo variable y tamaño muy fino a fino.
- Permeabilidad: se estima moderada (2,0-6,0 cm/h), en la mayor parte de los suelos, salvo en aquellos que presentan fragmentos gruesos donde se torna rápida (13,0-25,0 cm/hora).
- Carbono orgánico: valores altos a muy altos (3,0 – 8,0%) en el horizontes superiores y muy bajos a bajos (0,5-2,0%) en el resto de los horizontes.
- Acidez: perfil fuertemente a extremadamente ácido (pH 5,2 – 3,5).
- Capacidad de intercambio catiónico: moderada a alta en superficie (12,0 – 35,0 cmol/kg de suelo), producto de los altos contenidos de carbono orgánico, los cuales decrecen en profundidad hasta tornarse muy bajos (menos de 6,0 cmol/kg. de suelo).
- Porcentaje de saturación con bases: baja a muy baja (20% – 12,0%) en todo el perfil, lo cual refleja un alto grado de lixiviación y baja fertilidad.

Los Kandihumults de la cuenca del río Caroní son suelos profundos que permanecen húmedos durante 9 meses o más al año. Son suelos que por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura fuerte, buena agregación y relativamente alta estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la fuerte estructuración y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y adecuada aireación, moderadas a altas tasas de infiltración y permeabilidad moderadamente alta en el perfil, la cual se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial (kándico) a profundidad variable. Debido a las texturas predominantes, tienen una moderada capacidad para retener agua, particularmente en el horizonte Bt más arcilloso. La presencia de fragmentos gruesos en el perfil es variable, y dependiendo de su contenido volumétrico pueden incidir en la capacidad del suelo para retener agua, o impedir un adecuado desarrollo radical, si el volumen de fragmentos gruesos es significativo.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad (separabilidad) moderada a baja (factor K de la USLE entre 0,018-0,020), en virtud de la estructura fuerte, texturas medias y altos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve predominante. Pendientes superiores a 16% incrementan significativamente estos riesgos, que se convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora. Por las texturas predominantes y la presencia de óxidos de Fe y Al, estos suelos son susceptibles a procesos de compactación, los cuales se pueden incrementar bajo intervención con agricultura mecanizada.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de moderadamente bajo potencial de escorrentía (tipo hidrológico B).

El drenaje de estos suelos está relacionado con el paisaje, relieve y topografía en los cuales aparecen. Aparecen asociados principalmente a paisajes de lomeríos y peniplanicie ondulada (pendientes suaves entre 4 – 16%) con buen drenaje. En las

áreas con donde ocurren las mayores inclinaciones (16 – 60%), son bien drenados y algo excesivamente drenados.



Figura 7. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Gran Grupo **Kandihumult**. Obsérvese los colores oscuros en la parte superior del perfil del suelo, producto del elevado contenido de materia orgánica humificada que presentan estos suelos (Fuente: Mogollón y Comerma, 1994).

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad moderadamente alta, manifestada principalmente por la moderada a alta Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y moderado porcentaje de saturación con bases intercambiables. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de Fe y Al en el perfil del suelo. Los horizontes superficiales, de colores generalmente oscuros, pueden contener moderados a altos contenidos de carbono orgánico, lo cual mejora las condiciones de fertilidad natural en estos estratos superiores.

Desde el punto de vista biológico, los altos contenidos de materia orgánica presentes en los horizontes superficiales de estos suelos pueden propiciar el

desarrollo de una microbiota edáfica variada que favorece los procesos de descomposición, reciclaje y nutrición vegetal.

La Figura 7 muestra un perfil típico de suelos Kandihumults en la cuenca del río Caroní.

### **Kanhaplustults**

Los Kanhaplustults ocurren en lomeríos y colinas en el clima más seco del Bajo Caroní. Éstos han evolucionado principalmente a partir de granitos, cuarcitas y gneises, a diferencia de los suelos de la peniplanicie, los cuales se han formado a partir de una mayor variedad litológica, como granitos, gneises, cuarzos, riocacitas, filitas, granodioritas, entre otros. Tienen un avanzado desarrollo pedogenético.

#### Características relevantes:

Profundidad media : moderadamente profundos a muy profundos (90 a 175 cm) con una secuencia de horizontes A-Bt.

Horizonte A:

- Espesor delgado a grueso (10 a 38cm),
- Textura: desde franco arcillosas, arcillosas y franco arenosas, mezcladas localmente con altas proporciones de gravas y guijarros de cuarzo.
- Estructura: blocosa subangular, con grado de desarrollo y tamaño variable.

Horizonte B:

- Espesor: generalmente subdividido en varios Bt, (de iluvación y acumulación de arcillas),, tiene espesor variable entre 90 y 140 cm
- Textura: comúnmente arcillosa y, en algunos casos, franco arcillo arenosa.
- Estructura: blocosa subangular con grado de desarrollo moderado y de tamaño predominantemente fino.

Para el perfil en general:

- La capacidad de almacenamiento de humedad aprovechable es moderada a alta (60-100 mm/dm)
- Permeabilidad es moderada a moderadamente lenta en todo el perfil (6,0 - 0,5 cm/h)
- Carbono orgánico: mediano en superficie (2,0-3,0%), pero decrece con la profundidad.
- Acidez: extremadamente ácido ( $\text{pH} < 4,5$ )
- Capacidad de intercambio catiónico: muy baja (< 6,0 cmol/kg suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: bajo (< 20%)

Los Kanhaplustults de la cuenca del río Caroní son suelos que permanecen húmedos entre 3 a 9 meses al año. Son suelos profundos. Por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura fuerte, buena agregación y relativamente alta estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la fuerte estructuración y las texturas medias a finas les confieren condiciones de buena porosidad y adecuada aireación, moderadas tasas de infiltración y permeabilidad moderada en el perfil, la cual se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial a profundidad variable. Debido a las texturas predominantes, tienen una moderada capacidad para retener agua, particularmente en el horizonte Bt más arcilloso.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada (factor K de la USLE entre 0,028-0,032), en virtud de la estructura moderada, texturas medias a finas y medianos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve predominante. Pendientes superiores a 16% incrementan significativamente estos riesgos, que se convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora. Por las texturas predominantes y la presencia de óxidos de Fe y Al, estos suelos son susceptibles a

procesos de compactación, los cuales se pueden incrementar bajo intervención con agricultura mecanizada.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de moderadamente alto potencial de escorrentía (tipo hidrológico C).

El drenaje de estos suelos está igualmente relacionado con el paisaje, relieve y topografía en los cuales aparecen. Cuando aparecen en paisajes de lomeríos bajos (pendiente 16-30%), lomeríos medios (30-60%) o en peniplanicie suavemente ondulada (pendiente 4-8%), el drenaje va desde bien drenado hasta algo excesivamente drenado. En posiciones de valles medios pueden presentar condiciones de drenaje restringido.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y muy elevada acidez. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de Fe y Al en el perfil del suelo. Los horizontes superficiales, de colores generalmente más oscuros, pueden contener moderados contenidos de carbono orgánico, lo cual mejora las condiciones de fertilidad natural en estos estratos superiores.

Desde el punto de vista biológico, los moderados contenidos de materia orgánica presentes en los horizontes superficiales de estos suelos pueden propiciar el desarrollo de una microbiota edáfica variada que favorece los procesos de descomposición, reciclaje y nutrición vegetal.

## **Kandiudults**

Los Kandiudults se presentan principalmente en el paisaje de lomerío, le siguen en menor proporción los paisajes de piedemonte y valle, y por último la planicie ocupando una ínfima proporción. Frecuentemente, se encuentran en los tipos de relieves de lomas, taludes de derrubios, llanuras aluviales y llanuras de erosión.

Estos suelos se originan a partir de rocas ígneas correspondientes al grupo Cuchivero (ignimbritas, granitos) y de rocas sedimentarias pertenecientes a la formación Roraima (areniscas feldespáticas y cuarzosas). Exhiben en su morfología un avanzado estado de desarrollo evolutivo.

#### Características relevantes:

Profundidad media: muy profundos (>150cm)

#### Horizonte A

- Espesor: de 7 a 17 cm de espesor.
- Textura: franco y franco arcillosa.
- Permeabilidad: moderada (2,0-6,0 cm/h)
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada (60-80 mm/dm)
- Carbono orgánico: mediano (2,0 – 3,0%)
- Acidez: fuertemente a extremadamente ácido (pH 4,5 – 5,2).
- Capacidad de intercambio catiónico: baja (6,0 – 12,0 cmol/kg de suelo).
- Porcentaje de saturación con bases: bajo (15-30%).

#### Horizonte B

- Espesor: de 115 a 155cm.
- Textura: arcillosa, franco arcillosa, franco arcillosa limosa y arcillo limosa.
- Fragmentos gruesos: (5 – 25%), gravas de cuarzo y nódulos de hierro, de tamaño y forma mixta.
- Estructura: blocosa subangular, grado de desarrollo moderado y tamaño mediano.
- Permeabilidad: moderada (2,0-6,0 cm/h)
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada a baja (80-40 mm/dm)
- Carbono orgánico: bajo a muy bajo (2,0% a menos de 0,5%)
- Acidez extremadamente ácido (pH<4,5).
- Capacidad de intercambio catiónico: bajo (6,0 – 12,0 cmol/kg de suelo)

- Porcentaje de saturación con bases: bajo (15-30%).

Los Kandiudults de la cuenca del río Caroní son suelos profundos que permanecen húmedos durante 9 meses o más al año. Son suelos que por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura fuerte, buena agregación y relativamente alta estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la fuerte estructuración y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y adecuada aireación, moderadas a altas tasas de infiltración y permeabilidad moderadamente alta en el perfil, la cual se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial a profundidad variable. Debido a las texturas predominantes, tienen una moderada capacidad para retener agua, particularmente en el horizonte Bt más arcilloso. La presencia de fragmentos gruesos en el perfil es variable, y dependiendo de su contenido volumétrico pueden incidir en la capacidad del suelo para retener agua, o impedir un adecuado desarrollo radical, si el volumen de fragmentos gruesos es significativo.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderadamente alta (factor K de la USLE entre 0,037-0,040), en virtud de la estructura moderadamente fuerte, texturas medias y moderados a bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve predominante. Pendientes superiores a 16% incrementan significativamente estos riesgos, que se convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora.

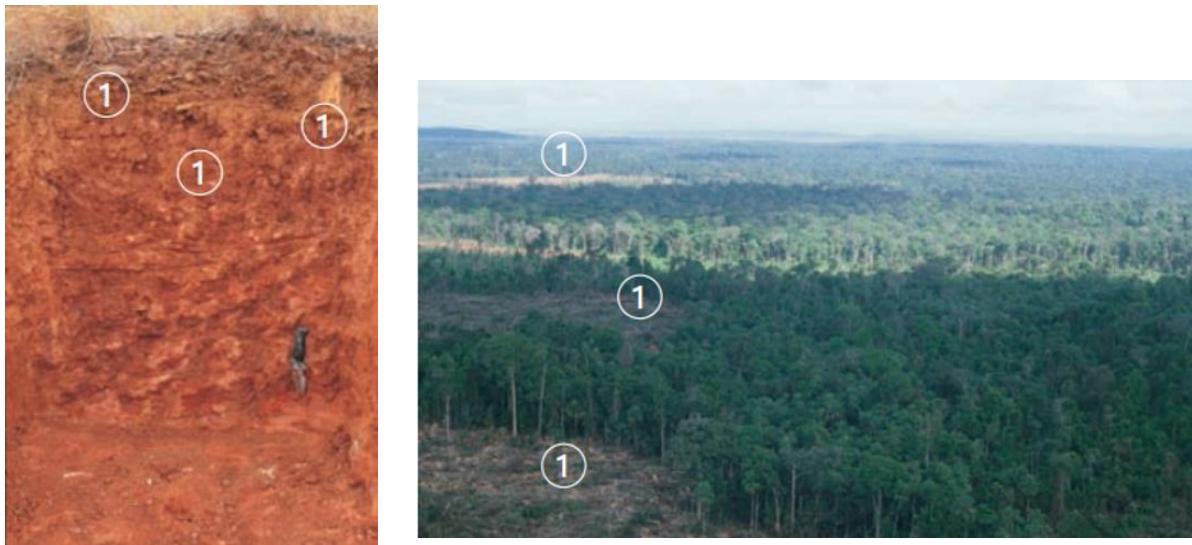


Figura 8. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Gran Grupo **Kandiudult** y paisaje representativo en el cual suelen aparecer este tipo de suelos en la cuenca del Caroní. Fuente: Elizalde, G., J. Viloria y A. Rosales (2007). Fotografías de Pedro García: el número 1 en fotografía izquierda indica piedras y en la fotografía derecha muestra áreas de bosque, deforestadas.

Por las texturas predominantes y la presencia de óxidos de Fe y Al, estos suelos son susceptibles a procesos de compactación, los cuales se pueden incrementar bajo intervención con agricultura mecanizada.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de moderadamente bajo potencial de escorrentía (tipo hidrológico B).

El drenaje de estos suelos está relacionado con el relieve y la topografía. En paisajes de lomeríos medios (pendientes 30-60%) y peniplanicie ondulada (8-16%), el drenaje va desde bien drenado hasta algo excesivamente drenado. En posición de planicie deposicional-residual (pendientes 0-4%) presentan condiciones moderadamente bien drenadas.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y muy elevada acidez. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de Fe y Al en el perfil del suelo.

Desde el punto de vista biológico, los bajos contenidos de materia orgánica y la alta acidez presentes en los horizontes superficiales de estos suelos pueden reducir el desarrollo de una microbiota edáfica variada.

La Figura 8 muestra un perfil representativo de un Kandiudult y paisaje donde suele aparecer este Gran Grupo de suelos.

### **Tropudults**

Los Tropudults se encuentran comúnmente en los paisajes de altiplanicie y lomerío, localmente ocurren en paisajes de valle, piedemonte y peniplanicie. En estos paisajes ocurren en posiciones de loma, cuesta, glacis, abanico coluvial y colina. Se caracterizan por formarse mayormente a partir de rocas sedimentarias (Arenisca roja, Arcosa roja) de la Provincia Roraima, y localmente de rocas ígneas (tobas vítreas, ignimbritas) de la Provincia Cuchivero. Estos suelos presentan un avanzado desarrollo evolutivo.

#### Características relevantes:

Profundidad media: suelos moderadamente profundos a muy profundos (50 a más de 180 cm).

- Textura: franco arcillosa, arcillosa y franco arcillo arenosa, localmente y a mayor profundidad, la textura puede ser arcillo limosa o franco arcillo limosa; por lo general, estas texturas están asociadas a proporciones bajas a altas de fragmentos gruesos.
- Estructura: comúnmente blocosa subangular, de moderado grado de desarrollo.
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada (60-80 mm/dm)
- Permeabilidad: moderada.(2,0-6,0 cm/h)
- Carbono orgánico: valores medianos en superficie (2,0-3,0%), los cuales decrecen regularmente con la profundidad, hasta alcanzar valores muy bajos (< 0,5%).

- Acidez: fuertemente a extremadamente ácidos (pH 5,2 hasta menos de 4,5)
- Capacidad de intercambio catiónico: moderada (12,0-20,0 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: muy baja (< 15%).

Los Tropudults de la cuenca del río Caroní son suelos moderadamente profundos que permanecen húmedos durante 9 meses o más al año. Son suelos que por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura moderada, buena agregación y moderada estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la moderada estructuración y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y aireación, moderadas tasas de infiltración y permeabilidad moderada en el perfil, la cual se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial a profundidad variable. Debido a las texturas predominantes, tienen una moderada capacidad para retener agua, particularmente en el horizonte Bt más arcilloso. La presencia de fragmentos gruesos en el perfil es variable, y dependiendo de su contenido volumétrico pueden incidir en la capacidad del suelo para retener agua.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderadas (factor K de la USLE entre 0,020-0,025), en virtud de la estructura moderada, texturas medias y moderados a bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve predominante. Pendientes superiores a 8% incrementan significativamente estos riesgos, que se convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora. Por las texturas predominantes y la presencia de óxidos de Fe y Al, estos suelos son susceptibles a procesos de compactación, los cuales se pueden incrementar bajo intervención con agricultura mecanizada.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de moderadamente bajo potencial de escorrentía (tipo hidrológico B).

El drenaje de estos suelos está relacionado con el paisaje, relieve y la topografía donde predominan: aparecen en paisajes de altiplanicies (pendiente 4-16%) y peniplanicies ondulada (pendiente hasta 16%) presentando buen drenaje.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y muy elevada acidez. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de Fe y Al en el perfil del suelo.

Desde el punto de vista biológico, los moderados contenidos de materia orgánica en los horizontes superficiales de estos suelos pueden favorecer el desarrollo de una microbiota edáfica moderadamente variada que contribuya a los procesos de descomposición acelerada, mineralización y reciclaje rápido de la materia orgánica.

Este Gran Grupo de Suelos no aparece en las nuevas versiones de la Soil Taxonomy y es posible que en las nuevas versiones, la mayoría de los suelos clasificados bajo este Gran Grupo, sea reclasificada como Kandiudults.

## **Haplohumults**

Los Haplohumults se encuentran con frecuencia en el paisaje de lomerío y localmente en montaña. Por lo general, estos suelos ocurren en los tipos de relieves loma, dique y viga. Geológicamente, se han originado a partir de rocas ígneas intrusivas, principalmente diabásicas. Se caracterizan por un avanzado estado de desarrollo pedogenético.

### Características relevantes:

Profundidad media: suelos que van desde superficiales a profundos (40 – 140 cm)

- Textura: predominan franco arcillosa a arcillosa; sin embargo, localmente pueden ser franco arcillo arenosa y ocurrir estratos con textura arcillo limosa.

Estas texturas pueden estar mezcladas con bajas a muy abundantes cantidades de fragmentos gruesos, en particular gravas y nódulos de hierro.

- Fragmentos gruesos: 5-70%.
- Estructura: blocosa subangular, de moderado desarrollo y tamaño muy fino a fino.
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada (60-80 mm/dm), y cambia a baja (40-60 mm/dm) cuando el esqueleto grueso es abundante.
- Permeabilidad: moderada (2,0-6,0 cm/h), y cambia a rápida (13,0-25,0 cm/h) cuando el esqueleto grueso es abundante.
- Carbono orgánico: altos a muy altos en superficie (4,0 – 9,0%), que decrecen con la profundidad, tornándose bajos a muy bajos (1,5% hasta menos de 0,5%).
- Acidez: fuertemente a extremadamente ácido (pH 4,6 – 3,8).
- Capacidad de intercambio catiónico: moderada a alta (18 – 35 cmol/kg de suelo) en superficie y está relacionada con los niveles de materia orgánica. Ambas características decrecen con la profundidad y la CIC llega a baja (12,0-6,0 cmol/kg. de suelo).
- Porcentaje de saturación con bases: muy baja (5-10%) en todo el perfil.

Los Haplohumults de la cuenca del río Caroní son suelos que van desde moderadamente profundos hasta profundos, que permanecen húmedos durante 9 meses o más al año. Son suelos que por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura y agregación moderadas, y moderada estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la moderada estructuración y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y aireación, moderadas tasas de infiltración y permeabilidad moderada a rápida en el perfil, aun cuando se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial. Debido a las texturas predominantes, tienen una moderada capacidad para retener agua, particularmente en el horizonte Bt más arcilloso. La presencia de fragmentos gruesos en el perfil es

variable, y dependiendo de su contenido volumétrico pueden incidir en la capacidad del suelo para retener agua.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad bajas a moderadas (factor K de la USLE entre 0,016-0,018), en virtud de la estructura moderada, texturas medias y altos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve predominante. Pendientes superiores a 16% incrementan significativamente estos riesgos, que se convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora. Por las texturas predominantes y la presencia de óxidos de Fe y Al, estos suelos son susceptibles a procesos de compactación, los cuales se pueden incrementar bajo intervención con agricultura mecanizada.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de moderadamente bajo potencial de escorrentía (tipo hidrológico B).

El drenaje de estos suelos está relacionado con el paisaje y relieve. Predominan en paisaje de montaña (pendiente 30-60%), presentando drenaje algo excesivo.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad moderada, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables, muy elevada acidez y altos contenidos de materia orgánica. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de Fe y Al en el perfil del suelo.

Desde el punto de vista biológico, los altos contenidos de materia orgánica en los horizontes superficiales de estos suelos pueden favorecer el desarrollo de una microbiota edáfica muy variada.

## **Paleudults**

Los Paleudults se encuentran comúnmente en los paisajes de altiplanicie, lomerío y valle, localmente en paisajes de peniplanicie y ocurren en posiciones de lomas, cuestas, mesas, colinas, abanicos y llanura aluvial. Se caracterizan por formarse a

partir de rocas sedimentarias, areniscas arcósicas, de la Provincia Roraima, y localmente de rocas ígneas, Ignimbritas y diabásicas, de la Provincia Cuchivero. Presentan un avanzado desarrollo pedogenético.

Características relevantes:

Profundidad media: suelos profundos a muy profundos (140 a más de 185 cm).

- Textura: franco arcillosa, arcillosa, franco arcillo arenosa y arcillo arenosa.; por lo general, estas texturas están asociadas a proporciones bajas a moderadas de fragmentos gruesos. Con la profundidad, se aprecia un incremento de la arcilla iluvial.
- Estructura: comúnmente blocosa subangular y granular, de moderado grado de desarrollo.
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada (60-80 mm/dm)
- Permeabilidad: moderada (2,0-6,0 cm/h)
- Carbono orgánico: medio en superficie (2,0-3,0%) decreciendo regularmente con la profundidad hasta alcanzar valores muy bajos (< 0,5%)
- Acidez: fuertemente a extremadamente ácido (pH 5,2 hasta menos de 4,5)
- Capacidad de intercambio catiónico: moderada (12,0-20,0 cmol/kg de suelo).
- Porcentaje de saturación con bases: muy baja (<15%)

Los Paleudults de la cuenca del río Caroní son suelos profundos que permanecen húmedos durante 9 meses o más al año. Son suelos que por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura moderada a fuerte, buena agregación y relativamente alta estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la estructuración y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y adecuada aireación, moderadas tasas de infiltración y permeabilidad moderada en el perfil, la cual se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial a profundidad variable. Debido a las texturas predominantes, tienen una moderada

capacidad para retener agua, particularmente en el horizonte Bt más arcilloso. La presencia de fragmentos gruesos en el perfil es por lo general ligera a moderada.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada (factor K de la USLE entre 0,030-0,035), en virtud de la estructura, texturas medias y moderados contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve predominante. Pendientes superiores a 16% incrementan significativamente estos riesgos, que se convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora. Por las texturas predominantes y la presencia de óxidos de Fe y Al, estos suelos son susceptibles a procesos de compactación, los cuales se pueden incrementar bajo intervención mecanizada.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía moderadamente bajo (tipo hidrológico B).

El drenaje de estos suelos está igualmente relacionado con el paisaje, relieve y topografía en los cuales aparecen: en altiplanicie plana (pendiente 0-4%) o ligeramente inclinada (4-16%) son bien drenados. Igualmente en lomeríos bajos muy escarpados (pendiente 16-30%). Pueden aparecer también en valle medio bajo hasta algo excesivamente drenado. En posiciones de valle bajo deposicional (pendientes 0-4%) pueden presentar drenaje deficiente, y en cierto casos presentar condiciones de inundabilidad.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad moderada a baja, manifestada principalmente por la moderada Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), alta acidez y bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de Fe y Al en el perfil del suelo. Los horizontes superficiales, de colores generalmente más oscuros, pueden contener moderados contenidos de carbono orgánico, lo cual mejora las condiciones de fertilidad natural en los estratos superiores.

Desde el punto de vista biológico, los moderados contenidos de materia orgánica presentes en los horizontes superficiales de estos suelos pueden propiciar el

desarrollo de una microbiota edáfica moderadamente variada que favorece los procesos de descomposición, reciclaje y nutrición vegetal.

### **Kandiustults**

Los Kandiustults fueron reportados principalmente en paisaje de peniplanicie, específicamente ocupando posiciones de colinas, glacís y vegas. La mayoría de estos suelos se han originado a partir de rocas ígneas, en particular granodioritas, gneises y tobas riolíticas, provenientes de la Provincia de Cuchivero. También se encuentran paisajes del Complejo de Imataca sobre esquistos y sobre cuarcitas ferruginosas. Presentan un avanzado desarrollo pedogenético.

#### Características relevantes:

Profundidad media: muy profundos (>150 cm).

- Textura: en superficie predominan arcillosa y arcillo limosa, en menor proporción se encuentran texturas franco arcillo arenosa, franco arcillosa y arcillosa. A mayor profundidad ocurre el horizonte de iluviación de arcillas (Argílico o Kándico), con texturas dominantes arcillosa y franco arcillosa, y en menor proporción arenoso francosa y franco arenosa. Estas texturas se encuentran mezcladas con fragmentos gruesos, en particular gravas y gravillas de cuarzo y nódulos de hierro.
- Fragmentos gruesos: moderados a abundantes (20 – 45%).
- Estructura: blocosa subangular, con desarrollo pedogenético débil y tamaño fino.
- Permeabilidad: moderada a través de todo el perfil (2,0-6,0 cm/h)
- Carbono orgánico: valores bajos (1,5 – 0,6%), que decrecen hasta niveles bajos a muy bajos (0,5 – 0,05%) con la profundidad.
- Capacidad de intercambio catiónico: baja a muy baja a través de todo el perfil, con valores que fluctúan entre 12,0 - 2,0 cmol/kg de suelo.
- Porcentaje de saturación con bases: muy baja (5- 15%).

- Acidez: fuerte a extremadamente ácido (pH 5,2 hasta menos de 4,5).

Los Kandiustults de la cuenca del río Caroní son suelos profundos, que permanecen húmedos entre 3 a 9 meses al año. Son suelos que por lo general presentan buenas a moderadas características físicas, representadas por una estructura moderada a débil, moderada agregación y moderada estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la estructuración y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y aireación, moderadas tasas de infiltración y permeabilidad moderada en el perfil, la cual se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial a profundidad variable. Debido a las texturas medias predominantes y al moderado contenido de fragmentos gruesos, tienen una moderada capacidad para retener agua, particularmente en el horizonte Bt más arcilloso.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderadamente alta (factor K de la USLE entre 0,038-0,042), en virtud de la estructura, texturas medias y bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve predominante. Pendientes superiores a 8% incrementan significativamente estos riesgos, que se convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora. Por las texturas predominantes y la presencia de óxidos de Fe y Al, estos suelos son susceptibles a procesos de compactación, los cuales se pueden incrementar bajo intervención mecanizada.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía moderadamente bajo (tipo hidrológico B).

Estos suelos aparecen principalmente en paisaje de Peniplanicie en la Cuenca del Caroní. El drenaje está estrechamente relacionado con el paisaje y relieve en los cuales aparecen: en peniplanicie suavemente ondulada (4-8%) son bien drenados a algo excesivamente drenados, y algunos en planicie residual-deposicional (0-4%) son generalmente imperfectamente drenados a mal drenado y en cierto casos presentar condiciones de inundabilidad.



Figura 9. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Gran Grupo **Kandiustults** y sabana arbolada más seca donde suelen aparecer estos suelos en la cuenca del río Caroní. Fuente: Elizalde, G., J. Viloria y A. Rosales (2007). Fotografía de Pedro García.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad muy baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), alta acidez y bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de Fe y Al en el perfil del suelo.

Desde el punto de vista biológico, las condiciones de elevada acidez, baja saturación con bases y bajos contenidos de materia orgánica presentes en estos suelos generalmente no propician el desarrollo de una microbiota edáfica variada.

La Figura 9 muestra un perfil típico de un Kandiustults y sabana arbolada relativamente seca donde suelen aparecer este tipo de suelos.

### **Kandiaquults**

Los Kandiaquults ocurren principalmente en paisajes de peniplanicie, pero también se encuentran en los paisajes de valle y planicie, especialmente en los tipos de

relieves de llanura de erosión, llanura aluvial y vega. Se han formado a partir de depósitos coluvio-aluviales provenientes de la Provincia Roraima, localmente se originan a partir de tobas o granodioritas. Estos suelos presentan un avanzado estado de desarrollo pedogenético.

Características relevantes:

Profundidad media: son profundos a muy profundos (120 a más de 150 cm).

En estratos superiores:

- Texturas: predominan texturas arenosas, arenófraca, franco arcilloarenosa, en algunos casos arcillosa.
- Estructura: blocosa subangular, con grado de desarrollo débil a moderado y tamaño fino a mediano.
- Permeabilidad: moderadamente lenta a lenta (2,0 - 0,15 cm/h)
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada a baja (80-40 mm/dm).
- Carbono orgánico: mediano a bajo (3,0 – 0,50 %).
- Acidez: fuerte a extremadamente ácido (pH 5,2 hasta menos de 4,5).
- Capacidad de intercambio catiónico: baja a muy baja (12,0 cmol/kg suelo hasta menos de 6,0 cmol/kg de suelo).
- Porcentaje de saturación con bases: muy bajo (<15 %).

En estratos inferiores:

- Textura: arenosas, franco arcillo arenosas, arcillo, arenosas y arcillosas.
- Estructura: blocosa subangular de desarrollo débil a moderado y tamaño fino a mediano.
- Permeabilidad: de lenta a muy lenta (0,5-0,15 cm/h)
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada a baja (80-40 mm/dm)
- Carbono orgánico muy bajo (< 0,50%).
- Acidez: fuerte a extremadamente ácido (pH 5,2 hasta menos de 4,5).

- Capacidad de intercambio catiónico baja a muy baja (12,0 cmol/kg suelo hasta menos de 6,0 cmol/kg de suelo).
- Porcentaje de saturación con bases: muy baja (<15%).

Los Kandiaquults de la cuenca del río Caroní son suelos profundos, con régimen de humedad aquico, es decir con exceso de agua durante gran parte del año. Son suelos que por lo general presentan buenas a moderadas características físicas, representadas por una estructura moderada a débil, moderada agregación y moderada estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la estructuración y las texturas medias a gruesas les confieren condiciones de buena porosidad y aireación, moderadas tasas de infiltración y permeabilidad moderada a lenta en el perfil, la cual se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial a profundidad variable.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderadamente baja (factor K de la USLE entre 0,016-0,020), en virtud de la estructura moderada, texturas medias a gruesas y bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve predominante. Pendientes superiores a 8% incrementan significativamente estos riesgos, que se convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora. Por las texturas predominantes y la presencia de óxidos de Fe y Al, estos suelos son susceptibles a procesos de compactación, los cuales se pueden incrementar bajo intervención mecanizada.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía moderadamente bajo (tipo hidrológico B).

Estos suelos aparecen muy localizados, fundamentalmente en paisajes de planicies, valles bajos deposicionales o en peniplanicie (pendiente 0-4%), con drenaje restringido y en ciertos casos presentar condiciones de inundabilidad.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad muy baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), alta acidez y bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de Fe y Al en el perfil del suelo.

Desde el punto de vista biológico, las condiciones de acidez, baja saturación con bases, bajos contenidos de materia orgánica y condiciones de hidromorfismo en estos suelos generalmente no propician el desarrollo de una adecuada microbiota edáfica.

### **Tropaquults**

Los Tropaquults ocurren en paisajes de peniplanicie y valle, ocupando los relieves de vega. Estos suelos se han originado a partir de materiales transportados coluvio-aluviales, provenientes de rocas sedimentarias del tipo areniscas arcósicas de la Provincia Roraima, localmente de tobas y granodioritas. Estos suelos muestran un avanzado desarrollo pedogenético.

#### Características relevantes:

Profundidad media: son suelos moderadamente profundos (menos de 80 cm de espesor)

- Textura: franco arcillosa, haciéndose más fina con la profundidad.
- Estructura: predomina blocosa subangular en todo el perfil, con grado de desarrollo moderado.
- Permeabilidad: moderada (2,0-6,0 cm/h)
- Acidez: moderadamente ácidos (pH 5,9-5,3)
- Capacidad de intercambio catiónico: moderada (12,0-20,0 cmol/kg suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: baja a lo largo de todo el perfil (15-30%)

Los Tropaquults de la cuenca del río Caroní son suelos moderadamente profundos, con régimen de humedad aquico, es decir con exceso de agua durante gran parte

del año. Son suelos que por lo general presentan buenas a moderadas características físicas, representadas por una estructura moderada, moderada agregación y moderada estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la estructuración y las texturas medias a gruesas les confieren condiciones de buena porosidad y aireación, moderadas tasas de infiltración y permeabilidad moderada a lenta en el perfil, la cual se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial a profundidad variable.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada (factor K de la USLE entre 0,028-0,033), en virtud de la estructura moderada, texturas medias y bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos es bajo por ocupar posiciones de paisaje de valle, particularmente en vegas con pendientes inferiores al 2%.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía moderadamente bajo (tipo hidrológico B).

Estos suelos aparecen muy localizados, fundamentalmente en paisajes de planicies, valles bajos deposicionales o en peniplanicie (pendiente 0-4%), pobemente drenados y con un nivel freático estacional generalmente a partir de los 30 cm de profundidad, y en ciertos casos, presentar condiciones de inundabilidad.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad muy baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), alta acidez y bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de Fe y Al en el perfil del suelo.

Desde el punto de vista biológico, las condiciones de acidez, baja saturación con bases, bajos contenidos de materia orgánica y condiciones de hidromorfismo en estos suelos generalmente no propician el desarrollo de una microbiota edáfica variada.

(Este Gran Grupo fue eliminado en las nuevas versiones del Soil Taxonomy, por lo que los suelos originalmente clasificados en este Gran Grupo pasarían a Kandiaquults o Kanhaplaquults).

## **Kanhaplaquults**

En los relieves de vegas ocurren los Kanhaplaquults, los cuales se caracterizan por presentar un avanzado desarrollo pedogenético, ser originados a partir de materiales coluvio–aluviales.

### Características relevantes:

Profundidad media: son suelos moderadamente profundos (80 – 90 cm).

- Textura: franco limosas.
- Estructura: granular, de débil a moderado grado de desarrollo y tamaño variable.
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada (60-80 mm/dm).
- Permeabilidad: moderada (2,0-6,0 cm/h)
- Acidez: extremadamente ácidos ( $\text{pH} < 4,5$ )
- Capacidad de intercambio catiónico: baja (6,0-12,0 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: bajo (15-30%)

Los Kanhaplaquults de la cuenca del río Caroní son suelos moderadamente profundos, con régimen de humedad aquico, es decir con exceso de agua durante gran parte del año. Son suelos que por lo general presentan buenas a moderadas características físicas, representadas por una estructura moderada, moderada agregación y moderada estabilidad de los agregados al agua. En su estado natural, la estructuración y las texturas medias les confieren condiciones moderadas de porosidad y aireación, moderadas tasas de infiltración y permeabilidad moderada a lenta en el perfil.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderadamente alta (factor K de la USLE entre 0,055-0,060), en virtud de la

estructura moderada, texturas medias y bajos contenidos de materia orgánica. Sin embargo, el riesgo de erosión de estos suelos es bajo por ocupar posiciones de paisaje de valle, particularmente en vegas con pendientes inferiores al 2%.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía moderadamente alto (tipo hidrológico C).

Estos suelos aparecen muy localizados, fundamentalmente en paisajes de valles bajos deposicionales (pendiente inferior a 2%), pobemente drenados, con fuertes evidencias de hidromorfismo, con un nivel freático superficial y afectados por inundaciones estacionales.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad muy baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), alta acidez y bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables. Suelen presentar cantidades significativas de óxidos de Fe y Al en el perfil del suelo.

Desde el punto de vista biológico, las condiciones de acidez, baja saturación con bases, bajos contenidos de materia orgánica y condiciones de hidromorfismo en estos suelos generalmente no propician el desarrollo de una microbiota edáfica variada.

## **ENTISOLES (ENT)**

Los Entisoles están ampliamente distribuidos en toda la cuenca, ocupando 1.901.530,7 ha o el 20,631% del total. Se encuentran mayormente en el paisaje de altiplanicie y en menor proporción en los paisajes de piedemonte, lomerío y valle. Geológicamente evolucionaron a partir de rocas provenientes de las Provincias Roraima y Cuchivero. Localmente se desarrollan a partir de sedimentos coluvio-aluviales, de edad más reciente y en los materiales de la Formación Mesa que se encuentran en el paisaje de Altiplanicie de Mesa. Estos suelos muestran poca a ninguna evidencia de desarrollo pedogenético, exhibiendo una secuencia de horizontes A-C, A-C-R o A-R. Comúnmente, son muy superficiales a moderadamente profundos, sin embargo, en los valles se incrementa su

profundidad, llegando a ser muy profundos. Predominan texturas arenosas y arenos francesas, en menor proporción se encuentran suelos franco arcillosos a arcillosos, con proporciones variables de esqueleto grueso (gravas y guijarros de cuarzo y nódulos de hierro). No presentan desarrollo de estructura o es débil, la mayor parte son algo excesivamente a excesivamente drenados. Generalmente, tienen una baja a alta capacidad de retención de humedad; tienen una permeabilidad rápida en la mayor parte del perfil.



Figura 10. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Orden **Entisol**, en la cuenca del río Caroní. Obsérvese el poco desarrollo de horizontes pedogenéticos y la casi nula presencia de estructura en estos suelos de muy baja evolución. (Fotografía de Pedro Alexis Pinto).

Desde el punto de vista químico, poseen generalmente muy bajos a bajos contenidos de carbono orgánico, la acidez oscila entre fuertemente a extremadamente ácido, con muy baja capacidad de intercambio catiónico y baja a muy baja saturación con bases, por lo que la fertilidad natural es muy baja.

En la Figura 10 se muestran perfiles típicos de este Orden de suelos en la cuenca del Caroní.

Los Grandes Grupos de este orden están representados en su mayoría, por Troporthents, seguidos en menor proporción por los Quartzipsammements, Ustorthents, Tropaquents y Tropofluvents.

Equivalencia de los ENTISOLES con la clasificación de la Base Mundial Referencial de Suelos (WRB) de la FAO:

### **REGOSOLES – ARENOSELES**

A nivel de Grandes Grupos de suelo, los Entisoles presentes en la cuenca del río Caroní son los siguientes:

#### **Troporthents**

Este Gran Grupo no aparece en versiones recientes del Soil Taxonomy. En las nuevas versiones de la Taxonomía de Suelos clasifican generalmente como Udorthents.

Ocurren mayormente en el paisaje de altiplanicie, con menor frecuencia ocurren en el piedemonte, y muy localmente se localizan en los paisajes de lomerío. En las altiplanicies ocupan posiciones en relieves de cuestas, mesas, taludes de derrubios, mientras que en los lomeríos ocupan posiciones en relieves de lomas, principalmente. La gran mayoría de estos suelos se han desarrollado a partir de rocas sedimentarias, pertenecientes a la Provincia Roraima, en particular areniscas de los tipos cuarzosas, feldespáticas, volcanoclásticas y conglomeráticas; localmente, también se desarrollan en arcosas rojas y tobas vítreas.

### Características relevantes

- Profundidad media: suelos superficiales a muy superficiales (5 – 50 cm de profundidad), en su mayoría limitados por un estrato rocoso.
- Textura: arenosas, areno francesas y franco arenosas, sin embargo, también ocurren texturas franco arcillosas, frecuentemente mezcladas con fragmentos gruesos, de tamaño variable.
- Fragmentos gruesos: ligeros a altos contenidos (25 – 80%).
- Estructura: no presentan evidencias de desarrollo estructural o es incipiente.
- Permeabilidad: alta (13,0 a 25,0 cm/h).
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: baja a media (menor de 60 mm/dm).
- Carbono orgánico: bajo a muy bajo (2,0% a menos de 0,5 %)
- Acidez: fuertemente a extremadamente ácido (pH 5,2 hasta menos de 4,5)
- Capacidad de intercambio catiónico: muy baja (< 6,0 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: muy baja (< 15%).

Los Troporhtents de la cuenca del río Caroní son suelos de baja evolución, poco profundos y con altos contenidos de fragmentos gruesos, comúnmente limitados por estratos pedregosos. Son suelos poco evolucionados sin evidencias de desarrollo estructural. Sus características físicas están marcadas por la baja estructuración y el predominio de texturas gruesas (arenosas, franco arenosas) combinadas con medianos a altos contenidos de esqueleto grueso lo cual les proporciona altas tasas de infiltración, alta permeabilidad y muy baja capacidad de retención de humedad.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad (separabilidad) baja (factor K de la USLE entre 0,013-0,016), en virtud de las texturas gruesas y moderadamente bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve y la pendiente predominante. En posiciones de: altiplanicie media inclinada y altiplanicies baja y media suavemente inclinada (4-16%), montaña baja (30-60%) piedemonte inclinado (16-60%) y lomerío alto escarpado (30-60%), estos riesgos se

convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía medio (tipo hidrológico B).



Figura 11. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Gran Grupo **Troporthents (Udorthents)** y paisaje de altiplanicie donde suelen aparecer con mayor frecuencia estos suelos. Fuente: Elizalde, G., J. Viloria y A. Rosales (2007). Fotografía de Pedro García.

El drenaje de estos suelos, tanto externa como internamente, está igualmente relacionado con el paisaje, relieve y topografía en los cuales aparecen: en paisajes de montaña baja, altiplanicies baja suavemente inclinada, altiplanicie media inclinada, piedemonte inclinado y lomerío alto escarpado el drenaje va desde algo excesivamente drenados a excesivamente drenados. Excepcionalmente pueden ser bien drenados.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad muy baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y muy elevada acidez.

Desde el punto de vista biológico, los moderadamente bajos contenidos de materia orgánica presentes en los horizontes superficiales de estos suelos pueden propiciar el desarrollo de cierta microbiota edáfica que favorece los procesos de descomposición, reciclaje y nutrición vegetal. Por otro lado, el volumen elevado de

fragmentos gruesos y la presencia de estratos rocosos a poca profundidad, puede incidir en el crecimiento y desarrollo de raíces.

En la Figura 11 se muestra un perfil típico de un Troporthents (Udorthents) y paisaje asociado.

### **Quartzipsamments**

Ocupan las posiciones de paisajes de altiplanicie, en los tipos de relieves de mesas, glacis y vegas. También se encuentran en la altiplanicie de Mesa y en las peniplanicies en baja proporción. Se han originado a partir de rocas sedimentarias provenientes de la Provincia Roraima, en particular areniscas cuarzosas, y por materiales transportados (coluvio–aluviales), provenientes de dichos materiales geológicos.

#### Características relevantes

- Profundidad media: moderadamente profundos (50 – 100 cm), localmente ocurren suelos superficiales (35 – 50 cm)
- Textura: generalmente varían entre arenosa y arenofrancosa, y no hay evidencia de desarrollo estructural pedogenético (material suelto o arena grano simple).
- Permeabilidad: rápida a muy rápida en todo el perfil (más de 25,0 cm/h).
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: muy baja (menos de 20 mm/dm)
- Carbono orgánico: muy bajos a bajos en superficie (1,5% a menos de 0,5%), con decrecimiento a mayor profundidad (< 0,05%).
- Acidez: fuertemente a extremadamente ácido (pH 5,2 hasta menos de 4,5)
- Capacidad de intercambio catiónico: muy baja (< 6,0 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: muy bajo a bajo (10-20 %)

Los Quartzipsamments de la cuenca del río Caroní son suelos de baja evolución, medianamente profundos o en ocasiones superficiales, con muy elevados

contenidos de arena en todo el perfil. En este sentido, se trata de suelos poco evolucionados sin evidencias de desarrollo estructural (arena cuarcítica suelta o grano simple). Sus características físicas están marcadas por la baja estructuración y el predominio de texturas gruesas lo cual les proporciona muy altas tasas de infiltración, alta permeabilidad y muy baja capacidad de retención de humedad.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad baja a moderada (factor K de la USLE entre 0,018-0,021), en virtud de las texturas arenosas y bajos contenidos de materia orgánica. Aunque se presentan en paisajes de altiplanicie y piedemonte inclinados con pendientes entre 16% hasta 60%, el riesgo de erosión de estos suelos es relativamente bajo por las condiciones de alta infiltración y baja escorrentía.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de un bajo potencial de escorrentía (tipo hidrológico A).

El drenaje de estos suelos, tanto externa como internamente, está igualmente relacionado con la granulometría predominante y el paisaje en los cuales aparecen: en paisajes de altiplanicies, altiplanicie de Mesa o peniplacie, el drenaje va desde algo excesivamente drenados hasta excesivamente drenados. En algunas paisajes de valles bajos deposicionales, con pendientes 0-4%, pueden presentar drenaje imperfecto, o incluso ocasionalmente estar sometidos a condiciones de inundación. Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad muy baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y muy elevada acidez.

Desde el punto de vista biológico, la presencia de arenas y los bajos contenidos de materia orgánica presentes en estos suelos propician condiciones de baja retención de humedad lo cual afecta el desarrollo de la vida vegetal, principalmente en períodos de menor precipitación.

## **Ustorthents**

Se han formado principalmente, a partir de cuarcitas y granitos en lomeríos y montañas. También se encuentran en peniplanicies y valles donde han evolucionado a partir de granitos y gneis graníticos, muy pobres en feldespatos y ricos en cuarzo.

### Características relevantes

- Profundidad media: suelos muy superficiales (menos de 25 cm).
- Textura: media a gruesa, esqueléticos.
- Fragmentos gruesos: alto contenido en todo el perfil (más de 50 %).
- Estructura: sin estructura.
- Permeabilidad: rápida a muy rápida (13,0 cm/h a más de 25,0 cm/h)
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: muy baja (menor de 40 mm/dm)
- Carbono orgánico: muy bajos a bajos en superficie (1,5% a menos de 0,5%), con decrecimiento a mayor profundidad (< 0,05%).
- Acidez: fuerte a extremadamente ácido (pH 5,2 hasta menos de 4,5)
- Capacidad de intercambio catiónico: baja a muy baja (12,0 cmol/kg de suelo, hasta menos de 6,0 cmol/kg de suelo).
- Porcentaje de saturación con bases: bajo (15 a 30 %)

Los Ustorthents de la cuenca del río Caroní son suelos de baja evolución, superficiales o poco profundos, con texturas medias a gruesas y presencia de esqueleto grueso. No presentan evidencias de desarrollo estructural. Sus características físicas están marcadas por la baja estructuración y el predominio de texturas medias a gruesas lo cual les proporciona altas tasas de infiltración, alta permeabilidad y baja capacidad de retención de humedad.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada (factor K de la USLE entre 0,032-0,036), en virtud de las texturas medias

a gruesas y bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos es alto por las condiciones de relieve y paisaje donde suelen aparecer con mayor frecuencia: montaña baja con pendientes entre 30-60% y lomeríos bajos con pendiente 16-30%.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de un bajo potencial de escorrentía (tipo hidrológico A).

El drenaje de estos suelos, tanto externa como internamente, está igualmente relacionado con la granulometría predominante y el paisaje: en montaña baja y lomeríos el drenaje va desde algo excesivamente drenados a excesivamente drenados.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad moderadamente baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y muy elevada acidez.

Desde el punto de vista biológico, la presencia de arenas y los bajos contenidos de materia orgánica presentes en estos suelos propician condiciones de baja retención de humedad lo cual afecta el desarrollo de la vida vegetal, principalmente en períodos de menor precipitación.

## **Tropaquents**

Se encuentran principalmente en los paisajes de valle, en los tipos de relieve de vega, aunque pueden aparecer en lomeríos y han evolucionado a partir de materiales transportados, coluvio-aluviales, provenientes de rocas sedimentarias pertenecientes a la Provincia Roraima, en particular arenisca cuarzosa y rocas meta-volcánicas. Presentan un régimen de humedad aquíco.

(Este Gran Grupo no aparece en versiones recientes del Soil Taxonomy.)

### Características relevantes

- Profundidad: moderadamente profundos a profundos (<180 cm de espesor).
- Textura: arenosas y areno francesas, localmente pueden encontrarse

texturas franco arenosas.

- Estructura: sin estructura. Ocasionalmente ocurre estructura granular a blocosa subangular, con grado de desarrollo muy débil.
- Permeabilidad: rápida (13,0 a 25,0 cm/h)
- Carbono orgánico: bajo (1,5%).
- Acidez: fuertemente a extremadamente ácido (pH 5,2 hasta menos de 4,5)
- Capacidad de intercambio catiónico: baja (6,0 a 12,0 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación de bases: baja (15 a 30%)

Los Tropaquents de la cuenca del río Caroní son suelos con exceso de agua que han reducido sus posibilidades de evolución pedogenética. Son suelos moderadamente profundos, con texturas gruesas. No presentan evidencias de desarrollo estructural o pueden tener estructura blocosa muy débilmente desarrollada. Sus características físicas están marcadas por la baja estructuración y el predominio de texturas gruesas lo cual les proporciona alta permeabilidad, aunque permanecen húmedos gran parte del año.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada (factor K de la USLE entre 0,032-0,036), en virtud de las texturas medias a gruesas y bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos es bajo por las condiciones de relieve y paisaje donde suelen aparecer con mayor frecuencia: principalmente en valles bajos con pendiente 0-4%, y en algunos lomeríos bajos con pendiente 4-8%.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de un mediano potencial de escorrentía (tipo hidrológico B).

El drenaje de estos suelos, tanto externa como internamente, está relacionado con la granulometría predominante y el paisaje: desde pobemente drenados a imperfectamente drenados. Pueden presentar nivel freático a partir de los 20-40 cm de profundidad.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad moderadamente baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad

de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y muy elevada acidez.

Desde el punto de vista biológico, la presencia permanente de humedad (hidromorfismo) confiere características restrictivas para el desarrollo de amplias tipologías de vida microbiana y vegetal.

## **Tropofluvents**

Se originan de los sedimentos coluvio-aluviales, depositados en las llanuras inundables del paisaje de valles. Estos suelos han evolucionado a partir de materiales transportados, coluvio-aluviales, provenientes de rocas sedimentarias pertenecientes a la Provincia Roraima, en particular arenisca cuarzosa y rocas meta-volcánicas.

Este Gran Grupo no aparece en versiones recientes del Soil Taxonomy. Generalmente son reclasificados como Ustifluvents.

### Características relevantes

- Profundidad media: profundos a muy profundos (entre 100 cm hasta mayor a 150 cm).
- Textura: horizonte A de espesor variable (15 – 30 cm) y textura arenofrancosa y arenosa, con estructura de grano simple, aunque localmente ocurren estratos con estructura blocosa muy incipiente. Este horizonte descansa directamente sobre un horizonte C de textura arenosa a arenofrancosa. Cabe resaltar, que en los Tropofluvents ocurren horizontes A enterrados, a profundidad variable dentro el perfil.
- Fragmentos gruesos: generalmente ausentes.
- Estructura: en el horizonte A la estructura es grano simple y localmente, blocosa subangular, muy débil. En el horizonte C la estructura es grano simple.
- Permeabilidad: rápida (15,0 a 25,0 cm/h)
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: muy baja (menor a 40

mm/dm)

- Carbono orgánico: bajo a muy bajo en superficie (1,5% a menos de 0,5%), con decrecimiento en profundidad.
- Acidez: fuertemente a extremadamente ácido (pH 5,2 hasta menos de 4,5)
- Capacidad de intercambio catiónico: baja a muy baja (12,0 cmol/kg de suelo, hasta menos de 6,0 cmol/kg de suelo).
- Porcentaje de saturación con bases: muy baja (menos de 15 %)

Los Tropofluvents de la cuenca del río Caroní son suelos originados a partir de depósitos aluviales frecuentes que han reducido sus posibilidades de evolución pedogenética. Son suelos profundos, con predominio de texturas medias a gruesas. No presentan evidencias de desarrollo estructural o pueden tener estructura blocosa muy débilmente desarrollada. Sus características físicas están marcadas por la baja estructuración y el predominio de texturas gruesas lo cual les proporciona alta permeabilidad.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada (factor K de la USLE entre 0,032-0,036), en virtud de las texturas medias a gruesas y bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos es bajo por las condiciones de relieve y paisaje donde aparecen: llanuras aluviales inundables en paisajes de valles bajos deposicionales, con pendiente 0-4%.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de un mediano potencial de escorrentía (tipo hidrológico B).

El drenaje de estos suelos, tanto externa como internamente, está relacionado con el paisaje dominante donde aparecen (llanuras aluviales en paisaje de Valle): desde moderadamente bien drenados a imperfectamente drenados.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad moderadamente baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y alta acidez.

Desde el punto de vista biológico, presentan características moderadamente buenas para el desarrollo de condiciones particulares de vida microbiana y buen desarrollo vegetal.

## **INCEPTISOLES (EPT)**

Representan el tercer Orden en cuanto a dominancia en la cuenca, con una distribución irregular dentro el área. Ocupan 154.269,4 ha, que representan el 1,674% del total. Se localizan mayormente en los paisajes de altiplanicie y valle, localmente en el paisaje de piedemonte. Se desarrollaron a partir de sedimentos de rocas sedimentarias (areniscas), provenientes de la Provincia geológica Roraima. Presentan poca a moderada evolución pedogenética, con una secuencia de horizontes A-Bw-C o A-Bw-R, principalmente. Por lo general, son suelos moderadamente profundos (50 – 90 cm), localmente son superficiales (menos de 40 cm), sobre contactos líticos, o profundos (100 – 150 cm), como es el caso de espesos frentes de alteración del substrato rocoso o depósitos aluvio–coluviales. Poseen características tanto morfológicas como físico–químicas que fluctúan en función de su distribución geográfica y ubicación en el paisaje. En superficie, predominan texturas francas, franco arenosas y franco arcillosas, con una estructura blocosa subangular, de débil a moderado desarrollo y tamaño muy fino a fino, no obstante, muy localmente hay suelos sin estructura (grano simple). En profundidad, las texturas son franco arenosa, franca, franco arcillo arenosa, franco arcillosa, franco arcillo limosa y arcillosa, con estructura prismática a blocosa subangular, de débil a moderado desarrollo pedogenético y tamaño variable. Comúnmente, estos suelos poseen moderada capacidad de retención de humedad y permeabilidad; son suelos bien drenados a algo excesivamente drenados. Sin embargo, hacia las zonas más bajas o depresiones, resultan moderadamente bien drenados a pobemente drenados. Se puede considerar a estos suelos como medianamente evolucionados, debido en primer lugar, a la pobreza relativa de bases cambiables del material parental, en segundo lugar, la ocurrencia en áreas con topografía inclinada, lo cual

ha favorecido los procesos erosivos que han interrumpido los procesos de evolución y por último, su génesis a partir de materiales muy alterados y desaturados, depositados recientemente por los ríos y tributarios que drenan la zona. El pH es extremadamente ácido, con moderados a bajos valores de capacidad de intercambio catiónico y de saturación con bases. Los grandes grupos de este orden están representados por los Humitropepts, Dystropepts y Tropaquepts, los cuales se describen a continuación.

Equivalencia de los INCEPTISOLES con la clasificación de la Base Mundial Referencial de Suelos (WRB) de la FAO:

### **CAMBISOLES - GLEYSOLES**

A nivel de Grandes Grupos de suelo, los Inceptisoles presentes en la cuenca del río Caroní son los siguientes:

#### **Humitropepts**

Los Humitropepts se encuentran en paisajes de altiplanicie, en vegas, mesas y cuestas. La gran mayoría de estos suelos se han desarrollado a partir de sedimentos coluvio-aluviales provenientes de rocas sedimentarias de la Provincia Roraima, particularmente las areniscas arcósicas, también evolucionan de sedimentos coluvio-aluviales derivados de rocas intrusivas, del tipo diabasas.

##### Características relevantes

- Profundidad media: moderadamente profundos (60 – 90 cm). Pueden existir suelos menos profundos.
- Textura: en superficie son predominantemente franco arenosa a francosa. A mayor profundidad son franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo arenosa y arcillo limosa.
- Fragmentos gruesos: localmente, presencia de altos contenidos de fragmentos gruesos, de gravas de cuarzo y nódulos de hierro (20 a 50%).

- Estructura: entre blocosa subangular y granular, con grado de desarrollo de débil a moderado. En profundidad se presentan estratos con estructura prismática, con débil a moderado desarrollo.
- Permeabilidad: moderada en la mayor parte del perfil (2,0 a 6,0 cm/h).
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: baja (40-60 mm/dm)
- Carbono orgánico: mediano a alto en superficie (2-4%)
- Acidez: extremadamente ácido ( $\text{pH} < 4,5$ )
- Capacidad de intercambio catiónico: baja a moderada (6 a 20 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: muy baja (< 20 %)

Los Humitropepts de la cuenca del río Caroní son suelos originados a partir de sedimentos de rocas sedimentarias (areniscas). Son suelos moderadamente profundos, predominio de texturas gruesas en superficie y medias en profundidad. Presentan evidencias incipientes de desarrollo estructural, generalmente estructura blocosa angular o subangular débilmente desarrollada. Sus características físicas están marcadas por la moderada a baja estructuración y el predominio de texturas gruesas en superficie, lo cual les proporciona permeabilidad e infiltración moderadas, así como baja capacidad de retención de humedad.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada (factor K de la USLE entre 0,032-0,043), en virtud de las texturas medias a gruesas y moderadas a altos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos es moderado a bajo por las condiciones de paisaje donde aparecen: altiplanicies bajas planas y relieve de vegas, con pendiente 0-4%.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de un mediano potencial de escorrentía (tipo hidrológico B).

El drenaje de estos suelos, tanto externa como internamente, está relacionado con el paisaje dominante (vegas en paisaje de altiplanicie): generalmente moderadamente bien drenados, y localmente imperfectamente drenados.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad moderada a baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y alta acidez.

Desde el punto de vista biológico, presentan características moderadamente buenas por el moderado a alto contenido de materia orgánica en el suelo superficial, tanto para el desarrollo de condiciones particulares de vida microbiana como para el desarrollo vegetal en general.

### **Dystropepts**

Están localizados mayormente en el paisaje de valle, y en menor proporción en los paisajes de altiplanicie y piedemonte, específicamente en los tipos de relieve de vega y glacís de erosión. Se han formado a partir de sedimentos coluvio– aluviales muy lixiviados, provenientes de rocas sedimentarias del tipo arenisca cuarzosa, correspondiente al Grupo Roraima.

#### Características relevantes

- Profundidad media: suelos superficiales a moderadamente profundos, desde suelos con menos de 40 cm (ubicados en glacís), a suelos con más de 80 cm de espesor (localizados en vegas).
- Textura: franco arcillo arenosa y franco arenosa, a mayor profundidad son arcillosos.
- Fragmentos gruesos: localmente, algunos perfiles tienen moderados contenidos (20 a 50%)
- Estructura: comúnmente granular o blocosa subangular, puede ser prismática en estratos inferiores, de moderado grado de desarrollo.
- Permeabilidad: moderada (2,0 a 6,0 cm/h).
- Capacidad de retención de humedad: moderada (60 a 80 mm/dm)
- Carbono orgánico: bajo (0,5-1,5 %)

- Acidez: fuertemente a extremadamente ácido (pH 5,2 hasta menos de 4,5)
- Capacidad de intercambio catiónico: mediana (12 a 35 cmol/kg de suelo, pero localmente, puede ser baja. ( $< 12$  cmol/kg de suelo))
- Porcentaje de saturación con bases: muy baja a baja (20%, frecuentemente entre 15 a 30 %)

Los Dystropepts de la cuenca del río Caroní son suelos originados a partir de sedimentos coluvio-aluviales muy lixiviados, provenientes de rocas sedimentarias del tipo arenisca cuarzosa. Son suelos moderadamente profundos en glacis y profundos en vegas, con predominio de texturas medias en superficie y más finas en profundidad. Presentan desarrollo estructural débil, generalmente blocosa angular o subangular en superficie y prismática en profundidad. Sus características físicas están marcadas por la moderada a baja estructuración y el predominio de texturas medias en superficie y más finas en profundidad, lo cual les proporciona moderadas condiciones de permeabilidad, infiltración y capacidad de retención de humedad.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada (factor K de la USLE entre 0,036-0,040), en virtud de la estructura débil, texturas medias a gruesas y bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos es moderado a bajo por las condiciones de paisaje donde aparecen más frecuentemente: paisaje de valle y relieve de vegas, con pendiente 0-4%. Puede ser alto cuando aparecen en relieve de glacis.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de un mediano potencial de escorrentía (tipo hidrológico B).

El drenaje de estos suelos, tanto externa como internamente, está relacionado con el paisaje dominante: bien drenados a imperfectamente drenados en paisaje de valles, y localmente algo excesivamente drenados en posición de glacis.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad baja a muy baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de

Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y muy alta acidez.

Desde el punto de vista biológico, presentan bajos contenidos de materia orgánica y elevada acidez, que condiciona el desarrollo de una microbiota adaptada a estas particulares condiciones de vida.

## **Tropaquepts**

Se localizan comúnmente en el paisaje de valle, específicamente en el tipo de relieve de llanura inundable y se han formado a partir de sedimentos coluvio–aluviales, muy lixiviados, provenientes de rocas sedimentarias del tipo arenisca cuarzosa, correspondiente al Grupo Roraima, y muy localmente se han desarrollado de sedimentos coluvio–aluviales de rocas ígneas, del tipo ignimbritas.

### Características relevantes

- Profundidad media: moderadamente profundos (50 – 135 cm).
- Textura: en superficie, las texturas predominantes son franco arenosa, francosa y franco arcillo arenosa; localmente pueden presentarse texturas arcillosas. En los horizontes más profundos, las texturas más comunes son arenosa, franca, franco arcillo arenosa, arcillo arenosa, franco arcillosa y arcillo limosa.
- Fragmentos gruesos: abundantes (30 a 40%), en particular gravas de cuarzo, en los horizontes más profundos.
- Estructura: en superficie, es principalmente blocosa subangular, con grado de desarrollo débil y tamaño fino a mediano, ocurriendo también ocasionalmente estratos no estructurados (grano simple). En profundidad, la estructura puede ser prismática o blocosa subangular, con grado de desarrollo moderado, y tamaño que varía de mediano a grande.
- Permeabilidad: moderada en la mayor parte del perfil (2-6 cm/h), aunque localmente ocurren estratos donde se hace rápida (13-25 cm/h).

- Capacidad de retención de humedad: moderada (60 a 80 mm/dm)
- Carbono orgánico: en el horizonte A es muy variable: desde bajo a muy alto (0,5-8%), reduciéndose marcadamente en el horizonte B hasta alcanzar valores muy bajos (< 0,5 %).
- Acidez: fuertemente a extremadamente ácido (pH 5,2 a menos de 4,5)
- Capacidad de intercambio catiónico: en superficie es moderada a baja (6-20 cmol/kg de suelo, pero se hace muy baja con la profundidad (< 6 cmol/kg de suelo)).
- Porcentaje de saturación con bases: muy baja (20%, frecuentemente 15 a 30 %).

Los Tropaquepts de la cuenca del río Caroní son suelos con drenaje restringido que permanecen húmedos durante gran parte del año. Son suelos originados a partir de sedimentos coluvio–aluviales muy lixiviados, provenientes de rocas sedimentarias del tipo arenisca cuarzosa. Son moderadamente profundos, con predominio de texturas medias en todo el perfil. Presentan desarrollo estructural débil, generalmente blocosa angular o subangular en superficie y prismática en profundidad. Sus características físicas están marcadas por la moderada a baja estructuración y el predominio de texturas medias, lo cual les proporciona moderadas condiciones de permeabilidad e infiltración, y moderada a alta capacidad de retención de humedad.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada (factor K de la USLE entre 0,036-0,040), en virtud de la estructura débil, texturas medias y bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos es moderado a bajo por las condiciones de paisaje donde aparecen con mayor frecuencia: paisaje de valle y relieve de llanura inundable, con pendiente 0-4%.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de un mediano potencial de escorrentía (tipo hidrológico B).

El drenaje de estos suelos, tanto externa como internamente, está relacionado con el paisaje dominante: pobemente drenados, afectados por inundaciones frecuentes y nivel freático cercano a la superficie (a menos de 20 cm de profundidad).

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad baja, manifestada principalmente por la baja Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), bajo porcentaje de saturación con bases intercambiables y muy alta acidez.

Desde el punto de vista biológico, presentan saturación hídrica, bajos contenidos de materia orgánica y elevada acidez, que condiciona el desarrollo de una microbiota adaptada a estas particulares condiciones de vida y a una vegetación adaptada a saturación hídrica durante gran parte del año.

## **HISTOSOLES (IST)**

Corresponden a los suelos con menor ocurrencia en el área. Se localizan en los sectores Medio Caroní, Alto Caroní y Bajo Paragua, asociados al paisaje de Altiplanice y ocupan 38.947,7 ha o el 0,423% del total. Se forman en las altiplanicies medias y altas (tepuyes) a partir de restos vegetales, que se encuentran asociados a afloramientos rocosos. Son suelos superficiales, poco evolucionados, no presentan textura ni estructura debido a la alta proporción de restos vegetales, poco a moderadamente descompuestos (fibras). Tienen una secuencia de horizontes O-R y, localmente O-A-R. La mayoría de estos suelos tienen alta capacidad de retención de humedad y baja capacidad de soporte, por su nivel freático alto (permanente saturación con agua) resultan pobemente drenados; temperaturas bajas (10°C – 18°C), además de que sobreyacen directamente a un contacto rocoso. Químicamente se caracterizan por presentar pH fuertemente a extremadamente ácido, alta capacidad de intercambio catiónico y baja saturación con bases. Es muy importante resaltar que dichos depósitos orgánicos poseen un incipiente grado evolutivo, el cual se puede estimar a partir de su grado de maduración tanto física, como química y biológica. El grado de maduración física se deduce según la disminución del volumen ocupado por los restos vegetales (fenómeno de

subsidiencia), el cual depende de la elevación del nivel freático, por lo tanto, en presencia de un nivel freático alto habrá poca disminución del volumen y al estar el material sometido a un régimen de saturación con agua permanente (per-áquico) ocurrirá muy poca maduración. Por otro lado, la maduración química comprende la formación de sustancias de mayor resistencia (humus), lo cual no se cumple en estos suelos, ya que se observa una alta proporción de fibras, material poco descompuesto. En cuanto a la maduración biológica, ésta implica una reducción del tamaño de partículas y la mezcla de ellas por acción de los organismos, que es poco factible, dada las condiciones de anaerobiosis a que están sometidos los suelos. Los suelos que representan a este Orden corresponden al Gran Grupo Tropofibrists, el cual ocurre en proporciones y combinaciones variables en las unidades cartográficas donde es reportado. Cabe señalar que se han identificado algunos suelos del Gran Grupo Troposaprists, las cuales son muy poco comunes y no cartografiadas a la escala de publicación de los mapas (1:250.000).

Equivalencia de los HISTOSOLES con la clasificación de la Base Mundial Referencial de Suelos (WRB) de la FAO:

### **HISTOSOLES.**

A nivel de Grandes Grupos de suelo, los Histosoles presentes en la cuenca del río Caroní son los siguientes:

### **Tropofibrists**

Estos suelos no aparecen en las nuevas versiones de la Taxonomía de Suelos. Han sido sustituidos por el Gran Grupo Haplofibrists. En la cuenca del Caroní estos suelos han sido identificados únicamente en el paisaje de altiplanicie, bajo el tipo de relieve de mesa, en la cima de los tepuyes. Evolucionaron exclusivamente a partir de restos orgánicos de origen vegetal, no se originan de ningún tipo de roca, con poca evidencia de desarrollo evolutivo, que descansan normalmente sobre un contacto rocoso. En forma general poseen muy baja a nula actividad biológica.

Características relevantes:

- Profundidad media: suelos superficiales (<50 cm),
- Color: oscuros, normalmente negros.
- Textura: ausente (suelos orgánicos)
- Fragmentos gruesos: ausentes.
- Estructura: ausente
- Permeabilidad: muy baja (menor de 0,13 cm/h).
- Capacidad de retención de humedad: alta (80 a 100 mm/dm)
- Carbono orgánico: muy elevado (10% o mayor).
- Acidez: fuertemente ácido (pH 4,5 a 5,2 )
- Capacidad de intercambio catiónico: alta (asociada a altos contenidos de materia orgánica) (20 a 35 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: baja (15 a 30 %)



Figura 12. Perfil representativo de un suelo perteneciente al Gran Grupo **Tropofibrists (Haplofibrists)** y vista general de una cima de tepuy en altiplanicie, paisaje donde suelen aparecer estos suelos. Fuente: Elizalde, G., J. Viloria y A. Rosales (2007). Fotografía de Pedro García.

Los Tropofibrists (Haplofibrists) de la cuenca del río Caroní son suelos orgánicos, de turbas o pantanos, de poca profundidad, saturación hídrica permanente, asociados principalmente a afloramientos rocosos en las cimas de los tepuyes. Son suelos orgánicos de colores oscuros, sin textura, estructura ni fragmentos gruesos. La permeabilidad es muy baja y la capacidad de retención de humedad es alta.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran de un alto potencial de escorrentía (tipo hidrológico D).

El nivel freático en superficie ocasiona una saturación permanente con agua.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad muy baja, manifestada principalmente por la baja saturación con bases intercambiables y muy alta acidez.

Desde el punto de vista biológico, presentan saturación hídrica con muy baja o nula actividad biológica. En la Figura 12 se muestra un perfil típico de estos suelos y el paisaje asociado.

## **ALFISOLES (ALF)**

Los Alfisoles tiene poca representación en la cuenca y se restringen al sector del Bajo Caroní, donde ocupan 30.649,6 ha, que corresponde al 0,333% del total de la cuenca. Los suelos pertenecientes a este Orden se localizan en la zona centro – este del Embalse Guri y en las cercanías de los centros poblados de El Manteco y La Vigía, así como también al suroeste del embalse, cerca del poblado El Cristo. Son suelos de moderado grado de evolución pedogenética, que exhiben mayormente una secuencia de horizontes A-Bt-C. El desarrollo de estos suelos ocurre en paisajes de lomeríos de alturas bajas, medias y altas, de topografía desde quebrada hasta escarpada, con un amplio rango de pendientes (8 – 60%), igualmente se les encuentra en la peniplanicie media de topografía ondulada y pendiente general de 16 – 30%. Los Grandes Grupos identificados son Haplustalfs, Kandiustalfs y Kanhaplustalfs, los cuales presentan un horizonte argílico con una saturación de bases mayor de 35%, su alto contenido de arcilla le confieren una alta capacidad de intercambio catiónico y alta saturación con bases, por lo que son los suelos más fértiles del área de estudio.

Equivalencia de los ALFISOLES con la clasificación de la Base Mundial Referencial de Suelos (WRB) de la FAO:

## **LUVISOLES.**

A nivel de Grandes Grupos de suelo, los Alfisoles presentes en la cuenca del río Caroní son los siguientes:

### **Haplustalfs**

Los Haplustalfs se han desarrollado sobre un paisaje de lomerío, a partir de rocas anfibolíticas o de gneises graníticos.

#### Características relevantes:

- Profundidad media: moderadamente profundos a profundos (50 a 150 cm).
- Textura: arenos francesas y en algunos perfiles franco arcillosas, en el horizonte A, generalmente delgado de 8 a 18 cm de espesor, Localmente, pueden encontrarse horizontes transicionales del tipo AB con texturas arenos francesas. El horizonte B argílico es de espesor variable (47 a 82 cm), de textura arcillosa y localmente arcillo arenosa.
- Fragmentos gruesos: moderadas cantidades de gravas de cuarzo en los horizontes A y poca cantidad en los horizontes B (20 %).
- Estructura: blocosa subangular de desarrollo moderado y de tamaño fino o muy fino en el horizonte A y blocosa subangular, de desarrollo moderado y de tamaño fino, en el horizonte B.
- Permeabilidad: moderadamente lenta (0,5 a 2,0 cm/h).
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: moderada (60 a 80 mm/dm).
- Carbono orgánico: medio (2-3%)
- Acidez: neutro a ligeramente ácido. (pH 6,0 a 7,0)
- Capacidad de intercambio catiónico: moderada (12 a 20 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: muy alta (70 a 100 %)

Los Haplustalfs de la cuenca del río Caroní son suelos profundos que permanecen húmedos entre 3 y 9 meses al año. Por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura moderadamente fuerte. En su estado

natural, la estructura y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y adecuada aireación, moderadas tasas de infiltración, permeabilidad y capacidad de retención de humedad. La permeabilidad se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte de acumulación de arcilla iluvial (argílico) a profundidad y espesor variable. Debido a las texturas más finas en el horizonte Bt (argílico), tienen capacidad de incrementar la capacidad de retener agua en profundidad. La presencia de fragmentos gruesos en el perfil es generalmente baja.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada a baja (factor K de la USLE entre 0,013-0,016), en virtud de la estructura moderada, texturas medias y moderados a altos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve y la pendiente predominante: en paisajes de lomeríos de alturas bajas, medias y altas, con topografía desde quebrada hasta escarpada, con un amplio rango de pendientes (8 – 60%), así como en peniplanicie media de topografía ondulada y pendiente general de 16 – 30%, estos riesgos se convierten rápidamente en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora o bajo agricultura mecanizada intensiva sin prácticas de manejo y conservación de suelos. Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía moderadamente bajo (tipo hidrológico B).

Igualmente, el drenaje de estos suelos está relacionado con el paisaje, relieve y topografía en los cuales aparecen (generalmente en paisajes de lomeríos y peniplanicie ondulada), donde predomina el buen drenaje.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una alta fertilidad, manifestada principalmente por la moderada capacidad de Intercambio catiónico, muy alto porcentaje de saturación con bases, acidez cercana a neutralidad y moderadamente altos contenidos de materia orgánica en los horizontes superficiales. Son los suelos de más alta fertilidad natural en el área de estudio.

Desde el punto de vista biológico, los contenidos de materia orgánica presentes en los horizontes superficiales, acidez cercana a neutralidad y alto contenido de bases de estos suelos propician condiciones para el desarrollo de una microbiota edáfica variada que favorece los procesos de descomposición, reciclaje y nutrición vegetal.

## Kandiustalfs

Los Kandiustalfs, a diferencia de los anteriores, han evolucionado a partir de los granitos y esquistos en lomas y colinas.

### Características relevantes:

- Profundidad media: muy profundos (mayor a 150 cm).
- Textura: el horizonte A es delgado, textura comúnmente arcillosa a arcillo arenosa; el horizonte Bt presenta un espesor mayor de 145 cm con textura arcillosa.
- Estructura: estructura blocosa subangular, moderada y fina en el horizonte A y blocosa subangular, moderada y mediana.
- Permeabilidad: moderada (2,0 a 6,0 cm/h).
- Capacidad de retención de humedad aprovechable: alta (80 a 100 mm/dm)
- Carbono orgánico: bajos a muy bajos valores (0,5 a 2,0%).
- Acidez: ácido (pH 4,5 a 5,2)
- Capacidad de intercambio catiónico: moderada (12 a 20 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: moderado (30 a 50 %)

Los Kandiustalfs de la cuenca del río Caroní son suelos profundos que permanecen húmedos entre 3 y 9 meses al año. Por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura moderadamente fuerte. En su estado natural, la estructura y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y adecuada aireación, moderadas tasas de infiltración, permeabilidad y capacidad de retención de humedad. La permeabilidad se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte espeso de

acumulación de arcilla iluvial (argílico) a profundidad variable. Debido a las texturas más finas en el horizonte Bt (argílico), tienen capacidad de incrementar la capacidad de retener agua en profundidad.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada (factor K de la USLE entre 0,018-0,021), en virtud de la estructura moderada, texturas medias y moderados contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve y la pendiente predominante: en paisajes de lomeríos de alturas bajas, medias y altas, con topografía desde quebrada hasta escarpada, con un amplio rango de pendientes (8 – 30%), así como en peniplanicie media de topografía ondulada y pendiente general de 16 – 30%, estos riesgos se convierten en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora o bajo agricultura mecanizada intensiva sin prácticas de manejo y conservación de suelos.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía moderadamente bajo (tipo hidrológico B).

Igualmente, el drenaje de estos suelos está relacionado con el paisaje, relieve y topografía en los cuales aparecen (generalmente en paisajes de lomeríos y peniplanicie ondulada), donde predomina el buen drenaje.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una moderada a alta fertilidad natural, manifestada principalmente por la moderada capacidad de Intercambio catiónico, moderadamente alto porcentaje de saturación con bases y moderada a alta acidez.

Desde el punto de vista biológico, los contenidos de materia orgánica presentes en los horizontes superficiales, moderada acidez y moderado contenido de bases de estos suelos propician condiciones para el desarrollo de una microbiota edáfica variada que favorece los procesos de descomposición, reciclaje y nutrición vegetal.

## Kanhaplustalfs

Los Kanhaplustalfs se encuentran principalmente en el paisaje de peniplanicie, ocupando posiciones en las vertientes de las colinas, son originados in situ, a partir de rocas metamórficas del tipo esquistos.

### Características relevantes:

- Profundidad media: moderadamente profundos. El perfil termina generalmente en contacto con la roca madre (50 a 100 cm).
- Textura: el horizonte A es delgado y su textura es franco arcillosa, .El horizonte Bt argílico, es generalmente espeso (alrededor de los 70 cm), de textura franco arcillosa.
- Fragmentos gruesos: proporciones moderadas de fragmentos de grava de cuarzo en el horizonte A y pocas a frecuentes proporciones de gravas de cuarzo.
- Estructura: el horizonte A tiene una estructura blocosa subangular, mediana y de grado de desarrollo fuerte, mientras que el horizonte B es blocosa subangular de tamaño mediano y de desarrollo fuerte.
- Permeabilidad: moderadamente lenta (0,5 a 2,0 cm/h)
- Capacidad de retención de humedad: moderada (60 a 80 mm/dm)
- Carbono orgánico: alto (3 - 5 %)
- Acidez: moderada a ligeramente ácido (pH 5,3 - 6,5 )
- Capacidad de intercambio catiónico: baja a moderada (6 - 20 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: muy alta (70 a 100 %)

Los Kanhaplustalfs de la cuenca del río Caroní son suelos moderadamente profundos que permanecen húmedos entre 3 y 9 meses al año. Por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura moderadamente fuerte. En su estado natural, la estructura y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y adecuada aireación, moderadas tasas

de infiltración, permeabilidad y capacidad de retención de humedad. La permeabilidad se puede reducir ligeramente en profundidad debido a la presencia de un horizonte espeso de acumulación de arcilla iluvial (argílico) a profundidad variable. Debido a las texturas más finas en el horizonte Bt (argílico), tienen capacidad de incrementar la capacidad de retener agua en profundidad.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada (factor K de la USLE entre 0,016-0,018), en virtud de la estructura moderada, texturas medias y moderadamente altos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve y la pendiente predominante de peniplanicie media de topografía ondulada y pendiente general de 16 – 30%. Estos riesgos se convierten en procesos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora o bajo agricultura mecanizada intensiva.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía moderadamente bajo (tipo hidrológico B).

Igualmente, el drenaje de estos suelos está relacionado con el paisaje, relieve y topografía en los cuales aparecen (generalmente en paisajes de lomeríos y peniplanicie ondulada), donde predomina el buen drenaje.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una moderada a alta fertilidad natural, manifestada principalmente por la moderada capacidad de Intercambio catiónico, alto porcentaje de saturación con bases y moderada acidez.

Desde el punto de vista biológico, los altos contenidos de materia orgánica presentes en los horizontes superficiales, moderada acidez y alto contenido de bases de estos suelos propician condiciones para el desarrollo de una microbiota edáfica variada que favorece los procesos de descomposición, reciclaje y nutrición vegetal.

## **OXISOLES (OX)**

Son los suelos más evolucionados que se encuentran en la cuenca del Caroní y se localizan principalmente en el Bajo Caroní y en los límites de este sector con el del Bajo Paragua, donde ocupan una superficie de 23.645,9 que representa el 0,257% del total de la cuenca. Se encuentran principalmente en el paisaje de peniplanicie, ocupando posiciones en colinas y glacis coluviales. Son suelos muy profundos, alcanzando los 150 cm o más de profundidad; presentan un gran desarrollo pedogenético, con una secuencia de horizontes A-Box. Los Grandes Grupos identificados fueron los Haplustox y los Kandiustox, éste último Gran Grupo con muy poca representación cartográfica.

Equivalencia de los OXISOLES con la clasificación de la Base Mundial Referencial de Suelos (WRB) de la FAO:

## **FERRALSOLES.**

A nivel de Grandes Grupos de suelo, los Oxisoles presentes en la cuenca del río Caroní son los siguientes:

### **Haplustox**

Se encuentran principalmente en paisajes de peniplanicies ocupando posiciones de glacis, y algunos pocos en paisajes de montaña. Son suelos de extremado grado de desarrollo pedogenético, originados sobre coluviones depositados en la bases de las lomas o colinas, con una secuencia de horizontes A-AB-B1ox-B2ox-B3ox.

#### Características relevantes:

- Profundidad media: moderadamente profundos a muy profundos (120 a 160 cm).
- Textura: el horizonte A es delgado (8 a 20 cm de espesor), con texturas franca, franco arcillo arenosas y arcillosas Por debajo del A, ocurre

normalmente un horizonte transicional AB. El horizonte B óxico, es muy espeso (112 a 140 cm), de texturas arcillosas, franco arcillosas y franco arcillo arenosas, mezcladas localmente con poco contenido de gravas de cuarzo. .

- Estructura: horizonte A es blocosa subangular, de grado de desarrollo medio y de tamaño fino a muy fino. La estructura del horizonte B es blocosa subangular, de fuerte grado de desarrollo y de tamaño fino que rompe en estructura granular.
- Permeabilidad: moderada (2,0 a 6,0 cm/h).
- Capacidad de retención de humedad: moderada (60 a 80 mm/dm)
- Carbono orgánico: muy bajo (< 0,5%).
- Acidez: moderadamente a fuertemente ácido (pH 5,9 a menos de 4,5).
- Capacidad de intercambio catiónico: muy baja (< 6 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: baja (< 15 %)
- Pueden presentar altas concentraciones de sesquióxidos de hierro y aluminio.

Los Haplustox de la cuenca del río Caroní son suelos muy profundos que permanecen húmedos entre 3 y 9 meses al año. Por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura fuerte y de buen grado de desarrollo. En su estado natural, la estructura y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y adecuada aireación, moderadas tasas de infiltración, permeabilidad y capacidad de retención de humedad.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosibilidad moderada a baja (factor K de la USLE entre 0,013-0,016), en virtud de la estructura muy fuerte, texturas medias y bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve y la pendiente predominante. Se presentan principalmente en paisaje de peniplanicie media suavemente ondulada, con pendientes entre 4–8%, con riesgos moderados a altos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía moderadamente bajo (tipo hidrológico B).

Igualmente, el drenaje de estos suelos está relacionado con el paisaje, relieve y topografía en los cuales aparecen, donde predomina el buen drenaje.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una muy baja fertilidad natural, manifestada principalmente por la baja capacidad de Intercambio catiónico, muy bajo porcentaje de saturación con bases y alta acidez. Presentan sesquióxidos de hierro y aluminio que pueden generar problemas de toxicidad.

Desde el punto de vista biológico, la elevada acidez y muy bajo contenido de bases de estos suelos propician condiciones restrictivas para el desarrollo de una microbiota edáfica variada.

### **Kandiustox**

Los Kandiustox se encuentran en el paisaje de lomeríos medios y altos en el Bajo Paragua. Son de origen residual y se han desarrollado a partir de rocas del tipo Granito alcalino y esquistos.

#### Características relevantes:

- Profundidad media: moderadamente profundos a profundos (50 a 150 cm).
- Textura: el horizonte A es generalmente delgado, de textura arcillosa El horizonte B tiene un espesor que varía entre 45 y 80 cm, con textura arcillosa
- Estructura: en el horizonte A la estructura es blocosa subangular, moderada y gruesa. La del horizonte B es blocosa subangular, moderada a fuerte y fina a grande.
- Permeabilidad: moderada: (2,0 a 6,0 cm/h).
- Capacidad de retención de humedad: baja (40 a 60 mm/dm).
- Carbono orgánico: bajo a muy bajo contenido de carbono orgánico (1,5 y menor de 0,5).
- Acidez: fuerte a extremadamente ácido (pH 5,2 y menor de 4,5)

- Capacidad de intercambio catiónico: baja a muy baja (12 cmol/kg de suelo, frecuentemente menor de 6 cmol/kg de suelo)
- Porcentaje de saturación con bases: baja a muy baja (15 a 30% y frecuentemente menor a 15%).

Los Kandiustox de la cuenca del río Caroní son suelos muy profundos que permanecen húmedos entre 3 y 9 meses al año. Por lo general presentan buenas características físicas, representadas por una estructura fuerte y de buen grado de desarrollo. En su estado natural, la estructura y las texturas medias les confieren condiciones de buena porosidad y adecuada aireación, moderadas tasas de infiltración y permeabilidad. La capacidad de retención de humedad es baja.

Los horizontes superficiales pueden presentar condiciones de erosionabilidad moderada a baja (factor K de la USLE entre 0,013-0,016), en virtud de la estructura muy fuerte, texturas medias y bajos contenidos de materia orgánica. El riesgo de erosión de estos suelos se asocia fundamentalmente a las condiciones del relieve y la pendiente predominante. Se presentan principalmente en paisaje de paisaje de lomeríos medios y altos, con riesgos moderados a altos de erosión activa en ausencia de cobertura vegetal protectora.

Desde el punto de vista hidrológico, estos suelos se consideran con potencial de escorrentía moderadamente bajo (tipo hidrológico B).

Igualmente, el drenaje de estos suelos está relacionado con el paisaje, relieve y topografía en los cuales aparecen, desde bien drenados hasta algo excesivamente drenados.

Desde el punto de vista de sus propiedades químicas, estos suelos presentan una fertilidad natural muy baja, manifestada principalmente por la baja capacidad de Intercambio catiónico, muy bajo porcentaje de saturación con bases y alta acidez. Presentan sesquióxidos de hierro y aluminio que pueden generar problemas de toxicidad.

Desde el punto de vista biológico, la elevada acidez y muy bajo contenido de bases de estos suelos propician condiciones restrictivas para el desarrollo de una microbiota edáfica variada.

### **Afloramientos rocosos y cuerpos de agua.**

Los afloramientos rocosos están ampliamente distribuidos en toda la cuenca del río Caroní y constituyen el 15% del área total. Estos afloramientos se consideran Tierras Misceláneas y se clasifican por su Capacidad de Uso como Tierras Subclase VIIIS. Los cuerpos de agua constituyen el restante 5% del área de la cuenca. La Figura 13 muestra Afloramientos rocosos en la cuenca del río Caroní.

En el Tabla 1 se muestran las superficies ocupadas por estos Órdenes de suelo, sus respectivos Grandes Grupos, las Tierras Misceláneas (Afloramientos rocosos) y los cuerpos de agua, en la Cuenca del río Caroní.



Figura 13. Tierras Misceláneas (Afloramientos rocosos) en la cuenca del río Caroní. Fotografía: Bárbara Dymidziuk.

La Figura 14 muestra una reducción del mapa de suelos de la Cuenca del Caroní, a escala 1:500.000, en el cual se presenta la distribución de los principales Grandes Grupos de Suelo que se encuentran en la cuenca.

Tabla 1. Resumen de los Órdenes, Grandes Grupos de Suelos y Tierras Misceláneas (afloramientos rocosos) que existen en la Cuenca del Río Caroní.

ORDENES	SUPERFICIE		GRANDES GRUPOS (GG)	SUPERFICIE	
	ha	%		ha	%
ULTISOLES	5.219.542,10	56,63	Kanhaplohumults	1.461.137,30	15,853
			Kanhapludults	1.319.688,10	14,218
			Kandihumults	495.066,20	5,371
			Kanhaplustults	400.399,90	4,344
			Kandiudults	341.800,30	3,708
			Tropudults	323.553,40	3,51
			Haplohumults	308.737,30	3,35
			Paleudults	235.681,30	2,557
			Kandiustults	232.759,30	2,525
			Kandiaquults	73.772,40	0,8
			Tropaquults	19.882,00	0,216
			Kanhaplaquults	7.064,60	0,077
			Troporthents	1.424.051,60	15,45
ENTISOLES	1.901.530,70	20,631	Quartzipsamments	300.256,70	3,278
			Ustorthents	109.567,30	1,189
			Tropaquents	67.289,40	0,73
			Tropofluvents	365,7	0,004
INCEPTISOLES	154.269,40	1,674	Humitropepts	71.415,40	0,775
			Dystropepts	53.751,30	0,583
			Tropaquepts	29.102,70	0,316
HISTOSOLES	38.947,70	0,423	Tropofibrists	38.947,70	0,423
ALFISOLES	30.649,60	0,333	Haplustalfs	17.165,70	0,186
			Kandiustalfs	8.795,90	0,095
			Kanhaplustalfs	4.688,00	0,051
OXISOLES	23.645,90	0,257	Haplustox	22.655,70	0,246
			Kandiustox	990,2	0,011
MISCELÁNEA	1.388.419,60	15,064	Afloramientos rocosos	1.388.419,60	15,064
Total paisajes	8.757.005,00	95,01		8.757.005,00	95,01
Cuerpos de Agua	452.949,00	4,914		452.949,00	4,914
Islas sin información	6.954,00	0,075		6.954,00	0,075
<b>TOTAL CUENCA</b>	<b>9.216.908</b>	<b>100</b>		<b>9.216.908,00</b>	<b>100</b>

Fuente: Plan Maestro de la Cuenca del Rio Caroní (CVG-EDELCA, 2004)

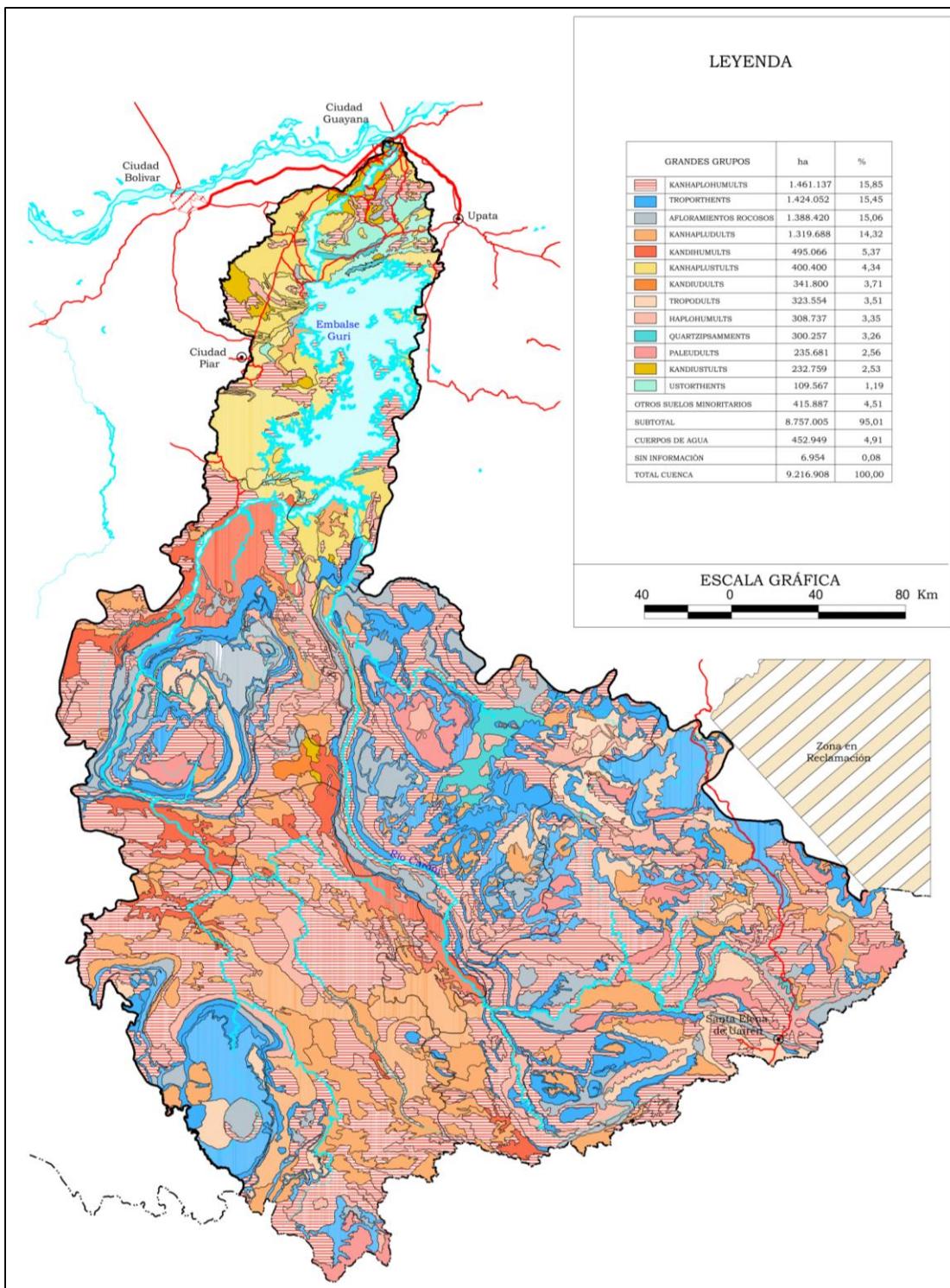


Figura 14. Reducción del Mapa de Suelos, mostrando la distribución de los principales **Grandes Grupos** en la Cuenca del Caroní. Escala 1:500.000. Fuente: Plan Maestro de la Cuenca del Río Caroní (2004).

## UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS

La distribución espacial de los suelos en la cuenca del río Caroní se presenta en los seis (6) mapas a escala 1:250.000 y en el mapa generalizado de suelos a escala 1:500.000, incluidos en el anexo cartográfico de este componente, y en donde se pueden apreciar las distintas Unidades Cartográficas, cada una de las cuales incluye:

- El paisaje en el cual se localiza.
- La Asociación de Grandes Grupos de suelos que integran la Unidad Cartográfica.
- La fase por pendiente (%) de la Unidad Cartográfica.
- La Capacidad de Intercambio Catiónico de cada Gran Grupo de la Asociación (meq/100 g de suelo, equivalente a cmol/kg de suelo)
- La clase de drenaje de cada Gran Grupo de la Asociación.
- La fase por fragmentos gruesos de los Grandes Grupos de la Asociación.
- La fase por espesor del horizonte superficial de los Grandes Grupos.
- La superficie ocupada por cada unidad cartográfica.

El número y el orden en que aparecen los distintos componentes de cada Unidad Cartográfica en la leyenda de los mapas indican el porcentaje (%) y predominio en que se encuentra cada uno:

- Si aparecen dos (2) componentes en una Unidad Cartográfica, el porcentaje del primer componente es 60% y el segundo es 40%.
- Si aparecen tres (3) componentes en una Unidad Cartográfica, el porcentaje del primer componente es 50%, el segundo 30% y el tercero 20%.

Se elaboraron dos (2) bases de datos en Excel, para las Unidades Cartográficas que se muestran en los mapas de ambas escalas (1:250.000 y 1:500.000), asignando a los diferentes códigos que identifican los polígonos en dichos mapas

las asociaciones de suelo correspondientes (Grandes Grupos, fases respectivas y/o afloramientos rocosos) contenidas en tales polígonos. Esto con la finalidad de hacer un *join* que las vincule, de manera que en el Sistema de Información Geográfico se pueda consultar el respectivo contenido pedológico de las Unidades Cartográficas de Suelo (Asociaciones de Grandes Grupos y sus fases).

Para los Grandes Grupos que integran las distintas Unidades Cartográficas, se emplearon los siguientes rangos para las características morfológicas y químicas de los suelos, y el tipo de drenaje correspondiente:

Profundidad del suelo (cm):

Muy superficial.....	menor de 25
Superficial.....	25-50
Moderadamente profundo.....	50-100
Profundo.....	100-150
Muy profundo.....	mayor de 150

Contenido de fragmentos gruesos (%)

Ligeramente esquelético.....	10-20
Moderadamente esquelético.....	20-50
Esquelético.....	mayor de 50

Espesor del horizonte superficial (cm)

Muy delgado.....	menor de 10
Delgado.....	10-25
Moderadamente espeso.....	25-50
Espeso.....	50-100
Muy espeso.....	mayor de 100

Clase de drenaje (código)

Excesivamente drenado.....	ED
----------------------------	----

Algo excesivamente drenado.....AED  
Bien drenado.....BD  
Moderadamente bien drenado....MBD  
Imperfectamente drenado.....ID  
Pobremente drenado.....PD  
Muy pobremente drenado.....MPD

Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100 g de suelo)

Muy baja.....menor de 6  
Baja.....6-12  
Moderada.....12-20  
Alta.....20-35  
Muy Alta.....mayor de 35

En el anexo cartográfico correspondiente se incluyen los seis (6) mapas de Unidades Cartográficas de Suelo para cada sector y subsector de la cuenca a escala 1:250.000, y un (1) mapa generalizado de suelos a escala 1:500.000, con sus respectivas leyendas.

En la Figura 15 muestra el mapa genealizado de Unidades Cartográficas de Suelo a escala 1:500.000 y en las Figuras 16, 17, 18 y 19 se muestra la leyenda respectiva de este mapa.

Los mapas a escala 1:250.000 se incluyen en el anexo cartográfico correspondiente.

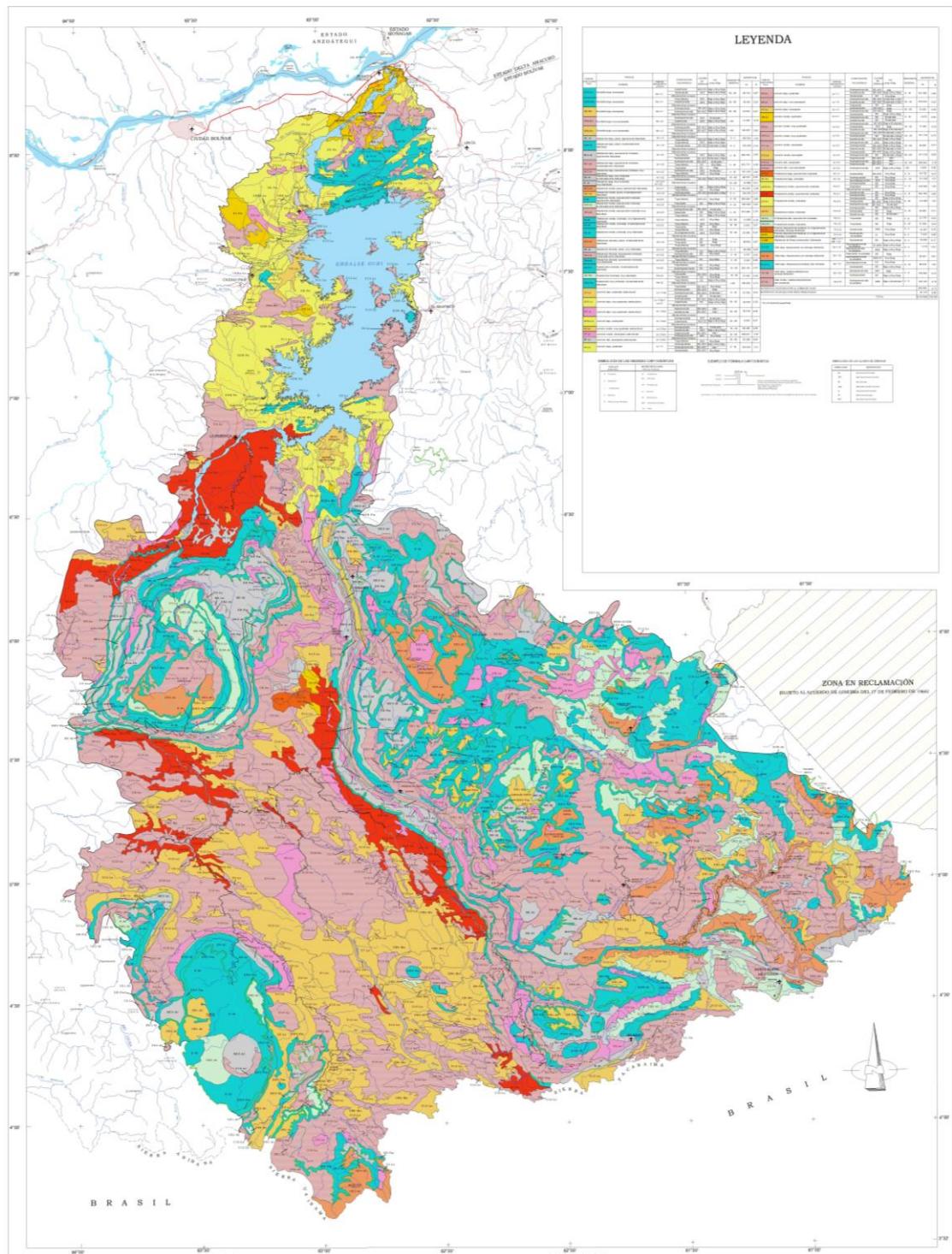


Figura 15. Mapa Generalizado de Unidades Cartográficas de Suelos. Escala 1:500.000. Fuente: Plan Maestro de la Cuenca del Río Caroní (2004).

UNIDAD CARTOGRÁFICA	PAISAJE	UNIDAD GEOMORFO-LÓGICA	COMPOSICIÓN TAXONÓMICA	CLASES DE DRENAJE	CIC (meq/100g)	PENDIENTE GENERAL	SUPERFICIE	
							ha	%
EUR-Mo	Montaña baja, escarpada	Mo 1-1	Ustorthents	AED-ED	Baja a Muy Baja	30 - 60	89.744	0,97
			Kandiustults	AED	Baja a Muy Baja			
			Afloramientos rocosos					
EURA-Mo	Montaña baja, escarpada	Mo 1-1	Troporthents	AED	Baja a Muy Baja	30 - 60	18.542	0,20
			Haplolumults	AED	Baja a Muy Baja			
			Afloramientos rocosos					
UR-Mo	Montaña baja, escarpada	Mo 1-1	Kanhapludults	BD-AED	Baja a Muy Baja	30 - 60	43.610	0,47
			Kanhaplohumults	BD-AED	Baja a Muy Baja			
			Afloramientos rocosos					
URa-Mo	Montaña baja, muy escarpada	Mo 1-2	Kanhaplohumults	AED	Moderada *	> 60	14.245	0,16
			Ustorthents	AED	Baja a Muy Baja			
			Afloramientos rocosos					
URb-Mo	Montaña baja, muy escarpada	Mo 1-2	Kanhapludults	BD-AED	Baja a Muy Baja	> 60	185.977	2,02
			Kanhaplohumults	BD-AED	Baja a Muy Baja			
			Afloramientos rocosos					
RE - AI	Altiplanicie baja, plana, ligeramente disectada	AI 1-11	Troporthents	AED-ED	Baja a Muy Baja	0 - 4	156.780	1,70
EUR-AI	Altiplanicie baja, plana, moderadamente disectada	AI 1-12	Troporthents	AED	Baja a Muy Baja	0 - 4	193.549	2,10
RE U-AI	Altiplanicie baja, suavemente inclinada, ligeramente disectada	AI 1-21	Kanhapludults	BD-AED	Moderada a Baja *			
			Afloramientos rocosos					
UE 1-AI	Altiplanicie baja, suavemente inclinada, moderadamente disectada		Troporthents	AED	Baja a Muy Baja	4 - 16	283.722	3,08
UE 2-AI	Altiplanicie baja, suavemente inclinada, muy disectada	AI 1-23	Kanhaplohumults	BD-AED	Moderada a Baja *			
RU-AI	Altiplanicie baja, muy inclinada, moderadamente disectada		Tropudults	BD	Baja			
R- AI	Altiplanicie baja, muy inclinada, muy disectada	AI 1-32 / AI 1-33	Kanhapludults	AED	Moderada *	4 - 16	191.159	2,08
UE 3-AI	Altiplanicie media, plana, ligeramente disectada	AI 2-11	Afloramientos rocosos			16 - 60	80.575	0,89
UR 1-AI	Altiplanicie media, plana, moderadamente disectada	AI 2-12	Kanhapludults	BD-AED	Baja a Muy Baja			
E-AI	Altiplanicie media, suavemente inclinada, ligeramente disectada	AI 2-21	Afloramientos rocosos					
			Paleudults	BD	Baja a Muy Baja	0 - 4	192.825	2,09
			Troporthents	ED	Muy Baja			
			Kanhapludults	BD-AED	Moderada a Baja *			
			Afloramientos rocosos					

Figura 16. Leyenda (Parte I) del Mapa Generalizado de Unidades Cartográficas de Suelos. Escala 1:500.000. Fuente: Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní (2004).

UNIDAD CARTOGRÁFICA	PAISAJE	NOMBRE	UNIDAD GEOMORFO-LÓGICA	COMPOSICIÓN TAXONÓMICA	CLASES DE DRENAJE	CIC (meq/100g)	PENDIENTE GENERAL	SUPERFICIE	
								ha	%
UR2-AI	Altiplanicie media, suavemente inclinada, moderadamente disectada	AI 2-22		Tropudults	BD	Baja a Muy Baja	4 - 16	363.022	3,94
UE 4-AI	Altiplanicie media, suavemente inclinada, muy disectada	AI 2-23		Afloramientos rocosos	BD-AED	Moderada *	4 - 16	215.209	2,34
				Kanhaplohumults	BD	Baja a Muy Baja			
				Paleudults	BD	Baja a Muy Baja			
Ea-AI	Altiplanicie media, inclinada, no a ligeramente disectada	AI 2-31		Troporthents	ED	Baja a Muy Baja	16 - 60	14.859	0,16
EU-AI	Altiplanicie media, inclinada, moderadamente disectada	AI 2-32		Troporthents	AED	Muy Baja	16 - 60	6.458	0,07
ER-AI	Altiplanicie media, inclinada, muy disectada	AI 2-33		Tropudults	BD	Baja	16 - 60	22.008	0,24
				Troporthents	ED	Muy Baja			
				Quartzipsamments	AED	Muy Baja			
				Afloramientos rocosos					
UE 5-AI	Altiplanicie elevada, plana, moderadamente disectada	AI 3-12		Paleudults	BD	Baja	0 - 4	89.653	0,97
				Tropudults	BD	Baja			
				Troporthents	AED	Muy Baja			
RH-AI	Altiplanicie elevada, plana, muy disectada	AI 3-13		Afloramientos rocosos			0 - 4	26.028	0,28
UR3-AI	Altiplanicie elevada, suavemente inclinada, moderadamente disectada	AI 3-22		Tropofibrists	PD	Baja a Muy Baja	4 - 16	2.747	0,03
				Kanhaplohumults	BD	Muy Baja			
				Afloramientos rocosos					
ERA-AI	Altiplanicie elevada, suavemente inclinada, muy disectada	AI 3-23		Troporthents	ED	Muy Baja	4 - 16	5.545	0,06
				Afloramientos rocosos					
				Troporthents	ED	Muy Baja			
ER-Pm	Piedemonte inclinado, moderadamente disectado	Pm-22		Quartzipsamments	ED	Muy Baja	16 - 60	390.104	4,23
				Afloramientos rocosos					
				Tropudults	BD-AED	Muy Baja			
UE-Pm	Piedemonte inclinado, muy disectado	Pm-23		Troporthents	ED	Muy Baja	16 - 60	37.222	0,40
				Afloramientos rocosos					
				Tropudults	BD-AED	Muy Baja			
ERU-Pm	Piedemonte muy inclinado, moderadamente disectado	Pm-32		Troporthents	ED	Baja a Muy Baja	> 60	436.254	4,73
				Afloramientos rocosos					
				Tropudults	BD-AED	Baja			
U1-Lo	Lomerío bajo, quebrado (estructural)	Lo 1-1(e)		Kanhapiudults	BD-AED	Moderada *	8 - 16	21.552	0,23
				Kandiudults	BD	Moderada *			
				Kanhapiustults	BD-AED	Baja a Muy Baja			
UER-Lo	Lomerío bajo, muy quebrado (estructural)	Lo 1-2(e) / Lo 1-2		Ustorthents	ED	Baja a Muy Baja	16 - 30	32.579	0,35
				Afloramientos rocosos					
				Haplohumults	BD-AED	Alta *			
UR-Lo	Lomerío bajo, muy quebrado (estructural)	Lo 1-3(e)		Kandihumults	BD-AED	Alta *	30 - 60	82.818	0,90
				Afloramientos rocosos					
				Kanhapiustults	AED	Moderada *			
UERa-Lo	Lomerío bajo, escarpado	Lo 1-3(e)		Ustorthents	AED-ED	Baja a Muy Baja	30 - 60	6.025	0,07
				Afloramientos rocosos					
				Kanhapiudults	BD	Moderada *			
U2-Lo	Lomerío medio, muy quebrado (estructural)	Lo 2-2(e)		Kandihumults	AED	Baja a Muy Baja	16 - 30	88.486	0,96
				Haplohumults	BD-AED	Alta *			
				Kanhapiuhumults	AED	Muy Baja			
U3-Lo	Lomerío medio, escarpado (estructural)	Lo 2-3(e)		Afloramientos rocosos			30 - 60	309.615	3,36
				Troporthents	AED	Muy Baja			
				Afloramientos rocosos					
RE-Lo	Lomerío alto, escarpado (estructural)	Lo 3-3(e)		Kanhapiudults	BD-AED	Baja a Muy Baja	30 - 60	55.599	0,60
				Kandihumults	BD-AED	Alta *			
				Kandiustults	BD-AED	Muy Baja			
U4-Lo	Lomerío bajo, quebrado	Lo 1-1		Kanhapiustults	BD-AED	Baja a Muy Baja	8 - 16	139.430	1,51
				Kanhapiuhumults	BD-AED	Alta *			
				Kandiustults	BD-AED	Muy Baja			

Figura 17. Leyenda (Parte II) del Mapa Generalizado de Unidades Cartográficas de Suelos. Escala 1:500.000. Fuente: Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní (2004).

UNIDAD CARTOGRÁFICA	PAISAJE	NOMBRE	UNIDAD GEOMORFOLOGICA	COMPOSICIÓN TAXONÓMICA	CLASES DE DRENAJE	CIC (meq/100g)	PENDIENTE GENERAL	SUPERFICIE	
								ha	%
U5-Lo	Lomerío bajo, quebrado	Lo 1-1		Kanhaplohumults	BD-AED	Alta	8 - 16	331.582	3,60
				Kandihumults	BD-AED	Baja a Muy Baja			
				Kandiudults	BD	Muy Baja			
U6-Lo	Lomerío bajo, muy escarpado	Lo 1-2		Kanhaplohumults	BD-AED	Moderada a Alta *	16 - 30	216.919	2,35
				Kandihumults	BD-AED	Moderada a Alta *			
				Paleudults	BD	Baja			
U7-Lo	Lomerío bajo, escarpado	Lo 1-3		Kanhapludults	BD-AED	Baja	30 - 60	33.581	0,36
				Kanhaplohumults	BD-AED	Baja			
				Kandihumults	BD-AED	Baja			
U8-Lo	Lomerío medio, quebrado	Lo 2-1		Kandiustults	BD	Baja a Muy Baja	8 - 16	4.579	0,05
				Kanhaplohumults	BD	Moderada			
				Kandihumults	BD	Moderada			
U9-Lo	Lomerío medio, muy quebrado	Lo 2-2		Kanhaplohumults	BD-AED	Baja a Moderada *	16 - 30	17.365	0,19
				Kandiustults	AED	Baja			
				Kandihumults	BD-AED	Baja a Moderada *			
U10-Lo	Lomerío medio, muy quebrado	Lo 2-2		Kanhaplohumults	BD-AED	Moderada a Alta *	16 - 30	751.118	8,15
				Kanhapludults	BD	Moderada a Baja *			
				Kandihumults	BD-AED	Baja a Muy Baja			
U11-Lo	Lomerío medio, escarpado	Lo 2-3		Kanhaplohumults	AED	Baja a Muy Baja	30 - 60	46.661	0,51
				Kanhaplustults	BD-AED	Baja a Muy Baja			
				Haplolumults	BD-AED	Moderada a Alta *			
U12-Lo	Lomerío medio, escarpado	Lo 2-3		Kanhapludults	BD-AED	Baja a Muy Baja	30 - 60	611.215	6,63
				Kanhaplohumults	BD	Moderada a Baja *			
				Haplolumults	BD-AED	Alta *			
U13-Lo	Lomerío alto, escarpado	Lo 3-3		Kanhaplohumults	BD-AED	Alta *	30 - 60	290.945	3,16
				Haplolumults	BD-AED	Alta *			
				Kanhaplohumults	AED	Baja a Muy Baja			
U14-Lo	Lomerío alto, muy escarpado	Lo 3-4		Kanhaplohumults	AED	Baja a Muy Baja	> 60	5.595	0,06
				Kandiustults	BD-AED	Muy Baja			
				Kanhaplustults	BD	Muy Baja			
UE-Pe	Peniplanicie baja, suavemente ondulada	Pe 1-1		Quartzipsamments	AED	Muy Baja	8 - 16	111.242	1,21
				Kanhaplustults	BD	Muy Baja			
				Haplustox	BD	Muy Baja			
UOR-Pe	Peniplanicie media, suavemente ondulada	Pe 2-1		Afloramientos rocosos			4 - 8	142.529	1,55
				Kandihumults	BD	Muy Baja			
				Kanhapludults	BD	Muy Baja			
U2-Pe	Peniplanicie media, suavemente ondulada	Pe 2-1		Kanhaplustults	BD	Baja a Muy Baja	4 - 8	454.764	4,93
				Kandiustults	BD-AED	Baja a Muy Baja			
				Kanhaplohumults	BD-AED	Moderada *			
U3-Pe	Peniplanicie media, ondulada	Pe 2-2		Kanhaplustults	BD	Baja a Muy Baja	8 - 16	113.687	1,23
				Kandiustults	BD-AED	Baja a Muy Baja			
				Kanhaplohumults	BD-AED	Moderada *			
U4-Pe	Peniplanicie media, ondulada	Pe 2-2		Kanhapludults	BD	Baja a Muy Baja	8 - 16	28.881	0,31
				Kandiustults	BD	Baja			
				Kandihumults	BD	Moderada *			
U5-Pe	Peniplanicie alta, suavemente ondulada	Pe 3-1		Tropudults	BD	Baja	4 - 8	21.775	0,24
				Tropudults	BD	Baja			
U5a-Pe	Peniplanicie media, ondulada	Pe 3-2		Tropudults	BD	Baja	8 - 16	21.584	0,23
				Tropudults	BD	Baja			

Figura 18. Leyenda (Parte III) del Mapa Generalizado de Unidades Cartográficas de Suelos. Escala 1:500.000. Fuente: Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní (2004).

UNIDAD CARTOGRÁFICA	PAISAJE	UNIDAD GEOMORFO-LÓGICA	COMPOSICIÓN TAXONÓMICA	CLASES DE DRENAGE	CIC (meq/100g)	PENDIENTE GENERAL	SUPERFICIE	
	NOMBRE						ha	%
U1-PI	Planicie deposicional-residual, no a ligeramente disectada, drenaje deficiente	PI 3-12	Kandiudults	MBD	Muy Baja	0 - 4	14.497	0,16
U2-PI	Planicie deposicional-residual, no a ligeramente disectada, inundable	PI 3-13	Kandiustults, inundables	ID	Muy Baja	0 - 4	7.440	0,08
U-AIM	Altiplanicie de Mesa conservada / disectada	AIM 1-11 / AIM 1-21	Kandiustults	BD	Baja a Muy Baja	0 - 4	15.936	0,17
EU-Va	Valle bajo, deposicional con drenaje deficiente	Va 1-12	Quartzipsamments inundables	ID-MBD	Baja a Muy Baja	0 - 4	1.219	0,01
			Kanhaplolum ults inundables	MBD-ID	Baja a Muy Baja			
UE-Va	Valle bajo, deposicional con drenaje deficiente	Va 1-12	Paleudults, inundables	BD	Baja	0 - 4	58.051	0,61
			Quartzipsamments, inundables	MBD-ID	Muy Baja			
EUa-Va	Valle bajo, deposicional-residual, bien drenado	Va 1-31	Quartzipsamments,	ED	Muy Baja	8 - 16	96.910	1,04
			Kandiustults	BD	Baja a Muy Baja			
U1-Va	Valle bajo, residual-deposicional, drenaje deficiente	Va 1-32	Kanhaplolum ults	AED	Baja	4 - 8	195.093	2,12
			Kanhapludults	BD	Baja a Muy Baja			
U2-Va	Valle medio, residual-deposicional, bien drenado	Va 2-31	Kanhaplolum ults, inundables	MBD	Baja a Moderada *	4 - 8	195.197	2,12
<b>SUPERFICIE OCUPADA POR EL EMBALSE GURI</b>							378.765	4,11
<b>SUPERFICIE OCUPADA POR RÍOS PRINCIPALES</b>							81.137	0,88
<b>TOTAL</b>							9.216.908	100,00

Figura 19. Leyenda (Parte IV) del Mapa Generalizado de Unidades Cartográficas de Suelos. Escala 1:500.000. Fuente: Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní (2004).

## CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

En la cuenca del río Caroní, los estudios realizados relevan que en toda su extensión no hay Clases de Tierra I y II. La Capacidad de Uso de las Tierras en la cuenca se encuentra definida por las Clases III a VIII y por un conjunto de factores limitantes que se describen a continuación:

### Tierras Clase III

Tiene una superficie de 48.695 ha, siendo la menor de todas las clases de Capacidad de Uso identificadas (0,5 % del total). Su mayor superficie se localiza en el Bajo Caroní (30.742 ha), luego por el Alto Caroní (9.028 ha) y por último el Medio Caroní (8.925 ha). Representa las mejores tierras de la cuenca, limitadas fundamentalmente por topografía y suelos cuando es el componente principal, y solo por suelos como componente secundario. Ello implica importantes medidas de manejo y conservación de suelos. En casi la totalidad de los casos, excepto una pequeña unidad en el Alto Caroní (IIITS), las tierras clasificadas en esta clase de capacidad de uso se encuentran asociadas con las clases V, VI y VIII (IIITS/VIIS, VIIIS/IIIS/VS, VIS/IIIS, VIS/IIIIES/VIS).

### Tierras Clase IV

Representa un total de 960.625 ha (10,42%) de la superficie total de la cuenca, concentrándose la mayor parte en el Bajo Paragua (394.043 ha), seguida por el Bajo Caroní (289.739 ha), el Alto Caroní (164.745 ha), el Alto Paragua (67.792 ha) y el Medio Caroní (44.306 ha), en orden decreciente de importancia. En orden de extensión las principales subclases son por topografía y luego por erosión, siempre acompañados de limitantes de suelo. Principalmente se encuentran asociadas con tierras de las Clases VI y VIII por suelo y drenaje.

### Tierras Clase V

Tiene una superficie de 769.779 ha (8,35% del total) y está distribuida entre el Alto Caroní (438.573 ha), Medio Caroní (119.038 ha) y Bajo Paragua (134.093 ha). Una menor proporción de las tierras de esta clase, se encuentran localizados en el Alto

Paragua y Bajo Caroní (44.803 y 33.272 ha, respectivamente). En orden de extensión, las principales subclases se encuentran determinadas por limitaciones asociadas a la erosión, drenaje y topografía, también siempre acompañados de limitantes en los suelos. Sus asociaciones más importantes son con las clases VI por drenaje y suelos, y con las clases VII y VIII por suelos.

#### Tierras Clase VI

Es la Clase por Capacidad de Uso más extensa de toda la cuenca (3.030.302 ha), representando el 32,88% del total. Se distribuye en cinco regiones: Alto Paragua (1.065.216 ha), Alto Caroní (883.243 ha), Medio Caroní (645.837 ha), Bajo Paragua (374.456 ha) y Bajo Caroní (61.550 ha). Sus principales limitaciones, en orden de extensión, son debidas a suelos, topografía y erosión, y en baja proporción por drenaje, generalmente también acompañadas de limitaciones de suelos. Su principal asociación es con otras tierras de la clase VII y VIII.

#### Tierras Clase VII

Es la tercera Clase por Capacidad de Uso en importancia en la cuenca (1.764.034 ha), representando el 19,1% de la superficie total. Su mayor extensión está en el Alto Paragua (620.451 ha), seguida por el Medio Caroní (324.598 ha), el Alto Caroní (313.577 ha), el Bajo Caroní (272.837 ha) y el Bajo Paragua (233.574 ha). Sus principales subclases son por topografía, suelos y en menor escala por drenaje y en una alta proporción están asociadas a la clase VIII.

#### Tierras Clase VIII

Es la segunda en dimensión en la cuenca (2.183.567 ha) y representa una proporción del 23,69% de la superficie total. Su mayor superficie se localiza en el Alto Caroní (636.043 ha), seguida en orden decreciente de importancia por el Medio Caroní (582.552 ha), Alto Paragua (411.354 ha), Bajo Paragua (329.786 ha) y Bajo Caroní (223.7832 ha). Sus principales subclases son por suelo y topografía, y se observa que la mayor proporción de los suelos de ésta clase está dominada por la presencia, en forma predominante, de afloramientos rocosos y pendientes mayores de 60%. Esta Clase tiende a asociarse predominantemente con las clases VII y V y

en menor proporción con la III y la VI. Conjuntamente con las Clases VI y VII representan entre los tres el 75% del área de toda la cuenca.

En resumen, el 75% del área de la cuenca del Caroní está representado por las clases de capacidad de uso VI, VII y VIII, ocupando la clase VI el 33% del área total y con severas limitaciones para cultivos, pero potencialmente aprovechables con pastos, bosques y vida silvestre, especialmente con sistemas agroforestales y silvopastoriles en las zonas ya intervenidas, que protejan los suelos de procesos erosivos y se adapten a las condiciones de baja fertilidad de sus suelos.

Las clases VII y VIII representan cerca del 43% de la cuenca y deben ser consideradas prioritariamente para zonas de preservación, dada la importancia que representa la buena cobertura vegetal para producción de agua con fines hidroeléctricos y protección de la importante biodiversidad y endemismo de gran parte de la cuenca.

La Tabla 2 resume las características más importantes (uso actual, pendiente, paisaje, cobertura y Gran Grupo de suelo predominante) para cada Subclase de Capacidad de Uso y para cada sector de la cuenca.

Tabla 2. Características resaltantes de las Tierras por Capacidad de Uso en los diferentes sectores de la cuenca del río Caroní.

SECTOR	CLASE	PENDIENTE	PAISAJE	COBERTURA / USO ACTUAL	GRAN GRUPO SUELO DOMINANTE
BAJO CARONÍ	III	4 - 8	Peniplanicie	Ganadería, sabana graminosa arbustiva	Haplustox
	IV	8 - 16	Peniplanicie	Cereales mecanizados, sabana graminosa arbustiva / bosque	Kandiustults / Kandihumults
	VII	30 - 60	Lomeríos	Bosque	Kanhaplustults / Kandiustults
MEDIO CARONÍ	VII	42461,00	Altiplanicie	Bosque	Kanhapludult
	VIII	0 - 4	Altiplanicie	Bosque, arbustal, tepuyano, afloramientos rocosos	Afloramientos rocosos
	VII	30 - 60	Piedemonte	Bosque	Troporthents
	V		Valle	Bosque / sabana	Kanhapludult
ALTO CARONÍ	VI	4 - 16	Lomeríos	Bosque / Sabana	Troporhents y afloramientos rocosos
	VIII	> 60	Piedemonte	Bosque / Sabana	Afloramientos rocosos
	V	4 - 8 ; 8 - 16	Altiplanicie / Valles	Bosque sabana	Kanhaplomults
ALTO PARAGUA	VI	4 - 16	Altiplanicie	Bosque	Troporthents
	VII	30 - 60	Lomeríos	Bosque	Kanhaplohumults
	VIII	> 60	Piedemonte	Bosque / arbustal	Afloramientos rocosos
BAJO PARAGUA	IV	8 - 16	Peniplanicie	Bosque	Kandiustults

Fuente: tomado con modificaciones del Plan Maestro de la Cuenca del Río Caroní (CVG-EDELCA, 2004)

## UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE CAPACIDAD DE USO

La distribución espacial de las Tierras por Capacidad de Uso en la cuenca del río Caroní se presenta en los seis (6) mapas a escala 1:250.000 y en el mapa generalizado a escala 1:500.000, incluidos en el anexo cartográfico de este componente, y en donde se pueden apreciar las distintas Unidades Cartográficas de Capacidad de Uso.

La leyenda de los mapas muestra, en primer término, las distintas Clases de Capacidad, y en cada una de ellas, las Unidades Cartográficas correspondientes,

con las Subclases de Capacidad de Uso que se incluyen en cada polígono de los mapas. El número y el orden en que aparecen los distintos componentes de cada Unidad Cartográfica de Capacidad de Uso en la leyenda de los mapas, indican el porcentaje (%) y predominio en que se encuentra cada uno:

- Si aparecen dos (2) componentes en una Unidad Cartográfica, el porcentaje del primer componente es 60% y el segundo es 40%.
- Si aparecen tres (3) componentes en una Unidad Cartográfica, el porcentaje del primer componente es 50%, el segundo 30% y el tercero 20%.

En el anexo cartográfico correspondiente se incluyen los seis (6) mapas de Unidades de Capacidad de Uso de la Tierras para cada sector y subsector de la cuenca, a escala 1:250.000, y un (1) mapa generalizado de Capacidad de Uso a escala 1:500.000.

En la figura 20 muestra una reducción del mapa a escala 1:500.000 de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso de la Cuenca del Caroní, mostrando las Unidades a nivel de **Clases de Tierra**.

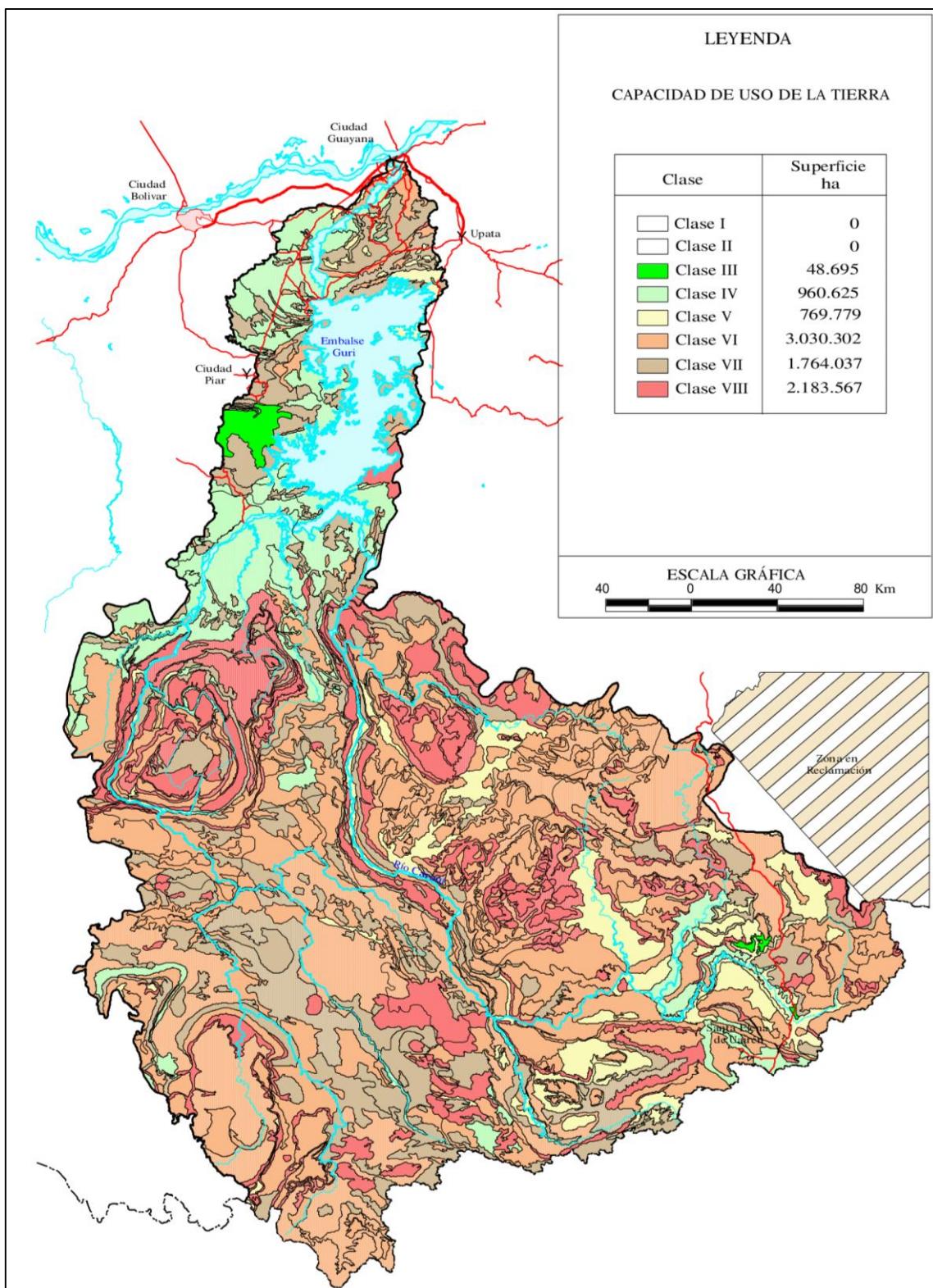


Figura 20. Reducción del mapa a escala 1:500.000 de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso de la Cuenca del Caroní, mostrando las **Clases de Tierra**. Fuente: Plan Maestro de la Cuenca del Río Caroní (2004).

## EROSIÓN

La erosión es un proceso de degradación de suelos de gran importancia en el manejo de las cuencas hidrográficas, especialmente en la cuenca del río Caroní, dado los impactos y consecuencias que genera la producción y el transporte de sedimentos aguas abajo, afectando seriamente la estabilidad de la generación hidroeléctrica, además de la contaminación y sedimentación de los cuerpos de agua en la cuenca. La Figura x muestra el mapa con la localización de procesos erosivos, expresados en cuatro grados de erosión actual: sin erosión (imperceptible), ligera, moderada y fuerte. En la Figura X se muestra la distribución de los diferentes grados de erosión por sectores de la cuenca.

De acuerdo con lo expresado en el Plan de Gestión Integral de las Aguas (Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Aguas, 2015), casi el 80% de la superficie presenta niveles de erosión bajos a moderados, lo cual es representativo de la baja intervención en la cuenca. Sin embargo, existe un 17% de la cuenca que presenta grado de erosión fuerte, principalmente en el sector Alto Caroní.

Los suelos afectados por erosión en grado moderado representan el 36,7% de la cuenca, y se localizan con mayor extensión en el Alto Caroní donde predomina la cobertura vegetal de sabana, bosques bajos ralos y arbustales. En el Bajo Caroní y el Bajo Paragua también predominan procesos de erosión moderada asociados a zonas de mayor intervención agrícola y ganadera.

Las tierras sometidas a procesos de erosión fuerte se encuentran mayormente en el Alto Caroní con 8.872,19 km<sup>2</sup> de la superficie de la cuenca. Estos niveles de erosión están estrechamente relacionados con la cobertura vegetal de sabana y con las actividades agrícolas, pecuarias y mineras que se desarrollan en la zona. (EDELCA, 2004).

El gráfico de la Figura 21 muestra la distribución de la erosión actual en los distintos sectores de la cuenca del río Caroní y las Figuras 22 y 23 muestran ejemplos de procesos erosivos activos en la cuenca.

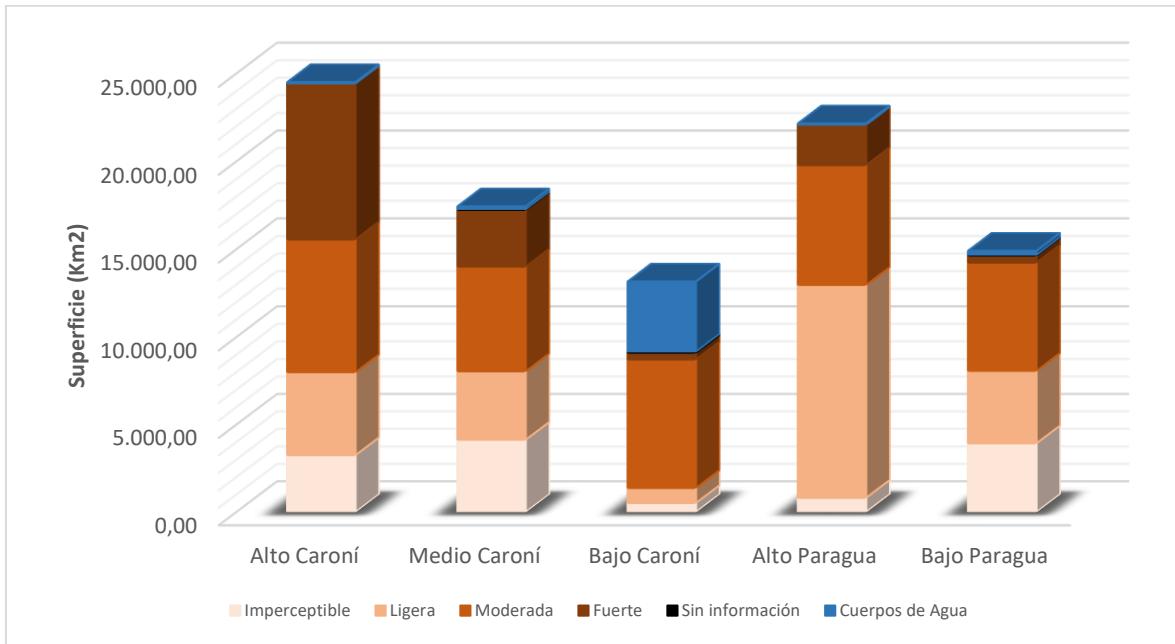


Figura 21. .Distribución de la erosión actual en los distintos sectores de la cuenca del río Caroní.  
Fuente: Plan de Gestión Integral de las Aguas (2015).



Figura 22. Erosión en cárcavas asociadas a la carretera nacional Santa Elena de Uairén - Ikabarú.  
Fuente: Plan Integral de Gestión de las Aguas (2015)



Figura 23. Procesos de erosión activa asociados a la "trochas" por el paso de vehículos. Fuente: Plan de Gestión Integral de las Aguas (2015)

Una de las actividades humanas que incrementa considerablemente los procesos erosivos en la cuenca del río Caroní lo constituye la creciente intervención de la minería ilegal en tierras con suelos de alta fragilidad, tal como se muestra en la Figura 24.



Figura 24. Procesos de erosión activa asociados a la minería ilegal en la cuenca del río Caroní. Fotografía: Centro de Investigaciones Ecológicas.

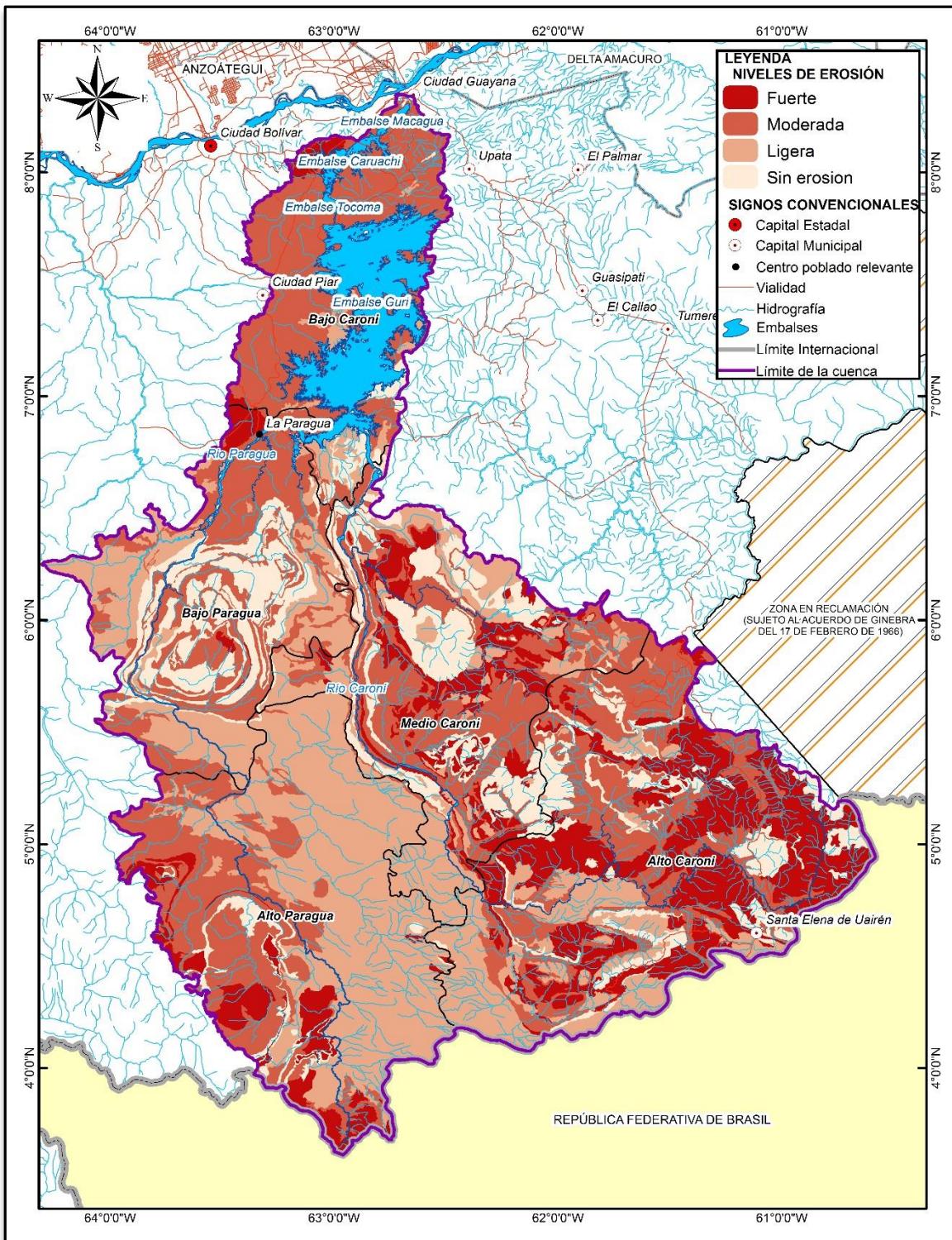


Figura 25. Mapa de erosión actual de suelos. Escala 1:1.000.000. Fuente: Plan de Gestión Integral de las Aguas (2015).

## TIPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO

Las cuencas hidrográficas pueden ser clasificadas de acuerdo a su funcionamiento hidrológico, tomando en cuenta los efectos de ciertos factores dominantes, tales como el escurrimiento superficial que controla los picos de crecidas, lo que las hace muy sensibles al efecto de las lluvias de alta intensidad y corta duración. Dentro de este contexto, la Clasificación Hidrológica de los Suelos permite la valoración de la escorrentía a partir de la precipitación, tomando en consideración un conjunto de características edáficas. Los suelos se pueden agrupar en tipos o grupos hidrológicos, para ser utilizados en la planificación y gestión de cuencas, estimando la escorrentía a partir de la precipitación.

Esas clases son empleadas en la metodología del Número de Curva para calcular la escorrentía superficial, el cual es un componente importante de los algunos modelos hidrológicos.

El conocimiento de esta clasificación, para el caso de la cuenca del río Caroní, es de especial significación dado su uso prioritario para generación hidroeléctrica. Para ello, el Plan Maestro la Cuenca del Caroní (CVG-EDELCA, 2004) desarrolló un esquema metodológico para adaptar a las condiciones de la cuenca del río Caroní, la Clasificación Hidrológica de los Suelos, empleada por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-SCS, 1972).

El resultado de esta adaptación metodológica se expresa en los cuatro grupos clásicos de la Clasificación Hidrológica de Suelos, como se muestran a continuación:

**Grupo A:** suelos de Bajo Potencial de Escorrentía que tienen una alta tasa de infiltración aun cuando estén muy húmedos. El grupo A está formado principalmente por suelos con materiales gruesos, gravas o arenas, profundos, bien drenados a excesivamente drenados.

**Grupo B:** suelos con Moderadamente Bajo Potencial de Escorrentía con tasas de Infiltración moderada cuando están muy húmedos. El grupo B está constituido por Suelos moderadamente profundos a profundos, de texturas medias, moderadamente bien drenados a bien drenados.

**Grupo C:** suelos con Moderadamente Alto Potencial de Escorrentía con tasas de infiltración bajas cuando están muy húmedos. El grupo C engloba a los suelos de texturas finas o aquellos con un estrato impermeable a mediana profundidad o suelos pobremente drenados.

**Grupo D:** suelos con Alto Potencial de Escorrentía con tasas de infiltración muy bajas cuando están muy húmedos. El grupo D agrupa a los suelos arcillosos y muy arcillosos o con nivel freático muy alto o con un estrato impermeable muy superficial, muy pobremente drenados. Las áreas dominadas por afloramientos rocosos están incluidas en este grupo por considerar que son desnudas y producen una alta escorrentía.

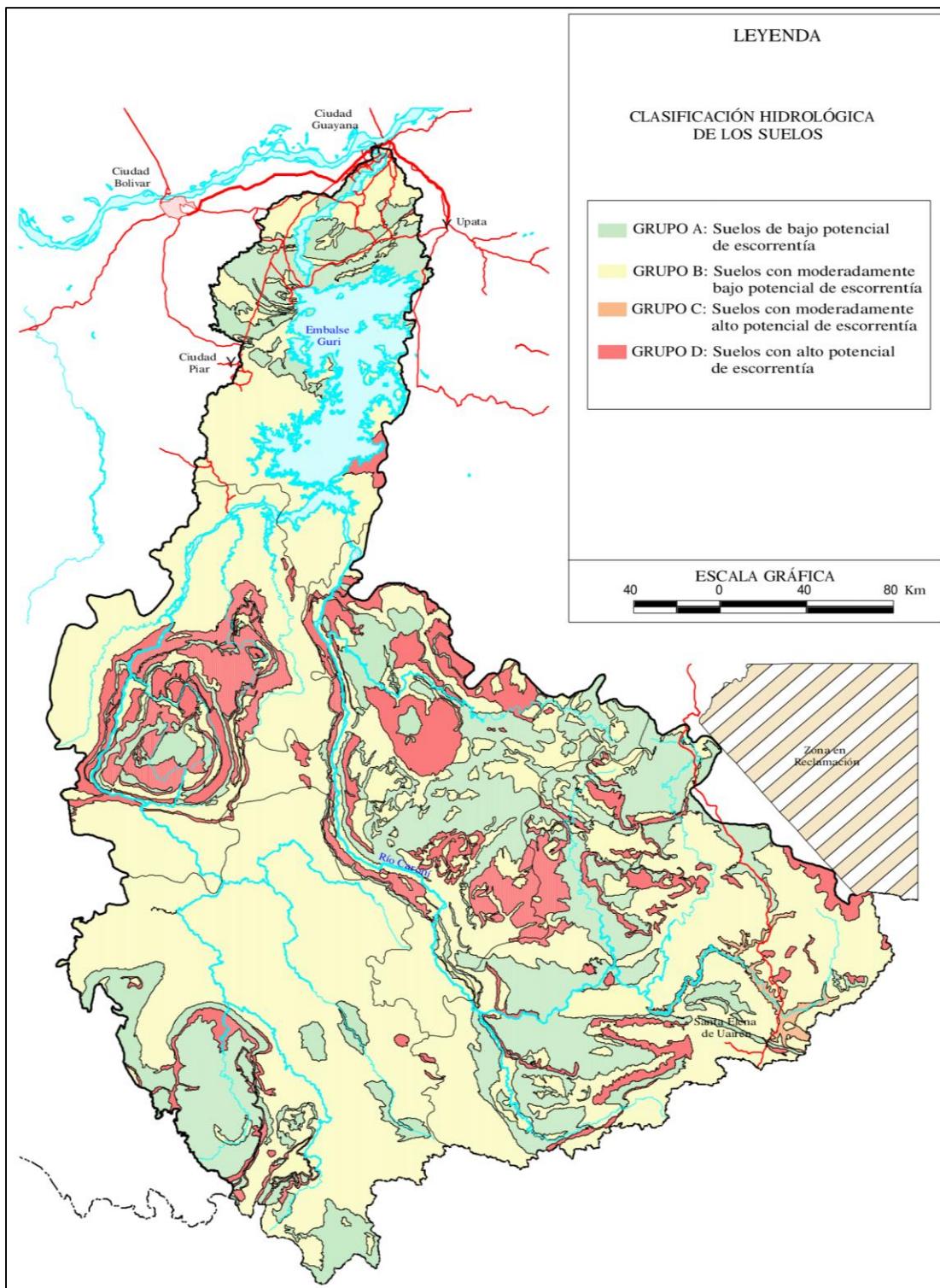


Figura 26. Mapa de Grupos Hidrológicos de Suelo. Escala 1:500.000. Fuente: Plan Maestro de la Cuenca del Río Caroní (2004).

## **CONCLUSIONES**

En la Cuenca del Caroní Bajo se presenta una amplia gama de paisajes sobre los cuales se han desarrollado diferentes tipos de suelos, con una alta variabilidad, producto de la conjugación de muy variables factores de formación: materiales litológicos, tipos de relieve, clima y cobertura vegetal.

En la cuenca se reportan suelos pertenecientes a los órdenes taxonómicos Ultisoles, Entisoles, Inceptisoles, Histosoles, Alfisoles y Oxisoles que se pueden encontrar en diferentes asociaciones y proporciones en las distintas unidades cartográficas que se muestran en los mapas correspondientes. Casi todos también están asociados a Afloramientos Rocosos que constituyen el componente dominante en varias de estas unidades. Los Ultisoles ocupan el 56,6% del total del área de la cuenca; los Entisoles ocupan el 20,6% y los Afloramientos Rocosos en 16%. El restante porcentaje se reparte entre los otros Ordenes con los Inceptisoles ocupando el 1,67%, los Histosoles el 0,42%, los Alfisoles el 0,33% y los Oxisoles con apenas el 0,26%.

La información cartográfica de suelos se corresponde con las delineaciones de los paisajes o unidades geomorfológicas que aparecen en el área de estudio. El contenido pedológico correspondiente a estas unidades está conformado por los componentes taxonómicos con mayor distribución espacial dentro de cada una de las unidades de paisaje consideradas.

De una manera general, se concluye que los suelos de la cuenca son principalmente bien drenados a algo excesivamente drenados, aunque puede ser restringido hacia los paisajes más bajos o ser excesivo hacia las partes más altas.

Desde el punto de vista químico, estos suelos se caracterizan generalmente por presentar un contenido bajo a muy bajo de carbono orgánico, fuerte a extremada acidez, baja a muy baja capacidad de intercambio de cationes y baja saturación con bases, todo lo cual les imprime características de muy baja fertilidad natural.

En relación con su Capacidad de Uso, la mayoría de los suelos de la cuenca pertenecen a tierras clasificadas como VI, VII y VIII. En menor proporción existen

suelos pertenecientes a tierras Clases IV y V, y en una proporción muy pequeña aparecen suelos pertenecientes a tierras Clase III. Todas ellas por limitaciones derivadas principalmente de las características de los suelos y de la topografía.

## BIBLIOGRAFÍA

CVG-EDELCA (2004). Estudio Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní. Volumen 1, Tomo 2, Capítulo 4: Descripción de los Suelos.

CVG-EDELCA (2004). Estudio Plan Maestro de la Cuenca del río Caroní. Volumen 2, Tomo 1, Capítulo 8: Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso.

Elizalde, G., J. Viloria y A. Rosales (2007). Capítulo 15. Geografía de Suelos de Venezuela. Proyecto GeoVenezuela. Fundación Empresas Polar. pp 402-537

FAO (2008). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. Informes sobre recursos mundiales de suelos. N° 103.

FAO-International Institute for Applied System Analysis – IIASA. (s.f.). Harmonized Soil World Database Web Portal <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/harmonized-world-soil-database-v20/en/>

ISRIC – World Soil Information. (s. f.). SoilGrids Web Portal. <https://soilgrids.org/>

Lince, L. y Sadeghian, S. (2021). Consideraciones sobre la Taxonomía de Suelos. Boletín Técnico 45. CENICAFE, Colombia.

Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Aguas (2015). Plan de Gestión Integral de las Aguas. Consorcio INCLAM-INGENIAS. Volumen 2: Diagnóstico Físico-Natural y Socio-Económico. Suelos y Erosión, pp 33-46.

Mogollón, Luis F y C. Juan. (1994). Suelos de Venezuela. Ediciones Palmaven

USDA (1975) Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Soil Survey Staff, Coord., Soil Conservation Service. Agriculture Handbook 436, US Department of Agriculture, Washington DC, 754 p.