

REPÚBLICA DE COLOMBIA

**ESQUEMA DE ORDENAMIENTO
TERRITORIAL**

**MUNICIPIO DE TIPACOQUE
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

**COMPONENTE FÍSICO
GEOLOGÍA**

**Alcalde Municipal
LUIS HUMBERTO RAMIREZ ESCOBAR**

**CONSULTOR
GUSTAVO HERNANDO RODRÍGUEZ PARDO
Economista y Planificador Urbano Regional**

Mayo del 2000

2. COMPONENTE FISICO

DEFINICIÓN

El componente Físico hace referencia al estudio de los elementos abióticos (sin vida) que existen en un área determinada del territorio.

Para el caso del presente E.O.T. de Tipacoque se trata de estudiar la formación de los suelos a través de la Geología y de los estudios Agrológicos hechos para su clasificación.

INTRODUCCIÓN

El área de estudio comprende el Municipio de Tipacoque con sus respectivas veredas: La Carrera, Galván, Bavatá, Palmar, La Calera, Cañabravo y Ovachía, siendo la totalidad de las veredas de este municipio, tiene un área de aproximadamente (7.206.7 Has.) enmarcado dentro de las coordenadas:

X = 1.196000 - 1.209.000.

Y = 1.148.000 - 1.158000.

Este trabajo incluye una geología regional, litología, geomorfología, hidrogeología, riesgos, amenazas, y vulnerabilidades como aporte al plan de ordenamiento territorial del municipio.

El estudio realizado consistió en reconocer las unidades geológicas, características geomorfológicas y rasgos tectónicos, al igual que la localización y caracterización de los riesgos y amenazas del municipio.

Las observaciones que se lograron hacer se presentan en este informe haciendo una descripción de los aspectos más importantes desde el punto de vista geológico y que son primordiales para la orientación del estudio.

Se presentaron las asociaciones geológicas, hidrogeológicas y geomorfológicas cartografiadas en mapas de escala 1:25000. Para una

mejor ilustración se ha hecho una recolección fotográfica mediante la cual se muestran detalles de interés que de otra manera resultaría casi imposible describir.

OBJETIVO GENERAL

- Realizar un estudio el cual involucra aspectos como geología, geomorfología, hidrogeología y vulnerabilidades que son parte del componente físico para el esquema de ordenamiento territorial del municipio de Tipacoque.

Abriendo la posibilidad de que este estudio sea base para obras futuras, que conlleven al desarrollo del municipio y por ende del departamento.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Corroborar datos litológicos, estratigráficos, estructurales, geomorfológicos y tectónicos obtenidos en el campo, con los ya existentes en estudios anteriores.
- Identificar problemas de inestabilidad que sirvan como base para plantear posibles soluciones.
- Reconocer factores ambientales que alteren el paisaje en el área de estudio.
- Identificar los posibles riesgos y amenazas con el propósito de determinar la vulnerabilidad en la población, semovientes, cultivos e infraestructura.

METODOLOGIA

Se recopiló información bibliográfica, mapas topográficos, mapas geológicos, fotografías aéreas y estudios anteriores.

Se hizo un reconocimiento general de la zona, luego mediante la toma de muestras y de fotografías, buscamos identificar las unidades presentes para verificarlas con los estudios existentes.

Reconocimos áreas de inestabilidad, teniendo en cuenta su localización para el cual se utilizó el GPS (Geoposicionador Satelital). Posteriormente se hicieron cortes geológicos y análisis de columnas estratigráficas para identificar rasgos estructurales.

Con base en lo anterior, se definen características como geología, geomorfología, hidrogeología y zonificación por amenazas y riesgos.

Este trabajo se realizó interdisciplinariamente con profesionales afines al tema de estudio.

2.1 GEOLOGIA REGIONAL

Para realizar una ubicación detallada de las fuentes superficiales que constituyen el Municipio de Tipacoque se realizó una geología puntualizada la cual se resume de manera general de la siguiente forma: (Ver Mapa: Geología de Tipacoque).

- **Estatigrafía.**

En el Municipio de Tipacoque existen varias unidades de rocas bien diferenciadas, dispuestas de una manera muy compleja debido al fuerte tectonismo que se ha presentado en la zona (Ver Figura No. 10: Columna Estatigráfica Formación Floresta).

A continuación se describen cada una de las formaciones geológicas que existen en el municipio.

2.1.1 Formación Floresta – Dmf. Esta denominación fue dada por Alvarado B. y Sarmiento R. (1944) al conjunto de estratos aflorante en los alrededores del pueblo de floresta. Botero G. (1950) limitó esta formación a la serie de estratos marinos fósilíferos. (Marin Fosilifeus)

- **Litología.**

Cediel F. (1969) dividió en dos miembros la formación de acuerdo a las características litológicas. El miembro inferior, denominado “ El Tíbet”, está compuesto por areniscas de estrato medio, a veces conglomeráticas, de color gris amarillento, con escasos interbancos de arcillolita y con un conglomerado basal de elementos hasta de cuatro centímetros de diámetro, se apoya sobre las rocas del basamento cristalino. El miembro superior denominado Floresta, consta casi exclusivamente de arcillolitas amarillentas, a veces arenosas con niveles de abundante fauna marina fósil, representada principalmente por briosodos, gasterópodos, braquiópodos y trilobites.

Según Cediel F. (1969) indica espesores hasta de 600 metros del miembro El Tibet, y de 400 metros del miembro Floresta. Esta formación hace presencia al occidente de las veredas Galván, Palmar y La Calera.

- **Edad y Origen.**

Cediel F. (1969). La fauna fósil de la Formación Floresta indica una edad Debónico Medio. El Origen es claramente marino luego de una extensa ingresión del mar sobre una superficie de erosión.

2.1.2. Formación Tibú – Mercedes (Kitm). Deriva su nombre del Río Tibú y Valle Mercedes, en el área de la concesión Barco.

- **Litología .**

Sección Tipo. La Formación Tibú consta de areniscas guijosas de grano grueso en la base, caliza fosilífera densa y gris con unas pocas capas de lutitas y areniscas de grano fino en la mitad inferior. Lutitas gris oscura en la base de la Formación Mercedes; producen un contacto neto pero confortable con las calizas de la formación Tibú. La Formación Mercedes consiste en la intercalación de caliza semejante a la Formación Tibú, Lutitas oscuras a negras y carbonosas, y areniscas grises de grano fino a medio, localmente muy calcáreas. Las calizas como areniscas y lutitas se presentan intercaladas, el espesor varia de 260 metros a 562 metros¹.

Este paquete de rocas aflora al sur – este de la vereda La Carrera, al este de las veredas Bavatá y Ovachía continuando el margen izquierdo del Río Chicamocha. Otros afloramientos los hace en la vereda La Calera entre las fallas La Calera y Palmar; también hace presencia al norte de la vereda Galván especialmente en la ribera de la quebrada Galván (Ver Anexo Fotográfico No. 2: Fotos. Nos. 1 y 2).

Foto No 1 : Formación Tibú - Mercedes (Kitm), Aguardiente (Kia) , Capacho (Ksc), Fallamientos (f), Rocas Calcáreas (Rc) y Cárcavas .

Foto No 2: Formación Tibú - Mercedes (Kitm), Depositos Cuaternarios Coluviales (Qc) y Fallamientos Anticlinales (f).

Su límite inferior descansa localmente en contacto discordante con rocas permio – carboníferas (Pcrm). Su límite superior con la suprayacente Formación Aguardiente.

¹ VARGAS, R. ARIAS A. JARAMILLO, L. TELLEZ, N. Geología de Suelos. Pg. 35, 39 – 41.

- **Edad y Origen.**

La edad de las Formaciones Tibú y Mercedes ha sido considerada como Aptiano Superior a Albiano Inferior. (Notestein et. al: 1944)

2.1.3 Formación Aguardiente (Kia). El nombre viene del Filo del Aguardiente en la parte norte del Domo de Santiago, al sur de la concesión Barco.

- **Litología.**

Sección tipo. La formación está constituida por areniscas grises de grano fino a grueso con intercalaciones de lutita negra, micácea, localmente se encuentra caliza en la base. La Formación Aguardiente constituye una unidad detrítica que diferencia notoriamente las secuencias del lado éste de la cordillera oriental, de las secuencias más internas y occidentales de ella, en donde los miembros arenáceos de importancia no aparecen indicando claramente la procedencia de aportes del macizo Guayanes².

En esta zona, la Formación Aguardiente se compone de un conjunto potente de areniscas silíceas compactas de grano medio a grueso, de color blanco, amarillento, con intercalaciones de arcilla pizarrosa de poco espesor; se manifiesta en la parte central de las veredas La carrera y Bavatá, al suroeste de la vereda Ovachia, al sur y centro de las veredas La Calera y Galván respectivamente. (Ver Anexo Fotográfico No 2: Fotos Nos. 3, 4 y 5).

Foto No.3: Formación Aguardiente (Kia) . Explotación de Arenas y Gravas. Vía Tipacoque –Capitanejo Vereda Bavatá.

Foto No.4: Formación Aguardiente (Kia).Explotación de Arenas y Gravas.Vía Tipacoque-Capitanejo.Vereda Bavatá.

Foto No.5: Formación Aguardiente (Kia).Explotación de Arenas y Gravas.Vía Tipacoque – Capitanejo.Vereda Bavatá.

² Ibid. 1: p. 35

- **Edad y Origen.**

Se considera de edad albio superior y medio (Trip/ump. Salvador. 1964. p. 5), los contactos de la formación aguardiente se consideran concordantes y gradacionales.

2.1.4 Formación Capacho (Ksc). Su nombre está relacionado con la localidad de Capacho Viejo en el estado de Tachira (Venezuela).

- **Litología.**

Sección tipo. La Formación Capacho presenta la secuencia comprendida entre la Formación La Luna al tope y la Formación Aguardiente en la base, de acuerdo a las redefiniciones dadas por Sutto (1946) y Rod y Mayne (1954).

La Formación Capacho está constituida por una serie de Lutitas negras con intercalaciones arenosas hacia la base y bancos de calizas fosilíferas hacia la parte media y superior de alguna importancia con un espesor de 370 metros aproximadamente.

Dentro de esta formación se han encontrado abundantes conchas de *Exogyra Squamata* que ha servido para datarla, aunque algunos estudios han puesto en duda su corta extensión en el tiempo descalificándolos como días cronológicos.

Esta formación aflora en la parte oeste de la vereda Bavatá, al este de la .

vereda Galván y al este de la vereda La Calera, con presencia de lutitas negras calcáreas hacia la base, areniscas de grano fino de color gris oscuro a rojizas hacia la parte media y superior. (Ver Anexo Fotográfico No.2 :Foto. No. 6)

Foto No.6: Formación Capacho (Ksc) Panorámica en el Sector La Carrera. Observe rocas altamente fracturadas.

- **Edad y Origen.**

La edad de la formación es Cenomaniano – Turoniano (Richards, 1968, P 2333). La base y el techo de Capacho son concordantes y generalmente bien definidos con la infrayacente Formación Aguardiente, se encuentra debajo de la Formación La Luna y su contacto es también concordante y transicional.

2.1.5 Formación Luna (Ksl).

Sección tipo. Notestein, et. al (1944) introdujeron el término en Colombia y describen la Formación La Luna en la concesión Barco como compuesta de caliza gris oscura con foraminíferos y lutita bituminosa calcárea con capas subordinadas y nódulos de chert negros. El espesor de la Formación La Luna en la sección tipos de 600 metros; presenta grandes variaciones en su espesor

- **Litología**

Esta unidad reposa sobre la Formación Capacho (Ksc).

Aflora en la parte suroeste de la vereda Bavatá. Está conformada por estratos de caliza gris intercalado con arcillas pizarrosas negras; hacia el techo calizas verdes con oscuras ,bandas y nódulos de liditas y en la base constituido luditas negras con intercalaciones calcareas arenosas.(Ver Anexo Fotográfico No. 2 : Foto.No. 7).

Foto No.7: Formación Luna (Ksl).Sector Vereda Bavatá.Notese las calizas de color gris oscuro con nódulos de chert negros y presencia de rocas de diferente espesor.

- **Edad y Origen.**

La edad de la formación es Cretáceo Superior. . Notestein, et. al (1944).

2.1.6 Depósitos Cuaternarios. Los depósitos cuaternarios se ubican generalmente en forma discordante sobre topografías y geologías preexistentes y son productos de la denudación de estratos ya consolidados, tectonizados y erosionados cuyos fragmentos sueltos son arrastrados por gravedad y por escorrentía hacia partes más bajas, en donde tengan mayor estabilidad.

La energía de arrastre es el factor seleccionador de los tamaños, la cual al disminuir va dejando los fragmentos más gruesos pudiendo solo arrastrar los seleccionados de menor densidad que se depositarán a mayores distancias y generalmente más abajo.

- **Cuaternario Aluvial. (Q.a.)**

Este tipo de depósito se caracteriza por dar lugar a unas topografías planas limitadas a las zonas de inundación de los ríos y quebradas principales. Están conformados por fragmentos que han sido arrastrados por las corrientes en épocas de creciente y se van seleccionando a medida que baja el caudal y debido a la alta energía se depositan en el fondo los fragmentos más gruesos, y ordenándose hacia arriba según su tamaño de mayor a menor.

Los principales depósitos de este tipo se encuentran siguiendo el curso del Río Chicamocha.

La constitución de estos depósitos es bastante heterogénea variando desde rocas ígneas hasta rocas sedimentarias, arrastradas de lejanos afloramientos y redondeadas por el transporte. La matriz es muy escasa ya que la alta energía las corrientes arrastran los finos para depositarlos en zonas de mayor equilibrio.

Su espesor oscila entre los 3 metros y los 12 metros aunque eventualmente pueden encontrarse depósitos más espesos; otro tipo de depósito aluvial que es menos frecuente es el tipo terraza aluvial del cual se encuentra una acumulación típica en la desembocadura de la quebrada Tipacoque la cual es producto del remansamiento que la fuerte corriente del Chicamocha hace sobre los aportes de la quebrada Tipacoque, conllevando la inundación y el depósito de los sedimentos en suspensión en forma de terrazas. Su espesor puede ser hasta de unos 10 metros y presenta un alto grado de erosionabilidad por efecto de la misma quebrada.

- **Cuaternario Coluvial (Qc)**

Es el más predominante de los depósitos cuaternarios del área. Por efectos de la erosión, meteorización y gravedad ha sido acumulado material fino y fragmentos de roca de diferente tamaño a los largo de las laderas de pendiente baja. Los cantos se caracterizan por ser angulares,

generalmente areniscas de grano fino a grueso, blancos y amarillos.(Ver Anexo Fotográfico No. 2 : Fotos. No. 2 y 8)

Foto No. 8 : Deposito Cuaternario Coluvial (Qc). Sector de la vereda El Palmar. Nótese la disposición de rocas de diferente tamaño.

2.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL DE TIPACOQUE

Determina los elementos geométricos de las estructuras en el área de estudio con el fin de llegar al conocimiento del significado de las mismas.

2.2.1 Plegamientos. Sinclinal Caña Bravo. Se encuentra en la parte oeste de la vereda Caña Bravo, su eje va paralelo a la quebrada el amparo y perpendicular a la falla denominada con el mismo nombre. Tiene un rumbo noreste, su estructura afecta solamente a la formación Capacho.

- **Sinclinal Cañabravo.** Se encuentra en la parte oeste de la vereda Caña Bravo , su eje va paralelo a la quebrada el Amparo y perpendicular a la falla Denominada con el mismo nombre. Tiene un rumbo noreste, su estructura Afecta solamente a la formación Capacho.
- **Anticlinal Ovachía.** Se ubica al noroeste de la vereda Ovachia su eje es paralelo a la falla con el mismo nombre, y tiene rumbo noroeste afectando rocas de la formación Capacho.

2.2.2 Fallas Geológicas. El área de estudio se ve afectada tectónicamente por un numero de fallas considerable. Entre las cuales se encuentran. (Ver Mapa: Geología de Tipacoque).

- **Falla Chicamocha.** Considerada una de las más importantes por su gran magnitud, esta falla recorre la región de sur a norte siguiendo la cuenca del río Chicamocha, presenta un rumbo noroeste.
- **Falla Tipacoque.** Atraviesa el municipio de sur a norte desde la vereda la Calera hasta ocultarse en el cuaternario de coluvión presente en la vereda la Carrera, su dirección es noreste. Pone en contacto las

formaciones Aguardiente con la formación Capacho y la formación Luna con la formación Capacho

- **Falla el Palmar.** Recorre las veredas la Calera, el Palmar y Galván, su rumbo es noroeste y afecta rocas de las formaciones Tibú Mercedes, poniendo en contacto la formación Aguardiente con la formación Floresta y a su vez con la formación Capacho.
- **Falla Ovachía.** Atraviesa la vereda Ovachia con un rumbo noroeste empalmando con las fallas Tipacoque y Chicamocha, afectando las formaciones Aguardiente, Capacho, la formación Luna y Tibú Mercedes. Dando origen a la falla Caña Bravo que tiene la misma dirección, empalmando también con la falla Tipacoque. Esta pone en contacto a las formaciones Aguardiente con la formación Capacho.
- **Falla la Calera.** Esta falla recorre la vereda del mismo nombre, tiene un rumbo noreste y pone en contacto las formaciones Tibú Mercedes y Floresta.
- **Falla Bavatá.** Afecta las formaciones Tibú Mercedes y Aguardiente tiene un rumbo noroeste, atraviesa la vereda Bavatá en la misma dirección.
- **Falla Galván.** Se encuentra localizada en la parte noreste de la vereda Galván, siguiendo el curso de la quebrada Galván, posee un rumbo noreste haciendo intersección con las fallas Palmar y Tipacoque. Afecta rocas de las formaciones Tibú Mercedes, Aguardiente y Capacho, desapareciendo de la superficie en el cuaternario de coluvión de la vereda la Carrera.
- **Otras Fallas:** De menor importancia se presentan agrupadas al sureste de la vereda la Calera, las cuales afectan rocas de las formaciones Capacho, Aguardiente y Tibú Mercedes.

2.3 GEOLOGIA ECONOMICA DE TIPACOQUE

Las comunidades de Tipacoque son predominantemente agrícolas, la actividad ganadera es mínima al igual que la minera. En el área se encuentran algunas explotaciones artesanales de arena ubicadas a la margen de la vía Tipacoque – Capitanejo. Las areniscas de la Formación

Aguardiente, debido a sus características texturales se están explotando de manera poco técnica, provocando deslizamientos locales, ya que tienen una muy buena aplicación en el recebo para carreteras.

Estas explotaciones no representan ningún aporte significativo al producto interno bruto del municipio, ya que su producción y comercialización es mínima puesto que se utiliza en las necesidades particulares. (Ver Anexo Fotográfico No .2 : Fotos . 3, 4 y 5 : Explotación de Arenas y Gravas).

2.4 GEOMORFOLOGIA DE TIPACOQUE

Generalidades. La Geomorfología estudia las geoformas como expresión del paisaje y de los procesos exógenos que actúan sobre ellas, los cuales transcurrido un periodo de tiempo, contribuyen a la evolución del paisaje, los procesos son generados por factores endógenos y exógenos, siendo cada una de estas variables naturales las que cambian en extensión lateral, vertical y en tiempo, conformando así un sistema morfogénico.

Para el tratamiento de cada unidad geomorfológica se define de acuerdo a Van Zuidam (1988) y se tiene en cuenta los siguientes aspectos, morfometría y morfodinámica.

2.4.1 Pendientes. Se evalúa con base a la clasificación de Van Zuidam (1988), quien establece siete clases a las cuales se asocian procesos y condiciones características, la base de clasificación se muestra en (Ver Tabla No. 6: Rangos de Inclinación y Pendientes), a las cuales se asocian procesos y condiciones esperadas del suelo.

Este tipo de mapas puede considerarse como de morfoconservación debido a que los cambios de pendientes con frecuencia revisten primordial importancia en relación a tipo y velocidad de actividad de la erosión y los movimientos en masa, pudiéndose definir zonas críticas y definir medidas de mitigación. (Ver Mapa: Ipsometría de Tipacoque)

Del mapa de isopendientes obtenido se observa de manera general cuatro tendencias de pendientes definidas de la siguiente manera. (Ver Mapa: Pendientes de Tipacoque).

Zona de Pendiente Baja. Zona localizada entre pendientes comprendidas de 0° a 6.8°, a ella pertenecen las llanuras aluviales, depósitos fluviales del

Río Chicamocha, Quebradas y áreas de acumulación de depósitos cuaternarios.

En estas zonas de pendientes se asocian movimientos en masa de baja velocidad especialmente Solifluxión, fluvial y erosión laminar o en surcos. En esta zona de pendientes es aconsejable la actividad agrícola con maquinaria. Ver Anexo Fotográfico No . 2 :Foto .9)

Foto No. 9 :Zona de Pendiente Baja. Vereda EL Palmar .Obsevese la presencia notoria de Erosión Laminar Lineal

Tabla No. 6: Rangos de Inclinación y Pendientes

INCLINACION PENDIENTE	PROCESOS CARACTERISTICOS Y CONDICIONES DE TERRENO
0° – 1.72° 0 – 3%	Plano o casi plano Denudación no apreciable, transitable y laborable sin dificultad bajo condiciones secas.
1.72° - 4.1° 3% - 7%	Levemente inclinado Movimientos en masa de diferentes clases y baja velocidad, especialmente solifluxión fluvial (erosión laminar y surcos). Es posible utilizar maquinaria agrícola pesada; se recomienda no arar en forma paralela a la pendiente.
4.1° - 6.8° 7% - 12%	Moderadamente inclinado. Condiciones similares al rango anterior con menos facilidades para explotación agrícola, peligro de erosión del suelo.
6.8° - 14.1° 12% - 25%	Movimientos en masa de todo tipo, especialmente reptación, erosión laminar y en surcos, ocasionalmente deslizamientos. Cultivar en terraceo. Difícilmente accesibles para tractores u otros vehículos. Peligro de erosión del suelo.
14.1° - 26.5° 25% - 50%	Moderadamente empinado. Procesos denudacionales intensivos de diferentes clases (erosión bajo cubierta de bosques, reptación, deslizamientos). Posibilidades limitadas de arado, transitabilidad ardua, cultivos sólo en terrazas. Peligro de erosión del suelo.
26.5° - 35° 50% - 70%	Empinado. Afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, depósitos de talud delgados e incoherentes, imposible para uso agrícola. Plantación de bosque viable.
> 35° > 70%	Muy empinado. Afloramientos rocosos. Procesos denudacionales fuertes, especialmente “desgastes de paredes”, peligro de caída de bloques. Laboreo agrícola imposible, cubierta forestal limitada.

Fuente . Clasificación de Pendientes según Van Zuidam.1988.

- Zona de Pendiente Media. Corresponden a inclinaciones comprendidas entre 6.8° y 14.1° aquí se localizan los depósitos cuaternarios de tipo coluvial y litologías de rocas blandas, como arcillolitas y lutitas de las Formaciones Aguardiente, Capacho.

Se presentan movimientos en masa en especial reptación, erosión laminar en surcos; ocasionalmente deslizamientos debido a los procesos erosivos de origen fluvial. Ver Anexo Fotográfico No. 2 : Fotos.10 y 11).

Foto No. 10 : Zona de Pendiente Media. Vereda el Palmar. Observese La presencia notoria de Erosión Laminar en Surcos, Reptaciones y Deslizamientos.

Foto No. 11 : Zona de Pendiente Media. Vereda el Palmar. Notase los procesos fuertes de Erosión y Reptaciones.

Se recomienda en esta zona de pendientes cultivar por medio de terraceo.

- Zona de Pendiente Medía Alta. En esta zona se localizan las pendientes con inclinaciones comprendidas entre 14° y 26.5° aquí se encuentran litologías pertenecientes a las Formaciones con estratos intercalados de roca dura y blanda como la Formación Capacho, Tibú, Mercedes.

Los procesos denudativos que se presentan son intensivos y de diferentes clases como erosión, reptación y deslizamiento. Ver Anexo Fotográfico No. 2 : Fotos. 12 y 13).

Foto No. 12 : Zona de Pendiente Alta .Vereda Galván. Observese los procesos dinámicos de Erosión, Reptaciones y Deslizamientos.

Foto No .13 : Unidad Morfodenudativa .Vereda Bavatá. Se observan los cambios de pendientes (alta ,media y baja).

La actividad agrícola es limitada y restringida.

- Zona de Pendiente Alta. Corresponde a pendientes con inclinaciones mayores a los 35° , en esta zona se ubican los afloramientos rocosos y escarpes de las Formaciones. Ver Anexo Fotográfico No. 2 : Fotos .14 y 15).

Foto No. 14 : Unidad Denudativa o Erosional. Vereda Bavatá. Se observa el escarpe fuerte de la Falla del Río Chicamocha y su expresión morfológica.

Foto No .15 : Unidad Morfodenudativa Erosional. Via Tipacoque-Capitanejo. Observese la caída de rocas y el alto fracturamiento del macizo rocoso y el riesgo que representa.

Los procesos erosivos son de tipo intenso a fuerte, especialmente caída de rocas y talud. La actividad agrícola es imposible.

2.4.2 Unidades Geomorfológicas. Las unidades que se analizan a continuación corresponden a las características de vertientes, montañas con procesos de degradación y acumulación, cuyos suelos están determinados por las condiciones climáticas.

Las unidades geomorfológicas están definidas a escala 1:25000 y corresponde a la categoría de unidades de terreno, según Cortés R³. (Ver Mapa: Geomorfología de Tipacoque)

2.4.2.1 Unidad Gradativa o de Acumulación. La unidad corresponde a zonas donde se presentan fenómenos de degradación o acumulación de materiales de origen cuaternario de depósitos fluviales, terrazas, depósitos coluviales y depósitos aluviales recientes. Los depósitos coluviales del área de Tipacoque se caracterizan por la presencia de bloques heterométricos embebidos en una matriz arcillosa y arenosas. (Ver Anexo Fográfico No . 2 : Fotos No .9 y 11).

Comprende zonas de laderas inferiores que están localizadas en los valles de las Quebradas y el río que baña el área de estudio, donde el clima es templado hacia el sector del Río Chicamocha y frío en la cuenca de la Quebrada Potrero Colorado.

El relieve está marcado por pendientes de planas a poco inclinadas, formadas por materiales depositados, demarcando los valles de las quebradas.

Los fenómenos que se presentan son básicamente los producidos por erosión hídrica y favorecidos por la escasa cobertura vegetal como son, la erosión difusa, lineal y cárcavamiento; además de la erosión lateral

³ CORTES R. Clasificación de Zonas Geotécnicamente Homogéneas I Simposio Suramericano de deslizamientos. Paipa Colombia Vol I. P 56-75.

producida por el curso de las quebradas y el río Chicamocha sobre las márgenes externas.

El material geológico corresponde a lutitas, limolitas, arcillolitas; en general las capas incompetentes de las Formaciones aflorantes, además de los originados por los depósitos cuaternarios. Se caracteriza geomorfológicamente por presentar laderas rectas y onduladas y por ocurrir fenómenos de inestabilidad como la reptación y deslizamientos sobre las márgenes de las quebradas y del río Chicamocha

2.4.2.2 Unidad Denudativa o Erosional. Esta unidad geomorfológica comprende gran extensión del área de estudio en donde se presenta los mayores fenómenos de amenaza para el Municipio.

Comprende todas las vertientes de las laderas medias, en la zona comprendida entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m. aproximadamente, con diferentes climas.

La unidad se caracteriza por presentar geomorfológicamente las expresiones de paisaje que la controla y modelan, entre las cuales se tiene: superficies de aplanamiento observadas en el sector El Nogal, formas de control estructural como laderas estructurales, hogback, crestas estructurales abruptas, formas de origen gravitacional y denudativas como taludes de escombros. Ver Anexo Fotografico No. 2 : Fotos. Nos. 14, 15, 16, y 17).

Foto No. 16 : Unidades Morfoestructurales. Veredas Calera y Galván .

Foto No. 17 : Procesos Morfodinámicos. Sector nueva vía Palmar-Galván. Se presentan desprendimientos de rocas de diferente tamaño y espesor con alto riesgo para los habitantes de la zona.

Los procesos son ocasionados por acción hídrica, esencialmente erosión lineal, carcavamiento y los movimientos en masa como deslizamientos, reptación, solifluxión principalmente.

Los procesos denudativos son favorecidos por las pendientes que oscilan entre empinadas a muy empinadas donde se presenta acumulaciones de rocas y suelos por acción de la gravedad y la escorrentía.

Los materiales geológicos son arcillas, areniscas cuarcíticas, lutitas, de las formaciones aflorantes. (Ver Mapa : Geomorfología de Tipacoque).

2.5 HIDROGEOLOGIA DE TIPACOQUE

GENERALIDADES: Es la ciencia que estudia las aguas subterráneas, su origen, composición, propiedades, formas de presentarse y la dinámica e influencia sobre la corteza terrestre.

En cualquier estudio hidrogeológico se tiene en cuenta la litología y sus características primordiales como son la permeabilidad y porosidad, siendo estas las que controlan la filtración en las rocas, su capacidad almacenadora, el movimiento del agua a través de la superficie del suelo hacia el interior de las rocas, de acuerdo a su capacidad para contener agua y permitir el flujo a través de ella, (Ver Mapa: Hidrogeología de Tipacoque) .

2.5.1 Caracterización Hidrogeológica de las Formaciones. Para hacer una caracterización hidrogeológica en forma cualitativa, se da a cada formación aflorante en el área de estudio un grado de permeabilidad relativo; en esta caracterización no se elabora ensayo de permeabilidad, porosidad, ni transmitividad de las rocas, esta se realiza teniendo en cuenta la litología de cada formación y el grado de fracturamiento que se observa en campo.

Desde el punto de vista hidrogeológico, o sea, la capacidad que tiene una roca de almacenar agua y permitir su flujo, las unidades rocosas se pueden clasificar en Acuifugas, Acuicierres y Acuíferos.

- **Acuifugas:** Son aquellos estratos o formaciones geológicas conformadas por rocas impermeables que no contienen ni transmiten agua. En estas rocas no existen intersticios intercomunicados y en consecuencia no absorben ni permiten el paso de agua.
- **Acuicierres:** Son estratos conformados por rocas impermeables que aunque pueden contener grandes cantidades de agua, no permiten el flujo de ella a través de sus poros o intersticios en cantidades significativas.

- **Acuíferos:** Es una unidad geológica compuesta por rocas permeables que poseen intersticios intercomunicados a través de los cuales el agua se mueve con relativa facilidad bajo condiciones naturales de campo.

2.5.1.1 Permeabilidad Alta.

- **Formación Aguardiente.** Por sus características litológicas, esta constituida por areniscas de grano fino a grueso, presencia de glauconita y el fracturamiento de las rocas. Se le considera como una formación de permeabilidad alta ideal para formar un ACUÍFERO.
- **Cuaternarios.** Por su constitución heterogénea de los cantos y su matriz areno-limo-arcillosa poco consolidada, hace que sean cuerpos almacenadores de agua dada su alta permeabilidad y constituir un ACUÍFERO.

2.5.1.2 Permeabilidad Media.

- **Formación Tibú - Mercedes** . Consta de areniscas guijosas de grano grueso en la base, caliza fosilifera densa con unas pocas capas de lutitas y areniscas de grano fino a medio en la mitad inferior. Por tal motivo las calizas pueden diluirse dando una permeabilidad media pudiendo constituir un ACUÍFERO.

2.5.1.3 Permeabilidad Baja.

- **Formación Capacho.** Esta formación esta constituida por una serie de lutitas negras con intercalaciones arenosas y bancos de calizas, arenisca cuarzosa de grano fino poco compactas que pueden formar pequeños ACUÍCIERRES. Además hay niveles de roca arcillosa.
- **Formación Luna.** Está compuesta de caliza y lutita bituminosa con capas subordinadas y nódulos de chert, se le considera una formación impermeable por su composición arcillosa lo que puede formar ligeros ACUÍCIERRES.

- **Formación Floresta.** El miembro inferior constituido por interbancos de arcillolita y arenisca de grano medio y un conglomerado basal. El miembro superior denominado "Floresta" consta casi exclusivamente de arcillolitas a veces arenosas, lo que la hace impermeable formando ACUIFUGA.

2.6 RIESGOS Y AMENAZAS EN TIPACOQUE

2.6.1 Reconocimiento De Zonas Inestables O Susceptibles A Registrar Amenazas Geológicas. En el área de interés han ocurrido problemas de inestabilidad debido a condiciones propias de la región como el tipo de suelos, rocas, estructuras, drenaje y características climáticas como morfológicas.

El grado de actividad de fenómenos corresponde a la morfodinámica externa, tales como deslizamientos, reptaciones, flujos y erosión principalmente. Estos hacen que en la actualidad constituyan amenazas geológicas. (Ver Mapa: Riesgos y Amenazas en Tipacoque)

Los materiales involucrados en los fenómenos naturales se pueden clasificar en tres grandes grupos. rocas, materiales residuales, y materiales transportados.

- **Roca.** Material insitu con grados de alteración moderados y bajos, además incluye las rocas altamente fracturadas.
- **Material Residual.** Materiales productos de la meteorización mecánica o química de roca preexistente sin existir transporte de material, se presenta en rocas de constitución blanda.
- **Material Transportado.** Comprende los depósitos coluviales, aluviales y glaciales.

2.6.2 Fenómenos Naturales de Movimientos en Masa. Con el fin de facilitar el estudio de estos movimientos se toma como referencia la clasificación UN- MOPT² por el cual se dividen los movimientos en cinco

4. GONZALEZ, AJ. Metodología y criterios de clasificación para inventario de movimientos en masa. I simposio suramericano de deslizamientos . p. 677- 697.

grandes grupos. (Ver figura 11: Fenómenos Naturales de Movimientos en Masa)

2.6.2.1 Movimientos de Superficiales. Son aquellos en los cuales el material se mueve sobre la superficie topográfica preexistente o muy cerca de ella. Son relativamente superficiales y su dirección es aproximadamente paralela a la pendiente topográfica. En este grupo se consideran las reptaciones y los flujos.

- **Reptaciones.** Son movimientos superficiales y lentos del terreno sin que exista una superficie de ruptura bien definida. Su importancia radica en que de él se pueden originar otros tipos de movimientos o ser manifestaciones de material remanente de un deslizamiento. La principal causa es la falta de control de las aguas superficiales, que se infiltran disminuyendo la consistencia del material. (Ver Anexo Fotográfico No. 2: Foto No , 18).

Foto No.18: Movimientos en Masa Superficiales. (Reptaciones y Deslizamientos). Zona de Alto Riesgo. Vulnerabilidad Humana, Física (vivienda), Económica (cultivos y ganados). Sitio El Páramo. Vereda La Calera).

- **Flujos.** Son movimientos de velocidad variable cuya característica principal es que los materiales en movimiento, o una gran porción de ellos se comporta como fluido viscoso, pueden generarse por varias causas, como saturación de los materiales, corrientes que recorren materiales sueltos. Según el tipo de material involucrado se consideran como flujos de detritos o flujos de suelo.

Los flujos de detritos se presentan como materiales granulares, normalmente sueltos y secos, descubiertos de cobertura vegetal y se generan en la ocurrencia de periodos de lluvias fuertes, siguen el cauce de las quebradas o antiguos cañones. (Ver Anexo Fotográfico No. 2 : Fotos. Nos. 19 y 20).

Foto No. 19: Movimientos en Masa superficiales .(Flujos de Rocas y Detritos de diferentes Tamaños). Sitio Quebrada Colorada. Vereda la Calera.

Foto No. 20: Movimientos en Masa Superficiales (Flujos de Roca y Detritos de diferentes Tamaños). Sitio Quebrada Potrero Colorado. Vereda La Calera.

Se observan en las quebradas el Potrero, Tipacoque y quebrada el amparo.

Los flujos de suelos se presentan como materiales finos, saturados, pueden ser muy rápidos a moderados, las causas de este fenómeno se deben a la ocurrencia de fuertes lluvias, al incremento gradual de la presión de poros o la pérdida de resistencia de corte del suelo residual.

Se presenta básicamente en materiales residuales y transportados, ubicados en las márgenes de las Quebradas El Potrero, Galván y Quebrada El Amparo.

2.6.2.2 Movimientos Subsuperficiales. Comprenden todos aquellos en los cuales la dirección del movimiento se presenta a lo largo de una superficie inclinada con componente vertical y no necesariamente paralela a la superficie topográfica. En este grupo se incluyen los deslizamientos y movimientos complejos.

- Deslizamientos Rotacionales: En este movimiento la superficie de ruptura es circular o con forma cercana a esta y cóncava, este tipo de movimiento ocurre en materiales residuales o transportados; se presenta en la parte superior un hundimiento conformando un escarpe principal, cuya altura varía dependiendo del desplazamiento total de la masa deslizada y en la base el material puede ser socavado por corrientes. Casi siempre estos movimientos están asociados al componente morfológico, laderas de cauces, las cuales por sus altas pendientes y la profundidad del valle en materiales coluviales, desarrollan una superficie rotacional y se pueden tornar retrogresivos.
- Deslizamiento sobre la nueva carretera Palmar – Galván con una ubicación (G.S.P.) N6°25.784' W72°42.854' (Ver Anexo Fotográfico No. 2: Foto No. 21).

Foto No. 21: Movimientos en Masa Subsuperficiales. (Deslizamientos Rotacionales). Zona de Alto Riesgo. Vulnerabilidad (Vivienda, Cultivos y Ganado) . Sitio :Nueva Carretera Palmar- Galvan.

Con un alto riesgo para los habitantes, viviendas, cultivos y ganado (ver anexo fotográfico).

- Deslizamientos Traslacionales y/o Compuestos: En este tipo de movimiento la superficie de ruptura es razonablemente plana desarrollada por una superficie predeterminada o por la presencia de heterogeneidad dentro de una ladera, de una capa de material competente que subyace otra menos competente, este tipo de deslizamiento se desarrolla en el contacto suelo - roca, en zonas con pendientes relativamente empinadas y la capa de suelo residual profundo, o no muy profundo y por acción de agua, la cual produce la inestabilidad al saturar los materiales y de esta forma activa el movimiento, el cual generalmente viene acompañado por otros fenómenos como flujos, producto de ablandamiento de los materiales.

Este tipo de deslizamiento puede tener una componente de tipo rotacional que hace que éste movimiento se clasifique como compuesto.

En nuestro estudio se presenta un deslizamiento de detritos, roca y suelo generando un alto riesgo para los habitantes de la zona. También para las zonas de cultivo y viviendas. Ubicado en la Vereda Calera, con una ubicación aproximada: (G.P.S.): N6° 24.15' W72° 43.403'. (Ver Anexo Fotográfico No. 2: Fotos.Nos. 22, 23, 24 y 25)

Foto No. 22: Movimientos en Masa. Subsuperficiales (Deslizamientos Traslacionales o Compuestos). Zona de Alto Riesgo. Vulnerabilidad Humana, Física (Viviendas) y Económica (Cultivos y Ganado) .Sitio: El Páramo . Vereda La Calera.

Foto No. 23: Movimientos en Masa . Subsuperficiales . (Deslizamiento Traslacional o Compuesto) . Zona de Alto Riesgo. Vulnerabilidad Humana, Física (Viviendas) y Económicas (Cultivos y Ganados). Sitio :Puente Villa Nueva - Estación. Límites Veredas Bavatá- La Carrera.

Foto No. 24: Movimientos en Masa. Deslizamiento Activo (Traslacional o Compuesto) Zona de Alto Riesgo. Vulnerabilidad Humana, Física y Económica. Sitio Nueva Vía Palmar Galvan.

Foto No. 25: Movimientos en Masa. Deslizamiento Activo (Traslacional Compuesto) Zona de Alto Riesgo. Vulnerabilidad Humana, Física y Económica. Sitio El Picacho Vía Escuela Páramo a la Vereda la Calera.

2.6.2.3 Movimientos Verticales. Comprende todos los movimientos en los cuales el desplazamiento de la masa se presenta especialmente en una dirección vertical descendente. Este grupo incluye las caídas y los volcamientos.

- **Caídas.** Son las caídas de una masa de cualquier tamaño que se desprende de un talud de pendiente fuerte y desciende principalmente a través del aire por caída libre, a saltos o rodando. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido. Las caídas corresponden a material de roca casi siempre con alto fracturamiento o diaclasamiento, o material de detritos compuestos por materiales pétreos acompañados de suelos o masas blandas.

- En la vía Tipacoque – Covarachía en la Vereda Galván con una ubicación aproximada (G.S.P.) N6° 26.80' W72° 45.561 (Ver Anexo Fotográfico No. 2: Foto No. 26) .

Foto No. 26: Movimientos en Masa Verticales. (Talud, Hundimientos y Deslizamientos por Erosión Lateral) .Zona de Alto Riesgo. Zanjón Brasial. Vía Tipacoque - Capitanejo.

Se aprecia un talud vertical con un alto grado de fracturamiento. (Ver anexo fotográfico).

- En el sector El Tablón Vereda Bavatá y la Vereda Ovachía sobre la margen izquierda del río Chicamocha. Lo mismo que en el sector El Brasial se presentan Taludes verticales. (Ver Anexo Fotográfico No. 2: Foto .No. 27)

Foto No 27: Movimeinto en Masa. Deslizamiento Activo (Traslacional o Compuesto). Vulnerabilidad Humana, Física (vía) y Económica(bosque). Sitio :Zanjón Brasial. Vía Tipacoque - Capitanejo.

2.7 FENÓMENOS POR EROSIÓN EN TIPACOQUE

La erosión comprende el desprendimiento, transporte y posterior depositación de materiales de suelo o roca por acción de la fuerza del agua en movimiento; el proceso puede ser analizado iniciando por el despegue de las partículas de suelo debido al impacto de las gotas de lluvia

adicionalmente ocurre el proceso de flujo superficial en el cual las partículas removidas son incorporadas a la corriente y transportadas talud abajo.

2.7.1 Erosión en Surcos. La acción de golpes de la lluvia y el flujo de agua generado en la dirección principal de la pendiente, forma inicialmente microsurcos de erosión y a medida que la longitud de flujo es mayor, los surcos se hacen más profundos y de menor densidad por una unidad de área.

La capacidad erosiva de los surcos es tal que si la cobertura vegetal y de raíces no es muy fuerte, puede romper la vegetación.

2.7.2 Erosión en Cárcavas. Al profundizarse y ampliarse los surcos de erosión se convierten en cárcavas, las cuales ya no pueden ser eliminadas con prácticas agrícolas. Las cárcavas son cauces de concentración y transporte de agua y sedimentos; en este proceso una va con cauce en V inicial va transformando su sección de una V ampliada a U, adicionalmente a la erosión propiamente dicha se produce desprendimiento lateral de pequeños bloques de suelo. Una vez se forma la cárcava de erosión éste se va tornando más profundo, la cabeza de la cárcava se hace más alta y esta avanza talud arriba cada vez más rápidamente volviéndose prácticamente incontrolable.

En la Vereda Ovachia sector Jutua con una ubicación aproximada en las coordenadas: X: 156.000. Y: 1.198.000

2.7.3. Erosión por Corrientes de Agua. El movimiento del agua circula por el cauce de una corriente produciendo al desprendimiento y transporte de los materiales que conforman su perímetro mojado, en una quebrada o río pueden ocurrir dos tipos de erosión generalmente que afectan el cauce:

- Erosión lateral que amplía su ancho aumentando la altura de los taludes.
- Profundización del cauce. Estos tipos de erosión depende de las características geotécnicas de los materiales de fondo y los taludes, su pendiente y características del flujo de agua.

Este tipo de erosión se presenta en la parte baja de Zanjón El Brasial en la Vereda Bavatá. (Ver anexo fotográfico).

2.8 AREAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIÓN EN TIPACOQUE

Pertenecen a áreas que pueden ser inundadas por crecientes o avenidas de los ríos y quebradas por sus características de presentar una pendiente moderadamente plana y suave.

Se identifica dentro del área de estudio en cercanías de la desembocadura de la Quebrada Galván al río Chicamocha, donde el nivel del río es moderadamente igual a la pendiente topográfica sobre la margen izquierda y en la desembocadura de la quebrada Tipacoque del río Chicamocha (Ver Anexo Fotográfico No. 2 : Fotos Nos. 28 y 29)

Foto No. 28: Riesgo Alto por Inundación. Vulnerabilidad Humana Física (vivienda) y Económica(cultivos y ganados). Sitio : Desembocadura de la Quebrada Galvan al Río Chicamocha. Vereda La Carrera.

Foto No. 29: Riesgo Alto por Inundación. Vulnerabilidad Física (vivienda) y Económica (cultivos y ganados). Sitio : El Pozo. Vereda Bavatá.

2.9 EVALUACION DE RIESGOS GEOLOGICOS EN TIPACOQUE

GENERALIDADES: El proceso de evaluación de riesgos geológicos permite tener una base para la reducción de estos, tanto naturales, como los producidos por el hombre (Infracplan / Lanplan, 1988). Dicho proceso consiste en los siguientes pasos.

- **Amenaza.** Se refiere a la probabilidad de ocurrencia dentro de un periodo de tiempo específico y para un área determinada de un fenómeno con consecuencia potencialmente destructivas.
- **Vulnerabilidad.** Es el grado de exposición de personas, edificaciones, carreteras y demás obras de infraestructura, respecto a una amenaza que ha sido
- **Riesgo.** Es el grado de pérdida esperado a la ocurrencia de un fenómeno en particular, es la probabilidad de que personas,

edificaciones, carreteras y obras de infraestructura, puedan salir afectados por la manifestación de un fenómeno natural o provocado por el hombre.

En el presente trabajo se plantea una medida de prevención no estructural como es el mapa de riesgos para el Municipio de Tipacoque.

2.9.1 Principales Riesgos Geológicos. Los riesgos geológicos se pueden clasificar en tres grandes grupos: Internos, externos y artificiales. En la (Ver Tabla No. 7: Principales Riesgos Geológicos), se pueden apreciar los riesgos principales que comprenden estos tres grupos.

2.9.2 Caracterización de Riesgos Geológicos. Se realiza evaluando la información geológica y geotécnica obtenida de los parámetros: geológicos, geomorfológicos, pendientes, uso del suelo, drenaje, hidrología, hidrogeología, sísmica entre otros, con el fin de determinar las amenazas geológicas; luego se está en posibilidades de poder hacer una valoración de las áreas o zonas afectadas.

Posteriormente se realiza un análisis de vulnerabilidad para determinar y cualificar en función de las amenazas geológicas los fenómenos o procesos que afecten la población y obras de infraestructura, con el fin de evaluar el riesgo geológico.

Se mapifica a escala 1:25.000 mapas que sirvan para evaluar los parámetros anteriormente mencionados, donde se tiene como mapas temáticos principales por su importancia como factor a tener en cuenta en la delimitación de zonas o áreas con amenazas geológicas los siguientes:

- Mapa: Geológico- Estructural .
- Mapa: Ipsopendientes
- Mapa: Geomorfológico
- Mapa: Uso Actual del Suelo.

Tabla No. 7: Principales Riesgos Geológicos Efectos, Predicción y Prevención.

RIESGOS GEOLOGICOS	AREA DE ACCION	DINAMICA	VICTIMAS	PREDICCION		PREVENCION
				Espacial	Temporal	
INTERNOS						
Volcanes	R – C	r - mr	Si	Si	Posible	RU, PE
Sismos	R – C	mr	Si	R	Rara	E, RU, PE
EXTERNOS						
Movimientos de masa (1)	L	l – mr	Si	Si	Factible	E, RU, PE
Hundimientos (1)	L	l – mr	Pocas	Si	Difícil	RU, PE
Inundaciones geodinámicas (1)	L – R	r – mr	Si	Si	Factible	E, RU, PE
Erosión						
Sedimentación (1)						
Continental	R – C	l	Si	Si	Si	E, RU
Costera	R – C	l	No	Si	Si	E, RU
ARTIFICIALES						
Ruptura de presas y escombros	L	mr	Si	Si	Rara	E, RU
Mineros	L	mr	Si	Factible	A veces	E
Riesgos Geotécnicos	L	mr	Si	Factible	A veces	E, RU
Agotamiento y pérdida de recursos no renovables	L – C	l	No	Si	Si	E, RU
Contaminación agua y suelo	L – C	l	Si	Si	Si	E, RU
L : Local	l : Lento	E : Medidas estructurales				
R : Regional	r : Rápido	RU: Reglamentación usos de la tierra				
C : Nacional	Mr : Muy Rápido	PE: Plan emergencia				
(1) : Pueden ser naturales o artificiales						

Fuente: Tomado y Modificado de Ayala 1983

- **Mapa Geológico Estructural.** Como lo plantea Varnes (1984) en Cubillos y Salazar (1992), es básico la presentación de la geología para efectos de evaluación de riesgos, con el fin de determinar unidades geológicas con alto grado de procesos denudativos o estructuras geológicas con la misma característica.

- **Mapa Isopendientes.** Con base en la clasificación de Van Zuidam (1988), se establece siete clases de pendientes a las cuales se asocian procesos y condiciones esperadas del suelo.
- **Mapa Geomorfológico.** Se realiza de acuerdo al sistema de mapeo Geomorfológico del ITC desarrollado por Vestoppen y Van Zuidam (1968-1975).
- **Mapa de Uso Actual del Suelo.** Se realiza de acuerdo a la propuesta por González, J.R. (1990) donde se determina el manejo dado al suelo por la población.

Teniendo en cuenta los propósitos y la escala del trabajo, se mapearon unidades geomorfológicas de terreno en escala 1:25000 con base a lo anteriormente mencionado.

- **Combinación Cartográfica.** Teniendo como base el sistema de combinación presentado por Salazar (1992), se superpuso inicialmente el mapa geológico estructural y el mapa Geomorfológico para derivar el mapa preliminar de estabilidad en el que se definen tres categorías:
- **Zonas Estables.** Areas y zonas con baja o nula presencia de procesos morfodinámicos (erosión, movimientos en masa e inundaciones).
- **Zonas Medianamente Estables y Potencialmente Estables.** Areas con algunos procesos dinámicos, especialmente erosión laminar y lineal, deslizamientos menores inactivos.
- **Zonas Inestables.** Areas con intensos procesos morfodinámicos y de acumulación constante.

Posteriormente, se combina el mapa de uso actual del suelo y el mapa de isopendientes, para obtener el mapa de estabilidad potencial, en el que se distinguen cinco categorías:

- Vi: Vegetación inapropiada
- Va: Vegetación apropiada
- Vn: Vegetación nativa
- Cm: Construcciones mal ubicadas
- Cb: Construcciones bien ubicadas

Para el caso se determina rangos de pendientes críticas (> 40%) para usos del suelo como cultivos limpios y semilimpios, así como pastos mal manejados. Para pastos bien manejados, vegetación nativa, bosques; se considera como pendiente crítica (> 70%).

De la combinación de los dos mapas deducidos anteriormente resulta un mapa con amenazas y riesgo geológico.

La siguiente matriz modificada de Salazar (1995) clasifica las amenazas.

Tabla No. 8: Matriz de Clasificación de Amenazas Municipio de Tipacoque

		MAPA DE ESTABILIDAD POTENCIAL				
		Vi	Va	Vn	Cm	Cb
MAPA PRELIMINAR DE ESTABILIDAD	I	1	0	0	2	1
	II	2	1	1	2	2
	III	3	2	2	4	3

Fuente: Investigación Directa E.O.T- Tipacoque 1999

- 0 GRADO MENOR DE AMENAZA
- 1 GRADO BAJO DE AMENAZA
- 2 GRADO MEDIO DE AMENAZA
- 3 GRADO ALTO DE AMENAZA
- 4 GRADO MUY ALTO DE AMENAZA

De acuerdo a los objetivos propuestos, el planteamiento y manejo de los municipios, requieren del conocimiento de los riesgos geológicos a los que está sometido; con este fin se realiza un análisis de vulnerabilidad al considerarse vías principales y secundarias, obras de infraestructura importantes, áreas rurales pobladas y la cabecera municipal.

Finalmente teniendo como base el mapa de amenazas y al considerar los elementos expuestos, se obtiene un mapa final con la siguiente clasificación.

- RAm. Riesgo Alto: Amenaza por movimiento en masa.
- RAi. Riesgo Alto: Amenaza por inundaciones.
- RAsi. Riesgo Alto: Sísmico potencial.
- RMa. Riesgo Medio: Amenaza por movimiento en masa.
- RMi. Riesgo Medio: Amenaza por inundaciones.

RMp. Riesgo medio potencial.

RB. Riesgo Bajo: Amenaza por movimientos en masa e inundaciones.

Rs: Riesgo Sísmico

2.9.3 Identificación de Riesgos Geológicos. Realizando la evaluación de amenazas geológicas y el análisis de vulnerabilidad en el área de estudio, se determina como sectores o zonas de especial cuidado las siguientes:

2.9.3.1 Zonas de Riesgo Alto por Movimientos en Masa.

- **Sector: Quebrada Potrero Colorado (Páramo)**
- Localización: Ubicación aproximadamente a 4.5 kilómetros al sur-oeste de la cabecera municipal en límites de la vereda la calera y la Vereda Palmar, con coordenadas G.P.S N6° 24' 2.65" W72° 43' 6.71"
- Factor: Geológico – Geotécnico. La amenaza geológica es producida por el deslizamiento activo que se presenta a la margen derecha de la Quebrada Potrero Colorado, geológicamente el material es producto de la meteorización mecánica de la formación floresta, este material residual se presenta en rocas de constitución blanda y de baja resistencia, con una pendiente que supera los 35°, escasa de cobertura vegetal, baja densidad de drenaje. Este deslizamiento es considerado de tipo traslacional y / o compuesto.

El evento detonante está relacionado con el fallamiento y precipitaciones de la zona (ver Anexo Fotográfico No. 2: Foto Nos. 19 y 20).

- Análisis de Vulnerabilidad

Afecta un área aproximada de 30 ha, sobre la margen derecha de la quebrada, presentando riesgo en 50 habitantes, 15 viviendas incluyendo la escuela del sector, cultivos, semovientes y red eléctrica. Se puede presentar un posible represamiento de la quebrada, lo que ocasionaría una potencial avalancha, creando riesgo alto en las zonas ubicadas en sectores aledaños al curso de la quebrada.

Sector Vía Vereda la Calera

- Localización: Ubicado al Sur – oeste del casco urbano del municipio, aproximadamente a 5 kilómetros.
- Factor: Geológico – Geotécnico .

Esta amenaza es producida por el deslizamiento activo de material residual en la formación aguardiente, con una pendiente mayor a 35°. El evento detonante está relacionado con la apertura de la vía y al fallamiento existente en la zona, acelerando su actividad en épocas de alta pluviosidad.

- Análisis de Vulnerabilidad .

Afecta un área aproximada de 3.5 kilómetros de vía carretable, provocando desbancamiento de la vía en algunos sectores, afectando un área de 7 ha aproximadamente, poniendo en riesgo, semovientes, cultivos y red eléctrica. (Ver Anexo Fotográfico No. 2 Foto No. 25)

Sector Cabecera Municipal (Agua Blanca, Q. Potrero Colorado)

- Localización: Ubicado al sur – oeste del municipio, aproximadamente a 1 kilómetro.
- Factor Geológico – Geotécnico .

Esta amenaza es producida por un deslizamiento inactivo, con pendiente aproximadamente a los 30°. La vegetación es inapropiada para el tipo de pendiente y la densidad de drenaje es baja.

En la vía Tipacoque – Capitanejo a la altura de la quebrada El Brasial con una ubicación G.P.S. N 6° 28.003´ W 72° 41.661´.

- Análisis de Vulnerabilidad

En caso de una posible activación, afectaría el sector aledaño y el casco urbano en sí. (al sur – oeste), poniendo en riesgo a los habitantes, viviendas, cultivos, semovientes, alcantarillado, vías y red eléctrica. Con un área aproximada de 8há.

Sector Vereda el Palmar

- Localización: Ubicado al oeste del casco urbano, aproximadamente 3 kilómetros con coordenadas G.P.S. N6° 25´ 13". W72° 42" 14.23"
- Factor Geológico – Geotécnico: Amenaza producida por un deslizamiento activo a lo largo de la vía carretable, con una pendiente aproximada mayor a 35° en el talud. Son materiales residuales de la formación aguardiente y formación capacho. La vegetación es inapropiada para este tipo de pendiente, la capacidad de filtración de agua es alto debido al material fracturado y de baja resistencia, existiendo desprendimientos de rocas, ubicada sobre una unidad donde presenta procesos erosivos.

El evento detonante está relacionado con la apertura de la vía y la pluviosidad.

- Análisis de Vulnerabilidad

:

El fenómeno afecta la vía que conduce de la Vereda Palmar a la Vereda Galván, creando desbancamientos de ésta, siendo ésta de gran importancia socio económica para la zona. El área afectada es aproximadamente de 7 ha. En ella se encuentran ubicados unos 12 habitantes en 4 viviendas, también afecta cultivos, semovientes y red eléctrica (Ver Anexo Fotográfico No. Foto No. 24).

Sector Cabrerita (Zanjón Brasial)

- Localización: Ubicado al Nor – Este del casco urbano aproximadamente a 35 kilómetros, con coordenadas G.P.S N6° 28´ 0" W72° 41´ 11.

Sobre la vía que conduce a Capitanejo.

- Factor Geológico – Geotécnico

:

Esta amenaza geológica está ocasionada por deslizamiento activo de tipo rotacional, el material involucrado es un depósito cuaternario coluvial con pendiente, que oscila entre 14° y 25°.

El evento detonante está relacionado con el fallamiento de la zona y la pluviosidad. La capacidad de absorción es alta, acelerando su actividad en épocas de lluvias.

- Análisis de Vulnerabilidad

El evento afecta la vía Tipacoque Capitanejo en unos 500 m. y 10 ha aproximadamente, siendo esta la principal arteria de comunicación entre las dos localidades, generando un riesgo alto para las personas que transitan esta carretera, lo mismo que para semovientes y cultivos de la parte baja del Zanjón El Brasial. (Ver Anexo Fotográfico No. 2 Fotos 26 y 27).

2.9.3.2 Zonas de Riesgo Medio por Movimientos en Masa. Las zonas evaluadas como riesgo medio corresponden a las que presentan evidencias de procesos morfodinámicos de deslizamiento que no han producido movimientos en el tiempo histórico conocido o laderas con procesos o fenómenos de erosión leve, laminar difusa o carcavamiento. La inestabilidad de estas zonas se asocian a los períodos de alta precipitación, el tipo de material y al riesgo sísmico presente.

Sector Cañabravo – Ovachía.

- Localización: Ubicado al Sur – Este de la cabecera municipal, aproximadamente a 5 kilómetros. Se identifica un área de depósito coluvial que en épocas de altas precipitaciones se incrementa la magnitud del carcavamiento, haciéndose incontable debido a la pérdida de cobertura vegetal. El material está constituido por rocas de la formación Aguardiente, cubre el área aledaña al río Chicamocha.

Sector Vía Tipacoque – Capitanejo

- Localización: Diferentes puntos de la vía. Se presentan caídas de rocas y detritos en sectores debido a la explotación artesanal de pequeñas cantidades de arena, por la poca cobertura vegetal y las pendientes altas en los taludes. Presenta riesgo únicamente para las personas que extraen la arena.

2.9.3.3 Zonas de Riesgo Bajo por Movimientos en Masa. Incluyendo todas las zonas que no presentan inestabilidad, amenazas geológicas o con algunas evidencias, pero desarrollan procesos erosivos muy leves y deslizamientos en un futuro. Se considera de riesgo bajo debido a que los parámetros geológicos y geotécnicos evaluados y en especial el análisis de los mapas temáticos los mostraron como áreas estables, dentro de los cuales se encuentran la mayor parte del municipio, incluyendo el casco urbano.

2.9.4 Zonas de Riesgo Alto por Inundaciones. El fenómeno de inundación natural como el que se presenta en el área de estudio, ya que en ella no se ubican represas, es potencialmente destructivo con probabilidad de ocurrir en determinado tiempo, en épocas de una intensa pluviosidad y afectar las áreas o valles aledaños a las cuencas de las quebradas y el río Chicamocha. En las áreas con pendientes relativamente planas se presentan amenazas por inundaciones cuando las lluvias son torrenciales generando un riesgo alto para las viviendas, habitantes, semovientes y la actividad agropecuaria.

Las áreas que presentan un alto riesgo por inundaciones son las siguientes:

- Los sectores aledaños a la margen izquierda del Río Chicamocha en la desembocadura de la quebradas Galvan, Tipacoque y además en los sitios el Tablón, el Pozo, con áreas que oscilan entre 4 y 60 has. Afectando aproximadamente entre 8 y 10 viviendas y entre 15 y 30 habitantes. (Ver Anexo Fotográfico No. 2: Fotos Nos. 28 y 29)

En general el área de estudio no presenta problemas por inundaciones debido a las condiciones topográficas del terreno y la pendiente de los cauces.

2.9.5 Zonas de Riesgo Sísmico

2.9.5.1 Tectónicas y Estructuras Geológicas. La tectónica que afecta el área de estudio y sus zonas adyacentes es muy intensa, reflejada en el alto fracturamiento y fallamiento de las formaciones rocosas y en la topografía accidentada. La tectónica reflejada es producto de esfuerzos compresionales, los lineamientos de pliegues y fallas siguen una dirección preferencial Norte – Sur, paralela a los contactos geológicos. La zona esta enmarcada dentro de una tectónica compresional debido a los esfuerzos regionales a que ha estado sometida la cordillera oriental colombiana. El

sistema de fracturamiento de la zona esta asociada a la falla regional de Chicamocha.

Las geofomas existentes en el área de estudio reflejan la intensa actividad tectónica evidenciando el riesgo sísmico en el que se encuentra el municipio de Tipacoque.

2.9.6 Características de las Zonas de Riesgo. En la Tabla No. 9. Se especifican las características de las zonas de riesgo evaluados para movimientos en masa e inundaciones para el municipio de Tipacoque.

Tabla 9. Características de las Zonas de Riesgo Evaluados para Movimientos en Masa e Inundaciones.

LOCALIZACION – CARACTERISTICAS	SECTOR Quebrada Potrero Colorado	SECTOR Vía la Calera	SECTOR Cabecera Municipal (Agua Blanca)	SECTOR El Palmar
AREA	30 has	7 has	7 has	7 has
AMENAZA	Deslizamientos	Deslizamiento	Deslizamiento	Deslizamiento
FACTOR DETONANTE	Fallamiento Pendiente >35°	Fallamiento Apertura vía	Inactivo Fallamiento del talud	Procesos erosivos alta precipitación
VULNERABILIDAD	Habitantes Viviendas Cultivos	Vía Actividad agropecuaria	Habitantes Viviendas y Actividad agropecuaria	Habitantes Palmar – Galván Viviendas Cultivos
GRADO DE RIESGO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
OBSERVACIONES	Habitantes Viviendas Cultivos	Material residual	Filtración de agua Saturación	Material de tipo residual
LOCALIZACION – CARACTERISTICAS	SECTOR Vía Tipacoque – Capitanejo (Areneras)	SECTOR Cañabravo – Ovachía	SECTORES: Q. Galván. El Pozo. Y el Tablón	MUNICIPIO
AREA	7 ha	15 ha	4-60 ha	73 km ²
AMENAZA	Caída de rocas	Carcavamiento	Inundaciones	Sísmica
FACTOR DETONANTE	Pendiente > 45°	Altas precipitaciones	Creciente río, Altas precipitaciones	Tectónica
VULNERABILIDAD	Trabajadores	Viviendas, Cultivos	Viviendas, Cultivos	General
GRADO DE RIESGO	MEDIO	ALTO	ALTO	INCIERTO
OBSERVACIONES	Explotación artesanal de arena	Pendientes casi planas	Pendientes casi planas	Fallamiento intenso

Fuente: Investigación Directa E.O.T. Tipacoque 1999

En esta se puede observar la localización y características de los riesgos, el área afectada por cada uno de ellos, el tipo de amenaza y el grado de riesgo de las mismas, el factor detonante y la vulnerabilidad.

2.10 RECURSOS MINERALES

Son recursos naturales que por sus características y empleo se consideran como no renovables. En nuestro estudio en el municipio de Tipacoque se encuentra prospectos de arena, arcilla y plomo.

2.10.1 Situación Actual del Prospecto de Plomo. Mina abandonada existente en el municipio localizada aproximadamente a dos kilómetros al norte de la cabecera municipal. Dicha explotación se encuentra abandonada hace más de ochenta años y según fuente de la Secretaria de Minas no se tiene información detallada al respecto. Por lo tanto se sugiere la realización de estudios de prospección y exploración que conlleven a determinar la cantidad de reservas, calidad y rentabilidad el yacimiento.

2.10.2 Situación Actual de las Explotaciones de Arena y Arcilla. La arena es un conjunto de partículas de menor tamaño que se encuentran mezcladas con algunas fracciones de arcilla las cuales bajan su calidad, pero que con algunas técnicas pueden ser separadas haciéndola más óptima para los diversos tipos de actividades en las cuales es requerida.

La arena comercial contiene principalmente sílice SiO_2 bajo forma de cuarzo, cuando se utiliza como material de construcción debe ser dura además limpia con no más del 3% de limos, arcillas o materias orgánicas.

Por lo general la arena y la arcilla se obtienen de distintos sectores como son: sobre la vía Tipacoque Capitanejo y en la vereda Ovachía. Siendo utilizada para necesidades particulares en viviendas y recebo de carreteras. Por lo tanto se deduce que su comercialización es mínima.

En cuanto la arcilla es empleada para la fabricación de ladrillo principalmente, su explotación es mínima ya que el consumo es realizado por habitantes del sector, su comercialización es igual al de la arena.

- **Descripción del Método de Explotación.** Las explotaciones hasta el momento realizadas no tienen ningún tipo de planeamiento minero ambiental debido a que son totalmente artesanales, lo cual se ve

repercutido en el gran daño que se le ha causado al paisaje ya que se han provocado cambios desfavorables al medio ambiente entre los cuales tenemos. Figura No. 1.2.

Figura No. 12 :Daños Causados por la Explotación de Arenas y Arcillas



La extracción del material se realiza manualmente (pico y pala) y el sistema empleado es a cielo abierto por medio de excavaciones superficiales. Ver anexo fotográfico geológico (explotaciones de arena).

- **Aspecto Socio-Economico .**

Las arenas y arcilla las han convertido en materia prima fundamental en el sector de la construcción de la región ya que suplen necesidades primarias y prioritarias como construcciones y labores en baja escala.

Estas explotaciones son en parte la principal fuente de sustento familiar y generador de empleo. Debido con la forma de explotación adoptada por estos explotadores se tienen bajos rendimientos, ocasionando escasos ingresos y por tanto un bajo nivel de vida.

- **Seguridad.**

Ya que algunas explotaciones presentan taludes considerables se han ocasionado zonas inestables susceptibles a deslizamientos y desprendimientos de rocas que traen consigo accidentes, además se incrementan los riesgos de accidentes por falta de elementos de protección personal.

2.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .

CONCLUSIONES

- En este estudio se localizaron, identificaron y caracterizaron los elementos de alto, medio y bajo riesgo con sus respectivas áreas vulnerables, esto con el fin de estar preparados y anticiparse a cualquier evento catastrófico, logrando su mitigación y si es posible su anulación para evitar grandes daños a la comunidad.
- Geológicamente, existe gran variedad de materiales constituidos por rocas de la serie cretáceo que han sido afectados por eventos tectónicos de plegamiento y falseamiento correspondientes a la orogenia andina de la Cordillera Oriental influyendo en las condiciones geomorfológicas de relieve y consistencia, controlando en muchos casos las condiciones de estabilidad. También se encuentran depósitos post-andinos de tipo coluvial localizados en las zonas de menor pendiente.
- La presencia de fallas, favorecen en alto grado la inestabilidad del área, produciendo un alto diaclasamiento y deformación de las rocas; además, las rocas adquieren grados de porosidad secundaria elevados, favoreciendo la infiltración del agua, que combinado con el debilitamiento del macizo rocoso, crean áreas susceptibles a fenómenos naturales, en especial caída de rocas y deslizamientos.
- Las condiciones geológicas, geomorfológicas e hidrológicas unidas a la acción antrópica constituyen las principales causas de inestabilidad en el área de estudio.
- Los movimientos en masa son la amenaza geológica más común, se desarrollan sobre material transportado, residual o in situ (altamente fracturado) y su ocurrencia se debe principalmente al fallamiento, pendientes, cobertura vegetal, mal uso del suelo y aguas mal manejadas en la región.
- El origen de los flujos de detritos y suelo se basa principalmente en la gran cantidad de agua, tanto superficial como subterránea y en la diferencia de propiedades geomecánicas de los materiales involucrados; lo anterior unido a la pendiente, facilita que el agua se concentre sobre el material y ocasione los flujos.
- Toda el área de estudio se encuentra localizada dentro de una zona de riesgo sísmico alto, lo cual es un factor de gran importancia para descartar zonas con

riesgo nulo, puesto que la presencia de sismicidad actúa como evento detonante para cualquier fenómeno natural.

- Las características geomorfológicas de las áreas ubicadas cerca a ríos y quebradas hacen que sean muy propensos a sufrir inundaciones y avenidas Ctorrenciales periódicas en las cuencas de algunas de las corrientes afectando zonas de actividad agropecuaria y viviendas.
- La magnitud de los procesos erosivos, en especial cárcavamiento presentada en el área es producto del mal uso del suelo de los habitantes del municipio, inhabilitando estas zonas para la actividad agropecuaria.
- Con base en la identificación de las amenazas geológicas presentes y al análisis avaluado de forma cualitativa se busca delimitar preliminarmente las zonas de riesgo para producir restricciones en un futuro de crecimiento urbano y rural.
- El efecto del agua dentro de la masa solamente ocasionará aumento de peso de la misma y la consecuente tubificación o erosión interna, manifestándose posteriormente en deslizamientos superficiales de gran magnitud.
- Luego de realizar un análisis geotécnico en sectores con procesos morfodinámicos, se pretende implementar medidas de control que disminuyan el nivel freático (representa un aumento en el factor de seguridad y por consiguiente genera estabilidad), que es el principal efecto causante de remoción en masa en el municipio de Tipacoque, las cuales están encaminadas a iniciar la recuperación de dichos sectores, con el fin de mitigar el nivel de amenaza que representan.
- Mediante el inventario de los niveles de riesgo a que están sometidas las zonas de amenazas naturales y antrópicas, podemos definir en forma categórica los nudos críticos del municipio de Tipacoque, representados por deslizamientos e inundaciones.
- Como principales sectores de amenaza y riesgos para pobladores del municipio esta representado por el deslizamiento de la zona de Potrero Colorado y el Palmar, los cuales muestran un considerable aumento en el movimiento, ya no siendo estacional sino continuo.
- Continua el deslizamiento del sector Cabrerita que muestra movimientos lentos complejos retrogresivos debidos a altos niveles freáticos en épocas de alta pluviosidad y topografía fuerte pudiendo causar daño al carretable hacia la cabecera de la remoción en masa.

- En cuanto a los recursos minerales se deben realizar actividades de prospección y exploración de los recursos mineros, con el fin de determinar la factibilidad de explotación y su rentabilidad.

RECOMENDACIONES

- Antes de realizar cualquier obra de prevención y mitigación se recomienda ejecutar estudios detallados de los fenómenos de inestabilidad identificados como amenazas geológicas, debido a que la escala en que se realizó el proyecto (1:25000), sólo permite de manera general la identificación del mecanismo de falla y el área afectada; con lo anteriormente expuesto es importante la ejecución de estos estudios en los sectores de Potrero Colorado (Páramo), vía Palmar – Galván y Cabrerita (Zanjón Brasial) y Casco Urbano.
- Conformación de un Comité Local de Emergencia para el municipio, con dirección y planeación de las autoridades gubernamentales involucrados. Este comité debe tener en cuenta los términos de referencia para la elaboración del plan municipal de prevención y atención de desastres en el ordenamiento territorial.
- Como medida de prevención se SUGIERE la colocación de avisos y letreros en las vías y sectores afectados por los fenómenos de inestabilidad.
- Crear campañas de educación a la población con respecto al uso del suelo y manejo de aguas superficiales principalmente, puesto que estos parámetros favorecen los factores detonantes de cualquier fenómeno natural de inestabilidad de laderas.
- Hacer un control estricto de las normas de construcciones civiles futuras, teniendo en cuenta las reglamentaciones indicadas por el Código Colombiano de Construcciones Sismoresistentes con el propósito de mitigar el riesgo por amenaza sísmica. Como medidas inmediatas en las áreas en que se presenta erosión y cárcavamiento, la reforestación con especies nativas en los alrededores, el tratamiento de procesos erosivos con métodos de barreras naturales diseñadas por personal calificado;

diseño de sistemas de drenaje debido a que el agua es el agente más crítico, con el fin de disminuir o evitar las infiltraciones subsuperficiales.

- Para la construcción de cualquier vía se recomienda personal calificado, con el fin de evitar pérdidas socio - económicas.
- En los sectores Potrero Colorado y Palmar – Galvan, es necesario la reubicación inmediata de los habitantes de esta zona, ya que se encuentran ubicados en un área determinada como de alto riesgo.
- En cuanto al casco urbano se sugiere un estudio geotécnico inmediato, detallado con miras a prevenir y / o evitar eventos que conlleven a poner en riesgo vidas humanas e infraestructura general, siendo esto responsabilidad del comité local de emergencia encabezado por las autoridades gubernamentales.

COMPONENTE FISICO

SUELOS

2.12 COMPONENTE FÍSICO: SUELOS

INTRODUCCIÓN

Para los estudios del medio físico con fines de planificación del uso del territorio el suelo se interpreta como:

- a. El soporte de las actividades del hombre dirigidas al aprovechamiento de su potencial productivo:(cultivos agrícolas, exportaciones pecuarias, regadíos, etc.)
- b. El soporte de todas las infraestructura por el hombre (Vías, embalses, urbanizaciones, etc.).
- c. La fuente de materiales para actividades humanas, (materiales de construcción)
- d. Receptor de impactos (erosión, compactación, etc.).

Por estas razones su conocimiento en el ordenamiento territorial, es indispensable con el fin de darle adecuada utilización, para lograr su aprovechamiento eficiente y para evitar su degradación.

Teniendo en cuenta, que para el municipio de Tipacoque existe un estudio general de suelos realizado por el I.G.A.C. y una Tesis de Grado por el Ingeniero Agrónomo Jaime Forero Cortes, egresado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, U.P.T.C. de Tunja, denominada: "Estudio de Suelos para los municipios de Soata - Tipacoque - Covarachia" en 1970, la parte correspondiente de suelos para Tipacoque se tomo de dichos estudios.

2.12.1 LOS SUELOS DE TIPACOQUE

2.12.1.1 Geología. Las zonas situadas en la margen izquierda del cañón del río Chicamocha en la región de Tipacoque, pertenecen al Cretáceo. Cathcart y Zambrano afirman que “ el Cretáceo de la Cordillera Oriental estuvo marcado por repetidas transgresiones marinas y por oscilación del piso del miogeosinclinal de la provincia Andina Oriental, lo que produjo una variedad de facies, y como consecuencia, de nombres estratigráficos”.

Las capas cretácicas halladas en la región corresponden a las formaciones denominadas Villeta y Guadalupe en la Sabana de Bogotá. Estas formaciones según Burgl (1961) son difíciles de diferenciar en sus límites los cuales considera arbitrarios.

Los afloramientos rocosos que se presentan, pertenecen a las formaciones Villeta y Guadalupe indistintamente.

Sarmiento y Parra (9) afirman que “En la parte sur donde afloran rocas más jóvenes se observara un conjunto potente de esquistos arcillosos negros y grises, en general meteorizados, con bancos secundarios de caliza... sobre la caliza reposa un conjunto de unos 25 mts. De arcillas pizarrosas grises meteorizadas y desintegradas, con lechos delgados lenticulares de una arcilla ferruginosa en la parte concrecionaria, de un color rojizo amarillento y levemente fosfática”.

En esta región se presentan deslizamientos posiblemente de carácter geológico y no de soliflucción.

Roberto Sarmiento (8) trae las siguientes causas de los deslizamientos:

- a. Existencia de un anticlinal cerrado a lo largo del río Chicamocha, acompañado por fallas y fracturamientos que debilitaron la base de la masa de sedimentos que se deslizó.
- b. El hecho de que las areniscas de Une, que constituyen la roca mas resistente de la región, se encuentran dentro del área deslizada bajo el nivel del río, lo cual significa que la sucesión de arcillas pizarrosas de Villeta Superior no contaban en ese trecho con su protección en contra de la erosión lateral del río Chicamocha.

- c. El fracturamiento de las arcillas pizarrosas.
- d. La presencia de bancos y lechos de arenisca entre las arcillas pizarrosas, los cuales constituyen canales para la fácil circulación del agua subterránea.

De estas causas, la más importante parece ser la relacionada con la existencia del anticlinal a lo largo de cuya cresta el Chicamocha erodó su curso y que probablemente está afectado por fallas longitudinales, según afirmaciones de Sarmiento y Parra (9).

2.12.1.2 Fisiografía y Geomorfología. Los movimientos recientes han sido motivados por las fallas existentes, La pendiente del occidente del curso del río Chicamocha presenta grados muy fuertes y aún escarpes, algunas veces, ocasionados por deslizamientos geológicos y otros medios severos de erosión.

Adelante de Tipacoque, de la cordillera de Onzaga se desprende un brazo que pierde poca altura y termina en escarpe cerca al Chicamocha. La misma cordillera hacia el norte se ramifica bastante y uno de sus ramales más bajos, que algunos llaman Nogontova, sirve de Límite sur - occidental con Onzaga.

Desde el punto de vista de la Geomorfología, conviene sin embargo, resaltar la influencia de condiciones climáticas existentes donde la relativa sequedad, aguaceros muy fuertes y el posible uso de la tierra, durante mucho tiempo en forma descuidada, han incidido en el grado severo de erosión que se presenta.

El Dr. Jack Khobzi opina que “dominancia de lutitas que presentan las rocas favorece la erosión por escurrimiento.

La erosión ha arrastrado las formas coluviales, aluviales y los mismos suelos. En algunas partes han quedado restos de un suelo rojizo desarrollado tanto sobre lutitas como sobre las areniscas del Cretácico y sobre coluviones de los mismos, lo que hace pensar en la existencia de condiciones de calor fuerte, grado mayor de humedad y menor grado de erosión actual. Es posible que el suelo no sea muy antiguo y su arrastre de

casi 90% demuestra la intensidad de erosión que actualmente es el fenómeno más importante”.

Allí se cumple la afirmación de Hettner (5) cuando dice: “ La cordillera de Bogotá es, como la mayoría de las montañas en su conjunto, un territorio de destrucción y denudación, y solo secundariamente se realizan simultáneamente sedimentaciones, ya que la mayor parte de lo destruido es, debido al fuerte desnivel de los ríos, llevado fuera de la cordillera y depositado en las llanuras bajas vecinas.

En jurisdicción de Covarachía y en las riveras del Chicamocha existe un cono de deyección o abanico que es prácticamente, la formación aluvial más representativa y está formada por cantos y fragmentos redondeados de varios tipos de rocas, arenas y arcillas.

2.12.1.3 Hidrología y Drenaje. En la zona objeto del presente estudio, la hoya hidrográfica más importante del río Chicamocha que nace en las cercanías de Tunja, recorre el valle de Sogamoso y desemboca en el río Suárez. En la Zona estudiada recibe pocos afluentes entre los que sobresalen, de sur a norte, La quebrada Galván, que sirve de límites entre Tipacoque y Covarachía y a la vez de drenaje de las áreas que atraviesa.

Hay otros zanjones que recogen las aguas de escorrentía debido a los aguaceros fuertes que se presentan en la zona.

2.12.1.4 Clima. El Clima de Tipacoque es templado seco y frío moderado, respectivamente. En la parte alta el clima es frío pero más húmedo.

La temperatura promedio del municipio es de 18°C. Durante el día cálidas y frías en la noche. En los meses más secos (diciembre – enero) se presentan, en las zonas altas, fuertes bajas de temperatura que provocan la presencia de heladas y escarchas.

El promedio anual de precipitación oscila entre 550 mm y 700 mm. siendo un poco mayor en las partes altas. Existen dos estaciones lluviosas bien marcadas y distribuidas en cada semestre del año. La primera en los meses de mayo y junio y la segunda en los meses de septiembre, octubre y parte de noviembre.

En las áreas cercanas al río Chicamocha se observan zonas muy secas y donde es posible haya incidencia de vientos durante algunas épocas del año.

2.12.1.5 Vegetación. En esta zona no se puede hablar de Bosques Vírgenes por cuanto han sido sometidos a talas continuadas.

En los pequeños bosques existentes en la parte alta hacia los límites con Santander abundan especies como el Roble (*Quercus Humboldtii*), el encenillo (*Weirmania* sp.), el uvo (*Cavendishia corlifolia*), el helecho (*Pteridium aquilinum*), etc.

En las laderas cercanas al río Chicamocha abunda el hayuelo, el gallinero cuji, yobo y el cactus que constituyen las especies más representativas.

2.12.1.6 Relaciones entre la Geología y el Suelo. En las partes altas donde dominan las rocas del piso Guadalupe se forman suelos de escasa fertilidad pero que presentan condiciones físicas buenas o por lo menos aceptables, en tanto que donde dominan las rocas del piso Villeta, los suelos presentan un alto nivel de fertilidad con relación a los anteriores.

2.12.1.7 Materiales y Métodos. Para la realización del presente trabajo en el municipio de Tipacoque, se utilizaron fotografías aéreas de escala aproximada 1:60.000. Se hizo el fotoanálisis teniendo en cuenta paisajes, fenómenos de erosión, relieve y cambios dentro de dichos patrones.

En el trabajo de campo se hizo el muestreo de los suelos más importantes o representativos con la observación de las características principales y en base a esto se hizo la determinación de las series que luego se agruparon en asociaciones, como medios de reunir y organizar las unidades cartográficas.

Para la descripción de cada perfil se utilizaron cortes de carretera y taludes de terrazas.

En cada perfil se estudiaron los diferentes horizontes anotando características tales como: textura, estructura, color, consistencia,

permeabilidad, retención de humedad, presencia de macroorganismos, raicillas, reacción al ácido clorhídrico, pH, límites entre los horizontes y formaciones especiales.

Los análisis físico – químicos de los diferentes horizontes que forman el perfil que se consideró representativo, fue realizado en el laboratorio del Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. En algunos casos no se han realizado todas las determinaciones.

2.12.1.8 Elaboración de Mapas y Símbolos Explicativos. Las líneas de suelos trazadas se tomarón del Mapa No. 12 MODELO DIGITAL DE ELEVACION del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Escala 1:25000.

Los símbolos usados para la cartografía de los suelos constan de letras mayúsculas para indicar el nombre de la asociación, letra o letras minúsculas que expresan grados de pendientes.

Basados en las unidades del mapa de suelos y teniendo en cuenta las características de erosión, pendiente, pedregosidad, profundidad efectiva y fertilidad, se hizo la agrupación de tierras en clases agrológicas, identificándolas sobre el mapa por medio de colores, según uso y manejo.

2.12.1.9 Métodos Empleados en el Laboratorio para los Análisis Físico –Químicos. Las muestras de suelos fueron secadas al aire, luego se pasaron por un molino de suelos; se tamizaron en una malla de 2 mm y luego se sometieron a los siguientes análisis:

- Textura, por el método de hidrómetro de Boujocos.
- pH con el potenciómetro y electrodo de calomel y vidrio, utilizando la relación 1:1.
- Materia orgánica por el método de Walkley – Black.
- Nitrógeno total, por el método modificado de Kjeldahl
- Fósforo aprovechable, por el método de Bray II.
- Capacidad catiónica de cambio, por el método de acetato de sodio.
- Calcio y magnesio, se determinaron en el extracto con versenato.
- Sodio y potasio se determinaron con el fotómetro de llama.

2.12.1.10 Resultados. Se encontraron las siguientes asociaciones (Ver Mapa: Suelos de Tipacoque

2.12.1.11 Asociación Tipacoque. (T.K.) La asociación Tipacoque está constituida por las series Tipacoque, Ovachía, Soatá y Cabrerita.

Se presenta en los alrededores de Tipacoque y hacia los límites de Covarachía cerca del río Chicamocha. El relieve es ondulado a quebrado con pendientes de 7%, 12%, 25% y 50%, predominando estas últimas.

Es una de las asociaciones más representativas de la zona, presenta fuerte incidencia de erosión de grado moderado a severo, ocasionada especialmente por arrastre, por el agua de escorrentía hasta el punto de formar profundas cárcavas.

La vegetación característica de esta zona corresponde a las fajas Bosque seco Subtropical y Bosque seco premontano. Las principales especies son: altamisa, triguera, parada, abrojo, payandé, pelá, cactus, paja de monte, chilca, verbena, muelle, sauce, pita y añil.

La explotación de estas tierras se hace en base la ganadería extensiva, especialmente de ovinos y caprinos, y de cultivos de tabaco, maíz, caña, arveja y plátano. También se ha tratado de introducir en pequeñas áreas el pasto india.

Son suelos superficiales de reacción que va de ligeramente ácida a neutra y moderadamente alcalina.

- **Asociación Tipacoque de Planos Inclinados (TKc y TKd).**

Esta fase tiene un relieve de planos inclinados con pendientes de 3%, 7% y 12%. La escorrentía es de moderadamente lenta a rápida; el drenaje natural moderadamente bien drenado; erosión ligera. Vegetación Natural altamisa, triguera, abrojo, parada. Uso actual representado por cultivos de maíz tabaco y caña, y ganadería en pequeña escala.

- **Asociación Tipacoque Ligeramente Ondulado a Ondulado (TKc, TKd)**

La fase presenta relieve ligeramente ondulado a ondulado con pendiente de 7%, 12% y 25%. La escorrentía es rápida, el drenaje natural es bien drenado; la erosión es moderada. Uso actual basado en ganadería y algunos cultivos de tabaco caña y maíz.

2.12.1.12 Serie Tipacoque. Los suelos de esta serie son comunes en los alrededores de Tipacoque y hacia Soatá, con ligeras variaciones en el espesor de los horizontes.

Son suelos moderadamente profundos y bien drenados, de textura franco – arcillosa a arcillosa. El color de los dos primeros horizontes es negro, siguen nuevos horizontes de color pardo – amarillento con manchas gris claro y pardo – amarillento, con manchas grises. El grado de acidez va de ligero a moderadamente alcalino. La fertilidad es moderada.

Se encuentran en topografías de planos inclinados con pendientes de 12% a 20%. Los suelos de esta serie presentan poca tendencia a erosión; donde ésta existe es debida principalmente al agua de escorrentía y a fenómenos de erosión geológica.

- **Perfil No 355: Serie Tipacoque.**

Localización: Municipio de Tipacoque, sitio tierra Grata, margen derecha de la carretera a Soatá.

Altura: 1600 metros s. n. m.

Topografía: Ligeramente ondulada, con pendientes de 12% a 20%

Material Parental: Arcillas Sedimentarias

Vegetación Natural: Altamisa, Triguera, Parada, Abrojo.

Uso Actual: Cultivo de maíz, tabaco y Caña.

- 00 – 30 Franco Arcilloso; color negro (10YR2/1) en húmedo; estructura de bloques angulares, grado moderado y clase media a fina; Consistencia en húmedo firme, en mojado plástica y pegajosa; permeabilidad moderada; retención de humedad buena; macroorganismos abundantes y raicillas abundantes; ligera reacción al HCl, pH 7,8 ligeramente alcalino. Límites: nitidez clara y topografía suave
- A1
- 30– 90 Arcilloso; color negro (10YB2/1) en húmedo; estructura de bloque angulares, grado moderado y clase media a gruesa; consistencia en húmedo firme, en mojado muy plástica y muy pegajosa. Permeabilidad lenta; retención de humedad regular; macroorganismos abundantes; raicillas abundantes, Límites: nitidez clara, topografía suave pH 7,9 moderadamente alcalino.
- A2
- 90–130 Franco – arcilloso; color pardo amarillento (10YR5/8) con manchas gris claro (10YR6/1) en húmedo; estructura de bloques subangulares, grado fuerte, clase gruesa; consistencia en húmedo firme, en mojado muy plástica y muy pegajosa; tiene 10% de gravilla; permeabilidad lenta; retención de humedad mala; macroorganismos escasos; raicillas escasas. Límites: nitidez clara, topografía suave Ph 8.0 moderadamente alcalino.
- B₂₁
- 130–160 Franco arcilloso; color pardo amarillento (10YR5/8) con manchas grises (2,5y6/0) en húmedo; estructura de bloques subangulares, grado moderado, clase media a fina; consistencia en húmedo firme, en mojado plástica y pegajosa; tiene 60% de gravilla; permeabilidad moderada; retención de humedad regular; macroorganismos escasos; raicillas no hay. Límites: nitidez clara, topografía suave; pH 7.9 moderadamente alcalino.
- B₂₂
- 160 – X Franco- arcilloso; color pardo amarillento (10YR5/8) con manchas gris claro (2.5Y7/0) en húmedo; estructura de bloques subangulares, grado fuerte, clase media a gruesa; consistencia en húmedo fuerte , clase media gruesa; consistencia en húmedo firme, en mojado plástica y pegajosa; presenta 80% de gravilla; permeabilidad moderada; retención de humedad regular; macroorganismos no hay, raicillas no hay ph 7.9 moderadamente alcalino.
- Cg

Tabla No. 10: Análisis Físico Químicos Serie Tipacoque. Perfil No. 355

Prof.	Granulometría			Text	pH		CaCo	Grav.	Humd
	A	L	Ar		1:1	1:5	³ %	%	.
Cm							%	%	%
00 – 30	36	24	40	Far	7,8		++	6.4	
30 – 90	26	20	54	Ar	7,9		+	10.5	
90 – 130	42	22	36	Far	8.0		++	4.7	
130 – 160	42	22	36	Far	7.9		+	4.2	
160 – X	36	26	38	Far	7.9		+	3.1	

Complejo de Cambio – me/100 g						Saturaciones - %			
CCC	BT	Ca	Mg	K	Na	ST	SCa	SMg	Sk
21.3	(30.9)	24.0	5.8	0.7	0.4	-	-	-	3.3
38.7	(39.4)	31.4	6.8	0.7	0.5	-	-	-	1.8
17.5	(22.4)	18.4	3.4	0.2	0.4	-	-	-	1.1
16.9	(18.3)	13.9	3.8	0.2	0.4	-	-	-	1.2
13.1	(15.4)	12.2	2.6	0.2	0.4	-	-	-	1.5

Materia Orgánica			P ₂ O ₅	P.Fij.	Al	Fe ₂ O ₃	Salinidad		
C %	N%	C/N	Kg/Ha	Ppm.	Me/100	%	C.E	SNa	Clase
1.06			7						
1.60			7						
0.10			4						
0.16			2						
0.05			2						

OBSERVACIONES: Fertilidad: 6

- **Interpretación de Resultados.** Son suelos de capacidad catiónica mediana muy alta, concentrándose el mayor valor en el horizonte más arcilloso, lo cual indica que el valor elevado se debe a que las arcillas tienen alta capacidad de cambio. Las bases totales resultan mayores que la capacidad de cambio por la existencia de abundantes carbonatos de calcio y magnesio. No se determinan las saturaciones de calcio y magnesio pero sí las de potasio que resultan regulares a altas. Son suelos pobres en materia orgánica y en fósforo aprovechable.

- **Recomendaciones.** Es recomendable la reforestación en las áreas de mayor pendiente utilizando como cobertura pastos que protegerán el suelo contra la erosión y a la vez sirven para la alimentación del ganado vacuno en tanto que el pastoreo de ovinos y caprinos debe limitarse a áreas de matorrales donde los suelos estén menos expuestos a la erosión.

La rotación con leguminosas constituye una buena práctica de conservación y mejoramiento de los suelos cultivados, pero es necesario que éstos se limiten a las zonas de menor pendiente, especialmente cuando se emplean cultivos que necesitan limpiezas continuas

2.12.1.13 Asociación Ovachía (O.E) La asociación Ovachía esta formada por las series Ovachía, Tipacoque, Soatá y Cabrerita.

El relieve característico de la asociación es ondulado a quebrado con pendientes de 6%, 12%, 25% y 50% predominando las de 12% a 25%

Como en la Asociación Tipacoque también se presenta bastante incidencia de erosión moderada a severa, formando en partes cárcavas profundas por acción del agua de escorrentía que toma gran velocidad favorecida por el grado de longitud de la pendiente y la escasa vegetación

La vegetación característica de la asociación corresponde a las fajas bosque seco subtropical y bosque seco premontano. Las especies más importantes son: altamisa, trigera, parada, abrojo, péla, payandé, cactus, paja de monte, chilca, verbena, muelle, sauce y añil.

La explotación se basa en la ganadería (caprinos y ovinos), y a la agricultura. Los principales cultivos son: maíz tabaco, caña de azúcar, plátano y arveja. También hay pequeñas áreas con pasto indio.

Son suelos superficiales con una reacción que oscila entre ligeramente ácida y neutra a moderadamente alcalina.

- **Asociación Ovachía de Planos Inclinados(OEb y OEc)**

En esta fase el relieve es de planos inclinados con pendientes de 4% a 12%. La escorrentía es moderadamente rápida; el drenaje natural es bien drenado; la erosión es ligera a severa. Vegetación natural representada por

paja, chilco, verbena. Uso Actual: ganadería y cultivos de maíz y tabaco. Tiene un área de 1075-4500 Has.

- **Asociación Ovachía Ligeramente Ondulada a Ondulada. (Oed)**

Esta fase de la asociación Ovachía presenta un relieve ligeramente ondulado a ondulado con pendientes de 12% a 25%. La escorrentía es rápida; drenaje natural, bien drenado; erosión moderada. Uso actual: ganadería y cultivos de tabaco y maíz. Alcanza una extensión de 613-1200 Has.

- **Asociación Ovachía Quebrado. (OEe)**

En esta fase el relieve es quebrado con pendiente de 25% a 50% y más. La escorrentía es muy rápida; el drenaje natural, excesivamente drenado; erosión severa. Uso actual: Pastoreo y pequeñas áreas con cultivos de maíz y tabaco. Tiene una superficie de 440-2500 Has.

2.12.1.14 Serie Ovachía. Estos suelos se encuentran en las cercanías de Tipacoque y hacia el sitio la Palmera, en topografías onduladas con pendientes del 6% al 12% y más.

En los suelos de esta serie hay incidencia de erosión moderada favorecida por la falta de cubierta vegetal que los proteja.

Son suelos superficiales y bien drenados, con textura franco arcillosa gravilosa. La gravilla al parecer ha sido depositada por arrastre desde niveles superiores por el agua de escorrentía. El perfil presenta horizontes de color gris muy oscuro y gris oscuro. El pH varía moderadamente de ácido a neutro, aumentando con la profundidad. La fertilidad es baja.

- **Perfil No 363. Serie Ovachia.**

Localización: Municipio de Soatá, vereda de Ovachía, a 50 metros de la casa de Rosa Quintero, margen izquierda carretera a Tipacoque.

Altura: 2.030 metros s.n.m.

Topografía: Ondulada con pendientes de 6% a 12%.

Material parental: Esquistos pizarrosos.

Vegetación natural: Paja de monte, chilco, verbena.

Uso actual: Cultivos de maíz, tabaco y pastoreo.

- 00 – 30 Franco arcilloso gravilloso ; color gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo; estructura de bloques angulares, grado moderado y clase fina; consistencia en seco dura, en húmedo firme, en mojado plástica y ligeramente pegajosa; tiene 30% de gravilla y piedras angulosas; permeabilidad moderada; retención de humedad buena; macroorganismos abundantes; raicillas abundantes. Límites: nitidez clara, topografía suave; pH 5.9 moderadamente ácido.
- A1
- 30 – X Franco - arcilloso – arenoso; color gris oscuro (10YR4/1) en húmedo; estructura de bloques angulares, grado moderado, clase fina; consistencia en seco dura, en húmeda firme, en mojado plástica y ligeramente pegajosa; tiene 80% de gravilla y esquistos pizarrosos; permeabilidad rápida; retención de humedad regular; macroorganismos no hay; raicillas no hay pH 6.6 neutro.
- C

Tabla No. 11: Análisis Físico Químicos Serie Ovachía. Perfil No. 363

Prof.	Granulometría				pH		CaCo	Grav.	Humd
	A	L	Ar	Text	1:1	1:5	³ %	%	.
00 – 20	44	18	38	FarGr	5.9			42	2.1
30 - x	62	18	20	FarA	6.6				1.5

Complejo de Cambio – me/100 g						Saturaciones - %			
CCC	BT	Ca	Mg	K	Na	ST	SCa	SMg	Sk
17.9	13.6	9.4	3.3	0.4	0.5	76.0	52.5	18.4	2.2
12.9	12.5	8.1	3.3	0.4	0.6	96.9	62.8	25.6	3.8

Materia Orgánica			P ₂ O ₅	P.Fij.	Al	Fe ₂ O ₃	Salinidad		
C %	N%	C/N	Kg/Ha	ppm.	Me/100	%	C.E	SNa	Clase
0.31			11						
0.51			9						

OSERVACIONES: Fertilidad: 4

- **Interpretación de Resultados.** Son suelos de capacidad catiónica mediana, altas bases totales. La saturación total es muy alta y son suelos ricos en calcio y magnesio. La saturación de potasio es regular a alta. Son suelos pobres en materia orgánica y en fósforo aprovechable.
- **Recomendaciones.** En algunas áreas es correcta la explotación actual desde el punto de vista económico. Pero en cuanto a la conservación de suelos se refiere es necesario intentar reforestación con especies adaptables y de explotación económica.

En lo referente a los cultivos conviene tener en cuenta el cuidado de los suelos mediante el uso de curvas de nivel, terrazas etc., según el caso y también la rotación de cultivos. Es necesario pensar en la diversificación de cultivos puesto que la agricultura actual se hace en base al cultivo de tabaco y el éxito del monocultivo en opinión de Foster (.51) “ depende de que se preste mucha atención al control de la erosión, a la fertilidad y al pleno aprovechamiento de los residuos, así como a las enfermedades de las plantas y a los insectos que viven en el suelo, salvo en el caso de las cubiertas perennes de césped. Los problemas de estructura del suelo pueden llegar a ser graves, cuando se trata de cultivos que requieren labores frecuentes y que devuelven pocos residuos orgánicos al suelo”.

2.12.1.15 Asociación la Palmera (PB). Formada por las series Palmera y Valle estrecho. Se presenta especialmente en la margen izquierda del río Chicamocha, principalmente en territorio del municipio de Covarachía y en menor porcentaje en terrenos de Soatá y Tipacoque. El relieve es casi plano con pendientes de 1%, 3% y 7%.

Son los suelos más bajos de la zona de estudio y a la vez los que mejores posibilidades de explotación agrícola ofrecen aunque las condiciones agronómicas no son muy buenas debido a la existencia de piedras aún en la superficie.

La vegetación de éstas áreas corresponde a la faja de bosque seco subtropical y las especies más importantes son: pelá, trupillo, matarratón, argentina, guásimo, payandé; y otras gramíneas y leguminosas.

En los suelos de ésta asociación se presentan efectos de erosión ligera. Son áreas dedicadas exclusivamente a la agricultura, especialmente a cultivos de tabaco y maíz. Son los suelos de mayor rendimiento en el cultivo

del tabaco, tomate y pimentón y el más importante de la zona y son suelos bastante mecanizables.

Son suelos muy superficiales de origen aluvial, de reacción ligeramente alcalina a alcalina y de fertilidad moderada.

- **Asociación la Palmera Plana (PBb)**

En la fase Palmera plana, el relieve es plano con pendientes de 1% al 5%. La escorrentía es media a lenta; el drenaje natural es bien drenado; la erosión es ligera. El uso actual basado en cultivos de tabaco. Alcanza un área de 65-6200 Has.

- **Asociación La Palmera Ligeramente Inclinada (PBc y PBcd).**

Esta fase presenta un relieve de planos inclinados con pendientes de 3% a 12%. La escorrentía es media; el drenaje natural es bien drenado; la erosión es ligera. El uso actual presenta cultivos de tabaco. Alcanza una extensión de: PBc, 72.5 Has.; PBcd. 18-7500 Has.

2.12.1.16 Serie la Palmera. Son suelos de origen aluvial con bastante gravilla y piedras en el perfil, se presentan en sitios aledaños al Chicamocha, sobre la margen izquierda del mismo. Son suelos que se presentan en topografías planas y de planos inclinados con pendientes hasta de 7% y erosión ligera a moderada ocasionada por arrastre por el agua de escorrentía.

Son suelos superficiales, de buen drenaje y texturas de franco – arcilloso a franco – arcillo – arenosas gravillosas, con colores gris muy oscuro y pardo amarillento oscuro. El pH es de ligera a moderadamente alcalino y fertilidad moderada.

- **Perfil No.357 Serie la Palmera.**

Localización: Municipio de Covarachía, margen izquierda carretera a Capitanejo, 300 metros antes del puente sobre el río Chicamocha.

Altura: 1300 metros s.n.m.

Topografía: Plano Inclinado con pendientes hasta de 7%

Material Parental: Aluvial.

Vegetación natural: Pelá, trupillo, matarratón, gramíneas.

Tabla No. 12: Análisis Físico Químicos, Serie la Palmera. Perfil No. 357

Prof.	Granulometría			Text	pH		CaCo	Grav.	Humd
	A	L	Ar		1:1	1:5	₃ %	%	.
Cm	32	36	32	Far	7.4		+++		8.7
00 – 30	46	26	28	FarAGr	7.9		+++	26	2.0

Complejo de Cambio – me/100 g						Saturaciones - %			
CCC	BT	Ca	Mg	K	Na	ST	SCa	SMg	Sk
25.5	(41.2)	33.3	6.5	0.7	0.7	-	-	-	2.7
15.3	(31.3)	25.7	4.5	0.5	0.6	-	-	-	3.3

Materia Orgánica			P ₂ O ₅	P.Fij.	Al	Fe ₂ O	Salinidad		
C %	N%	C/N	Kg/Ha	ppm.	Me/100	₃ %	C.E	Sna	Clase
1.30			2		0				
0.51			2						

OBSERVACIONES: Fertilidad: 7

- **Interpretación de Resultados.** La capacidad de cambio de estos suelos es alta y presenta valores de bases totales mayores que la capacidad de intercambio catiónica porque hay bastante calcio y magnesio formando carbonatos. No se tienen datos de saturaciones excepto la del potasio que es regular a alta. Son pobres en materia orgánica y en fósforo aprovechable.
- **Recomendaciones .**

Se deben aplicar fertilizantes y reintegrar todos los residuos de material orgánico sobrante de las cosechas con el fin primordial de suministrar e incorporar materia orgánica para hacer los suelos mas productivos y fértiles.

2.12.1.17 Serie Valle Estrecho (VE). Son suelos aluviales bajos, sobre la margen izquierda del río Chicamocha, con inundaciones ocasionales; se presentan en relieves totalmente planos con pendientes hasta del 3%.

Son suelos superficiales y moderadamente bien drenados con texturas franco – arcillo –arenosas, o arcillosas, colores gris oscuro y pardo grisáceo muy oscuro; el pH es moderadamente alcalino y fertilidad baja. Area 18-7500 Has .

• **Perfil No 359. Serie Valle Estrecho.**

Localización: Municipio de Soatá, vereda Chivatera, sobre aluviones del río Chicamocha, a un kilometro del puente

Altura: 1340 metros s.n.m.

Topografía: Plano con pendiente de 3%.

Material parental: cantos rodados y gravilla, aluvios

Vegetación Natural: payandé, guásimo, argentino.

Uso Actual: Cultivos de plátano, tabaco y maíz.

00 – 12	cm.	Franco – arcillo – arenoso; color gris (10YR6/1) en seco y gris oscuro(10YR4/1) en húmedo; estructura de bloques angulares, grado fuerte, clase media a fina; consistencia en seco dura, en húmedo firme, en mojado plástica y pegajosa; tiene 50% de gravilla; permeabilidad moderada; retención de humedad buena; macroorganismos abundantes; raicillas abundantes. Límites: nitidez clara, topografía suave; pH 8.1 moderadamente alcalino.
A ₁		
12 – 73	cm.	Arcilloso; color gris (10YR6/2) con manchas pardo amarillentas (10YR5/8) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo; estructura prismática; grado fuerte, clase gruesa; consistencia en seco dura, en húmedo firme, en mojado plástica y pegajosa; permeabilidad moderada; retención de humedad regular; macroorganismos escasos; raicillas escasas. Límites: nitidez abrupta, topografía suave; pH 8.1 moderadamente alcalino.
B ₁		
73 – X	cm.	Cantos rodados y gravilla

Tabla No. 13: Análisis Físico Químicos. Serie Valle Estrecho. Perfil No. 359

Prof.	Granulometría			Text	pH		CaCo	Grav.	Humd
	A	L	Ar		1:1	1:5	³ %	%	.
00 – 12	62	18	20	FarA	8.1		++	2.0	
12 – 73	18	40	42	Ar	8.1		++	2.6	

Complejo de Cambio – me/100 g						Saturaciones - %			
CCC	BT	Ca	Mg	K	Na	ST	Sca	SMg	Sk
16.6	(23.7)	17.9	4.1	0.9	0.8	-	-	-	5.4
13.6	(35.8)	21.1	13.4	0.5	0.8	-	-	-	3.7

Materia Orgánica		P ₂ O ₅	P.Fij.	Al	Fe ₂ O ₃	Salinidad			
0.46			16						
0.15			2						

OBSERVACIONES: Fertilidad: 5

- **Interpretación de Resultados.** Estos suelos presentan una capacidad mediana de intercambio catiónico y debido quizás a la descomposición de los carbonatos presentan valores, en bases totales, mayores que los de la capacidad de cambio. Las saturaciones de potasio son altas. Son suelos muy pobres en fósforo aprovechable y en carbono orgánico.
- **Recomendaciones.** Los suelos de a asociación Palmera son aptos para la agricultura y pueden explotarse mediante el cultivo de tabaco pero cuidando de rotar el cultivo para evitar problemas referentes a la estructura y al contenido de materia orgánica en los suelos.

La rotación de cultivos parece ser práctica suficiente en cuanto a la conservación de suelos se refiere, aunque debe complementarse con sistemas de cultivos tales como cultivos en fajas y cultivos en contorno, con el fin de proporcionarle al suelo medios para controlar la erosión.

2.12.1.18 Asociación Cabrerita (CA). La asociación cabrerita está formada por las series Cabrerita y Ovachía.

Estos suelos se presentan entre Tipacoque y el sitio la Palmera y se caracterizan por su relieve ligeramente inclinado a ondulado con pendientes de 6%, 12% y 35%.

La vegetación característica de la asociación corresponde al bosque seco subtropical y al bosque seco premontano. Las especies más representativas son: pelá, payandé, paja de monte, chilca, verbena.

Los suelos están dedicados a la ganadería extensiva y a cultivos de maíz, tabaco, y algunos pastos especialmente India, cuya introducción se ha ensayado en la zona de Tipacoque.

Son suelos superficiales con reacción ligeramente alcalina y fertilidad moderada. Como en la mayor parte de la zona objeto del presente estudio se observan los efectos de la erosión de grado moderado a severo, ocasionada en su mayor parte por el agua de escorrentía que se encausa luego de aguaceros, formando causes profundos.

- **Asociación Cabrerita Inclinada a Ondulada (Cab y CAc).**

El relieve es de planos inclinados a ondulados con pendientes de 7% a 25%. La escorrentía es rápida; el drenaje natural es bien drenado; la erosión es moderada a severa. La vegetación natural representada por payandé, pelá, hayuelo; uso actual: basado en pastoreo especialmente de caprinos y ovinos. Tiene un área de 226-2400 Has.

2.12.1.19 Serie Cabrerita. Los suelos de esta serie se presentan entre Tipacoque y el sitio La Palmera, sobre topografías quebradas con pendientes del 35%.

Son de origen metamórfico, superficiales y sometidos a erosión de moderada a severa. En los horizontes C hay bastante gravilla. La vegetación existente es de arbustos y escasa, lo cual no ofrece protección adecuada a las pérdidas ocasionadas por el agua de escorrentía. Son suelos de colores gris muy oscuro y negro con pH de ligera a moderadamente alcalino y de fertilidad moderada.

- **Perfil No. 361. Serie Cabrerita**

Localización: Municipio de Tipacoque, vereda cabrerita, margen derecha quebrada La Carrera.

Altura: 1.650 metros s.n.m.

Topografía: Quebrado, con pendientes de 35%.

Material parental: Esquistos pizarrosos.

Vegetación natural: Payandé, pelá, hayuelo.

Uso actual: pastoreo

- 00 – 30 cm. Franco arcilloso; colores gris muy oscuro (10YR3/1) y negro (10YR2/1) en húmedo; estructura de bloques angulares a subangulares, grado moderado, clase fina, consistencia en húmedo muy firme, en mojado plástica y ligeramente pegajosa; A₁ permeabilidad moderada; retención de humedad buena; macroorganismos abundantes; raicillas abundantes. Límites: nitidez clara, topografía ondulada; pH 7.9 moderadamente alcalino.
- 30 – 70 cm. Franco – arcillo – arenoso; color negro (10YR2/1) en húmedo; estructura de bloques angulares a subangulares, grado moderado, clase fina; consistencia en húmedo firme, en mojado plástica y pegajosa; tiene 80% de gravilla; permeabilidad moderada; retención de humedad buena; macroorganismos abundantes; raicillas escasas. Límites: nitidez clara, topografía ondulada; pH 7.6 ligeramente alcalino. Reacción fuerte, con el HCl, de las concreciones calcáreas que presenta este horizonte. C₁
- 70 – 120 cm. Franco arcilloso gravilloso; color gris muy oscuro (10YR3/1) con manchas grises (2.5Y5/0) en húmedo; estructura de bloques angulares, grado moderado a fuerte, clase media; consistencia en húmedo firme, en mojado plástica y pegajosa; tiene 80% de gravilla; permeabilidad moderada; retención de humedad buena; macroorganismos escasos; raicillas no hay. Las concreciones calcáreas dan fuerte reacción con el HCl; pH 7.9 moderadamente alcalino. C₂

Tabla No. 14: Análisis Físico Químico Serie Cabrerita. Perfil N° 361

Prof. cm	Granulometría				pH		CaCo ₃	Grav.	Humd.
	A	L	Ar	Text	1:1	1:5	%	%	%
00 – 30	42	22	36	Far	7.9		+++		3.6
30 – 70	46	24	30	FarA	7.6		+++		3.1
70 – 120	44	22	34	FarAGr	7.9		+++	29	5.3

Complejo de Cambio – me/100 g						Saturaciones - %			
CCC	BT	Ca	Mg	K	Na	ST	Sca	SMg	Sk
23.1	(46.0)	37.3	7.2	0.7	0.8	-	-	-	3.0
26.8	(43.1)	34.0	7.4	0.4	1.3	-	-	-	1.5

24.7	(36.9)	28.6	7.0	0.4	0.9	-	-	-	1.6
------	--------	------	-----	-----	-----	---	---	---	-----

Materia Orgánica		P ₂ O ₅	P.Fij.	Al	Fe ₂ O ₃	Salinidad			
0.93		2							
1.03		2							
0.79		4							

OBSERVACIONES: Fertilidad: 6

- **Interpretación de Resultados.** Se determinaron carbonatos. La capacidad de intercambio catiónico es alta y es posible que los valores altos de la bases totales, aún mayores que los de la capacidad de cambio, se deban a la elevada cantidad de carbonatos, especialmente de calcio y magnesio, existentes en el suelo. La saturación de potasio es regular. Son suelos ricos en calcio y muy pobres en fósforo aprovechable y en materia orgánica.
- **Recomendaciones.** En el aspecto de los cultivos es necesario tener en cuenta las ventajas de la rotación de cultivos como práctica cultural adecuada en la conservación de los suelos.

Es interesante la introducción de pastos y debe intentarse ya que constituye una protección contra la erosión en el suelo. En algunos sectores debe incrementarse el cultivo del fique en el sistema de contorno o el de terrazas si es el caso. Se recomienda el cultivo del fique por ser de fácil adaptación y dar facilidades en la conservación de suelos y presentar, además condiciones, económicas ventajosas.

2.12.1.20 Miscelaneo Quebrado(MQ). Esta unidad cartográfica comprende zonas de bosques, áreas inexplotables por las condiciones de sus suelos: como escasa profundidad, excesiva pendiente, etc. Área 3495-2600 Has.

En el área estudiada esta unidad constituye el 50% aproximadamente. Los suelos de este grupo abundan en la parte alta hacia los límites con Santander y en su mayor parte están dedicados a bosques y a pastoreo de cabras (13).

Hay pequeñas zonas cultivadas especialmente con leguminosas con el carácter de cultivos de subsistencia. Las áreas deforestadas presentan

incidencia de erosión fuerte. Las pendientes son superiores al 50% y el drenaje externo es muy rápido lo que da un alto poder erosivo al agua de escorrentía que puede acabar con los suelos si se elimina la vegetación existente.

Las limitaciones en el uso implica que las áreas descubiertas sólo se deben dedicar a ganadería extensiva y bosque.

2.12.1.21 Miscelaneo Erosionado (Me). Quedan incluidas en esta unidad las tierras que han sufrido erosión severa. La erosión es del tipo de cárcavas profundas o también por denudación superficial. Area 300-0000 Has .

En la mayoría de los casos ha desaparecido la capa arable, aflorando en la superficie el material de origen de los suelos.

Antes de erosionarse estas tierras pertenecieron a las asociaciones Cabrerita, Ovachía, Soatá y Covarachía.

Hay diferentes tipos de erosión: desde laminar hasta de zanjas pequeñas y profundas cárcavas con grado de moderado a muy severo.

En éstas unidades hay pequeñas áreas que se han erosionado y generalmente están en relieves planos donde se encuentran algunos cultivos.

Esta unidad se presenta con mayor frecuencia en las laderas próximas al río Chicamocha y cubra un área total de 2132 Has. Hay algunos cultivos de tabaco y leguminosas pero en su mayor parte están sobre el material de origen. El relieve es complejo existiendo sectores con pendientes de 12% hasta 50% y más. La escorrentía es variable, predominando la rápida que se acentúa con fuerte arrastre debido también a la carga que transporta de los restos de suelos.

2.12.1.22 Miscelaneo Rocosó (MR). Comprende áreas de afloramientos rocosos localizados a diferentes alturas y en distintas zonas, formando escarpes fuertes. La vegetación que se encuentra es muy escasa. El relieve es muy quebrado con pendientes aún mayores de 100%..Area 137-5000 Has .

2.12.2 Clases Agrológicas de Tipacoque La zona estudiada presenta las siguientes clases agrológicas. (Ver Mapa: Clasificación Agrológica)

2.12.2.1 Clase Agrológica III. Comprende suelos ligeramente inclinados con pendientes de 3%, 7% y 12%. Son suelos superficiales a moderadamente profundos de origen, en su mayoría, coluvio – aluvial; aptos para cultivos con algunos cuidados relacionados con el control de la erosión y el aprovechamiento del suelo. Es necesario también tener en cuenta la conservación del agua y el drenaje del suelo, el aumento de fertilidad mediante el correcto uso de fertilizantes, en una palabra el mejoramiento de los suelos.

Para los suelos de esta clase se deben emplear métodos tales como cultivos en fajas, terrazas y cultivos de cobertura, además de zanjas de desvío para proteger los suelos contra la erosión ocasionada por las aguas de escorrentía. Es aconsejable reintegrar los residuos de las cosechas al suelo para suministrarle materia orgánica.

- **Subclases Agrológica Ite y IIs**

Las asociaciones y bases que la integran son :VE, PB, CA, TK ,OE_c, OE_d, PB_{bc}, PB_c, PB_{cd}, TK_c, TK_d,

2.12.2.2 Clase Agrológica IV. Los suelos de esta categoría son poco profundos y algunos de origen coluvio – aluvial. Tienen poca permeabilidad y están propensos a la erosión. Estos suelos no deben utilizarse para cultivos de escala sino más bien para vegetación permanente. En caso de usarse para cultivos transitorios es necesario utilizar sistemas de conservación del suelo y su mejoramiento, teniendo especial cuidados en el control de la erosión.

- **Subclases Agrológica IIt y IIs**

Las asociaciones y fases que la integran son: CW_{de}, FQ_{de}, LBe, OE_{de}, Tl_{de}, TK_{de}, etc.

2.12.2.3 Clase Agrológica V. Son suelos superficiales o moderadamente profundos, drenaje imperfecto con pendientes del 12% al 25%, para uso apropiado de pastos, haciendo rotación de potreros.

Las asociaciones y fases son PBc, OEb, OEc, Oe.

2.12.2.4 Clase Agrológica VI. Los suelos son pocos profundos y presentan pendientes entre 12% y 35%. Están propensos a la erosión y no son aptos para cultivos. El uso más adecuado son pastoreo y bosques, cuidando los aspectos de conservación del suelo. En el caso de pastoreos, estos no pueden ser intensos para evitar así la pérdida de la protección vegetal del suelo. La explotación adecuada según la capacidad de pastoreo es la práctica más aconsejable en la correcta explotación de suelos de esta clase. Otras prácticas aconsejables son: mantenimiento de la cubierta vegetal para protegerlos contra la erosión y pérdidas por agua y, excavar zanjas de desvío.

Para el mejor rendimiento de estos suelos es necesario encelar, fertilizar y resembrar, según las necesidades de cada lugar.

Dada las condiciones de escasa precipitación, es necesario utilizar los surcos en contorno y las terrazas para poder retener la mayor cantidad de agua.

- **Subclases Iie y IIs**

Las unidades de esta clase son: CAe, CWe, CWef, FQe, FQef, LAe, LAef, LBe, LBef, OEe, OEef, SHe, SHef, Tle, TKe, y TKef.

12.12.2.5 Clase Agrológica VII. Son suelos superficiales con pendientes entre 25% y 50% a aún mayor. En algunas zonas están expuestos a erosión, en tanto que en otras están protegidas por vegetación de bosques; este último es el uso más recomendable. En las áreas desprovistas de vegetación arbustiva o arbórea, es aconsejable la reforestación y siembra de pastos como medio para evitar la pérdida de pastos por erosión.

- **Subclases Iie y IIs**

Las unidades de esta clase son: LAf, OEf, SHf, y MQ.

2.12.2.6 Clase Agrológica VIII. Son tierras que se han erosionado totalmente o presenta afloramientos rocosos. La mayor parte de estas tierras no es apropiada ni siquiera para vegetación útil y permanente aunque hay zonas donde trata de crecer una cubierta de vegetación arbustiva pero de escasa densidad.

La principal forma de erosión son las cárcavas formadas mediante el arrastre del suelo por el agua de escorrentía. La recuperación de estos suelos es demasiado costosa y por esto no se recomiendan prácticas de recuperación.

- **Subclase Agrológica (MR y ME)**

Las unidades de esta clase son: El misceláneo rocoso y el misceláneo erosioando

- **Consideraciones y Recomendaciones Generales.** La zona objeto del presente estudio presenta características de erosión severa favorecida por sectores topográficos, la escasa vegetación existente en las zonas donde los procesos de denudación están más avanzados y las características pluviales de aguaceros fuertes de climas secos. Esto trae como consecuencia suelos poco profundos.

Las características agrícolas de la zona y el manejo de los suelos adolecen de algunas calidades encaminadas a la conservación y mejoramiento de los mismos.

Las inclinaciones agrícolas de los habitantes se basan en el cultivo del tabaco a manera de monocultivo, lo cual no favorece la conservación de los suelos por cuanto algunas características físicas, como se ha dicho, se ven afectadas.

Las anteriores características de los suelos y las condiciones de explotación hacen necesario recomendar:

- a) La rotación de Cultivos.

- b) Sistemas de cultivos encaminados a la conservación y mejoramiento de los suelos.
- c) Prelación a determinados cultivos especialmente el de fique basado este en las siguientes consideraciones:
- Los límites óptimos de temperatura son, según Alvarez, citado por Pérez Mejía (7) de 18 °C. Que son límites de lo que corresponde a la zona templada comprendida entre 1000 y 2000 metros.
 - Los límites de las condiciones óptimas de precipitación son 300 a 1300 mm.
 - “El fique como planta casi semixerófitica, presenta estructuras peculiares de defensa contra las condiciones de aridez como hojas carnosas, número reducido de estomas, epidermis cubierta por una delgada capa cerosa, cutícula gruesa y una presión osmótica dentro de las células relativamente baja. Las raíces del fique se extienden hasta cubrir un área relativamente grande, y así, están mejor adaptadas para conseguir agua.”
 - Acosta Solís, citado por Pérez Mejía (7), ha comprobado experimentalmente que el fique es una planta rehabilitadora de suelos pobre y erosionados, escasos en materia orgánica. El fique según él, posee un sistema radicular corto pero muy rico en nitrógeno, de tal manera que el suelo atravesado por las raíces se enriquece en este elemento a medida que acumulan las raíces muertas. La pruebas realizadas por el citado autor en tierras semidesérticas han evidenciado que la formación de tierra agrícola es más rápida y acentuada con el fique que con cualquier otro grupo vegetal (7).

Dada las características topográficas de la zona y las condiciones de sus suelos parece ser el fique el cultivo más adecuado por sus condiciones favorables para la conservación y mejoramiento de los suelos y además porque se adapta a las condiciones climáticas de la región.

Para el manejo de estos suelos es necesario tener en cuenta también la fertilización como medio eficaz para conservar los suelos.

Los suelos de mayor pendiente deben dedicarse a bosques: por lo cual es necesario reforestar algunas zonas y en las zonas boscosas establecer sistemas adecuados de explotación para mantener las pequeñas cuencas

hidrográficas existentes y favorecer los suelos contra las rápidas pérdidas por erosión.

El pastoreo de ganado no debe hacerse intensamente en los suelos de pendientes por favorecer esto las pérdidas por erosión. En los suelos dedicados a cultivo es preciso emplear sistemas de conservación y mejoramiento de los suelos tales como: Fertilizaciones adecuadas, reincorporación al suelo de residuos vegetales como medio de proporcionarle materia orgánica; sistemas de cultivos en fajas, en contorno y aún en partes es aconsejable la construcción de terrazas de absorción o drenaje, según el caso.

Se recomienda ensayar las terrazas de absorción con el fin de proporcionar mayor humedad a los suelos.

Desde el punto de vista de clases de cultivos debe buscarse su diversificación, pues el monocultivo no es ventajoso considerando el factor suelo, el patológico o el rendimiento económico del cultivo; además, la diversificación favorece la estabilidad económica de la región

Podría ensayarse el cultivo de caña de azúcar y algunos frutales como la papaya, el plátano y aún la piña.

INDICE DE PLANCHAS	
136 – III – D	136 – IV – C
152 – I – B	152 – II – A

Fuente: Estudio General de Suelos de los Municipios de Soatá Tipacoque y Covarachía. 1970

Autor: Doctor Jaime Forero Cortés

Fuente: Laboratorio Agrológico I.G.A.C.

Fuente: Estudio General de Suelos de la Margen Izquierda del Río Chicamocha, al Nordeste de Duitama.1967

Autor: I.G.A.C.

