

**ANEXO C**  
**SUSCEPTIBILIDAD POR SUELOS**

## 1. SUELOS

La Plancha 364 contiene un total de 33 unidades cartográficas de suelos (UCS), distribuidos en los paisajes de montaña con 57,6% (19 unidades), altiplanicie con 3% (1 unidad), lomerío erosional con 21,21% (7 unidades) y valle aluvial con un 18,2% (6 unidades). Las unidades correspondientes a esta plancha, se extienden sobre los pisos climáticos extremadamente frío, muy frío, frío húmedo, templado pluvial y húmedo, cálido seco, tales condiciones han influenciado de manera diferencial el desarrollo de los suelos y sus propiedades.

Los suelos se caracterizan por su drenaje natural variable desde excesivo hasta pobremente drenados, son muy superficiales a profundos, de reacción ácida y fertilidad baja en las zonas más húmedas, en contraste, en las zonas secas los suelos tienden a ser ligeramente alcalinos y neutros con fertilidad natural media y alta.

Las variables físicas tomadas en cuenta para la caracterización de los suelos con fines de susceptibilidad a los movimientos en masa, se basa en la metodología propuesta por el Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2012), la cual incluye los atributos de taxonomía, textura, tipo de arcilla, profundidad y drenaje natural, que se describen a continuación.

### 1.1 TAXONOMÍA

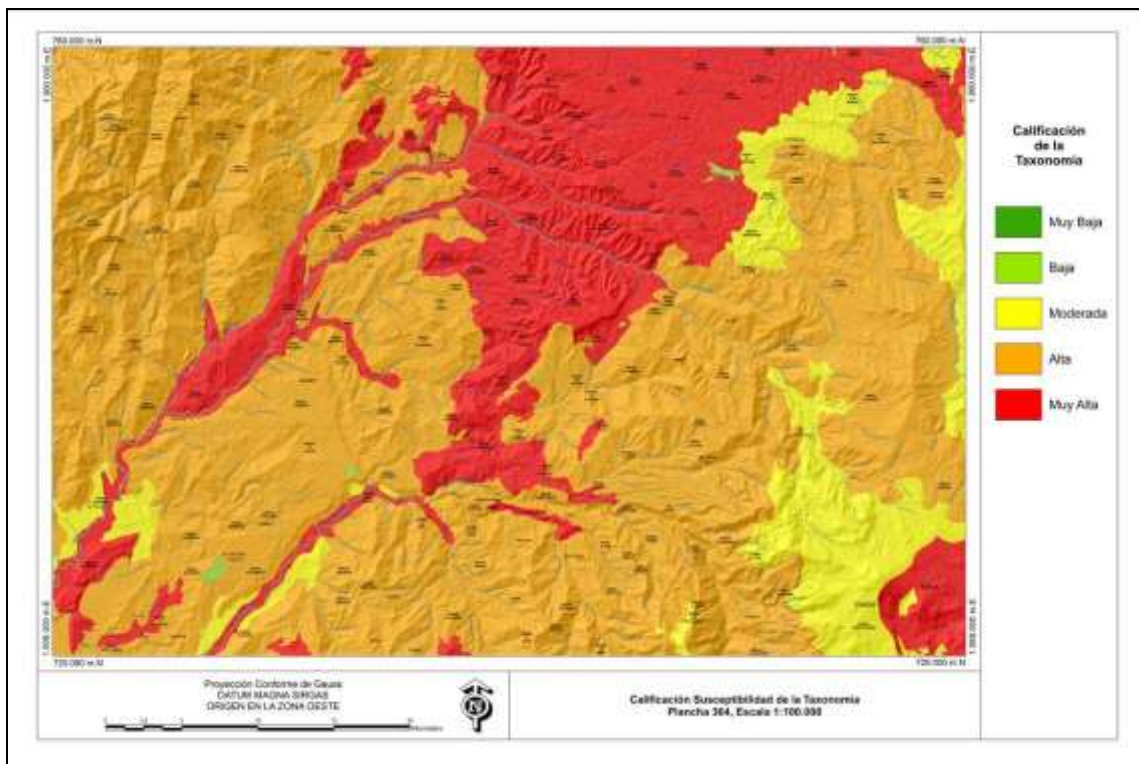
Para la calificación del atributo taxonomía se realizó un proceso de actualización taxonómica a nivel de subgrupo, de acuerdo al nivel jerárquico del estudio general de suelos del Departamento del Cauca a escala 1:100.000 realizado en el año 2009 por el IGAC, para ello se utilizó la clave taxonómica del año 2010 (USDA, 2010). Posteriormente para la calificación se generalizó a nivel de Orden cada componente taxonómico dentro de las unidades cartográficas de suelos sujetas a la evaluación.

Los suelos encontrados en la zona de estudio son de bajo a moderado desarrollo pedogenético, en los primeros se agrupan los órdenes Entisoles, Inceptisoles, Andisoles, los cuales se han desarrollado en las geoformas de baja estabilidad, correspondientes a los paisajes de montaña e Histosoles desarrollados en las geoformas depresionales. En la altiplanicie se distribuyen los órdenes Andisoles e Inceptisoles, mientras que en las geoformas de lomerío

y valle aluvial se encuentran Ultisoles, Molisoles, Entisoles, Inceptisoles y Oxisoles.

El clima es uno de los factores formadores de los suelos, por lo tanto tiene una significativa influencia en la taxonomía de los suelos, lo cual se manifiesta en el desarrollo y variabilidad de los mismos. En las zonas húmedas que incluyen los paisajes de montaña y altiplanicie donde predominan suelos con régimen cryíco y údico, en el lomerío predomina el régimen údico. Estas condiciones influyen las propiedades de los suelos, tales como la saturación, lavado de bases, la reacción (pH), niveles de fertilidad, disponibilidad de nutrientes, erodabilidad, etc.

De acuerdo a los resultados obtenidos para este atributo, se encontró que el 48,8% (157.629,43 ha) del área total corresponde a niveles de susceptibilidad alta, con presencia de los órdenes Entisoles, Inceptisoles y Andisoles; el 30,32% (58.888,66 ha) es muy alta, con predominancia de los órdenes Entisoles, Inceptisoles y el 12,7% (22.235,89 ha) es moderada, donde predominan los órdenes Molisoles, Andisoles, Alfisoles e Inceptisoles. La superficie restante se distribuye de la siguiente manera: el 3,69% (853,16 ha) corresponde a los ríos y el 4,5% (391,86 ha) incluye las zonas urbanas (Figura 1).

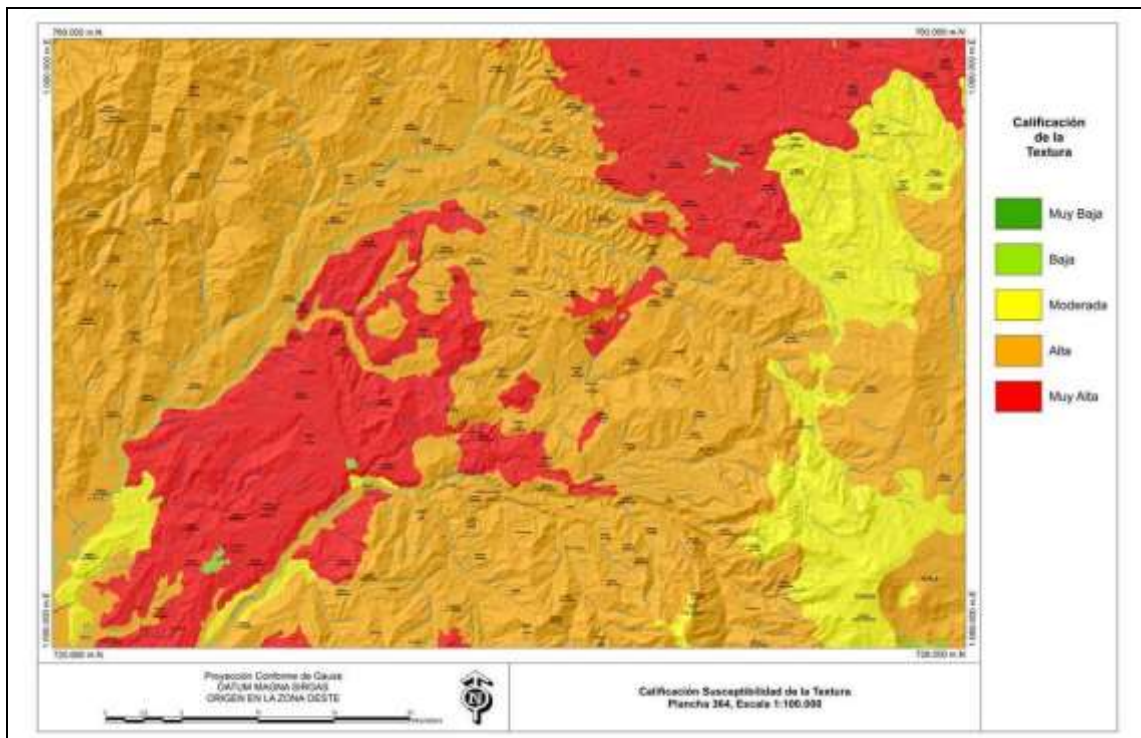


**Figura 1.** Mapa de calificación de la susceptibilidad por taxonomía, Plancha 364.

## 1.2 TEXTURA

Este atributo también presenta una alta variabilidad en la zona de estudio, debido a la presencia de los diferentes materiales parentales en los paisajes de montaña, los cuales varían desde sedimentario, ígneo y metamórfico, con cobertura de ceniza volcánica.

En los paisaje de montaña hay dominancia de texturas moderadamente finas (FAr, FArA, FArA, FArL) y finas (Ar, ArL, ArA) esqueléticos y fragmentales, con algunas áreas son moderadamente gruesas y gruesas (FA, AF), especialmente en los sectores donde predominan las granodioritas; mientras que en la altiplanicie y lomerío las texturas varían entre moderadamente gruesas, moderadamente finas y finas (FA, AF, FAr, FArA y Ar). En los vallecitos intramontanos hay presencia de texturas finas (Ar, ArL) y moderadamente gruesas (FA), las cuales indican un índice variable de susceptibilidad del atributo textura (Te).



**Figura 2.** Mapa de calificación de la susceptibilidad por textura, Plancha 364.

Para este atributo, se encontraron los siguientes resultados de susceptibilidad a los movimientos en masa: el 56,56% (153.749,42 ha) es alta, con dominancia de texturas finas; el 21,72% (57.628,3 ha) es muy alta, donde los suelos son de texturas muy finas y el 12,7% (27.255,22 ha) es moderada, con predominio de

texturas medias y moderadamente finas. De la superficie restante, el 3,69% (853,16 ha) comprende los ríos y el 4,5% (391,86 ha) representa los centros urbanos (Figura 2).

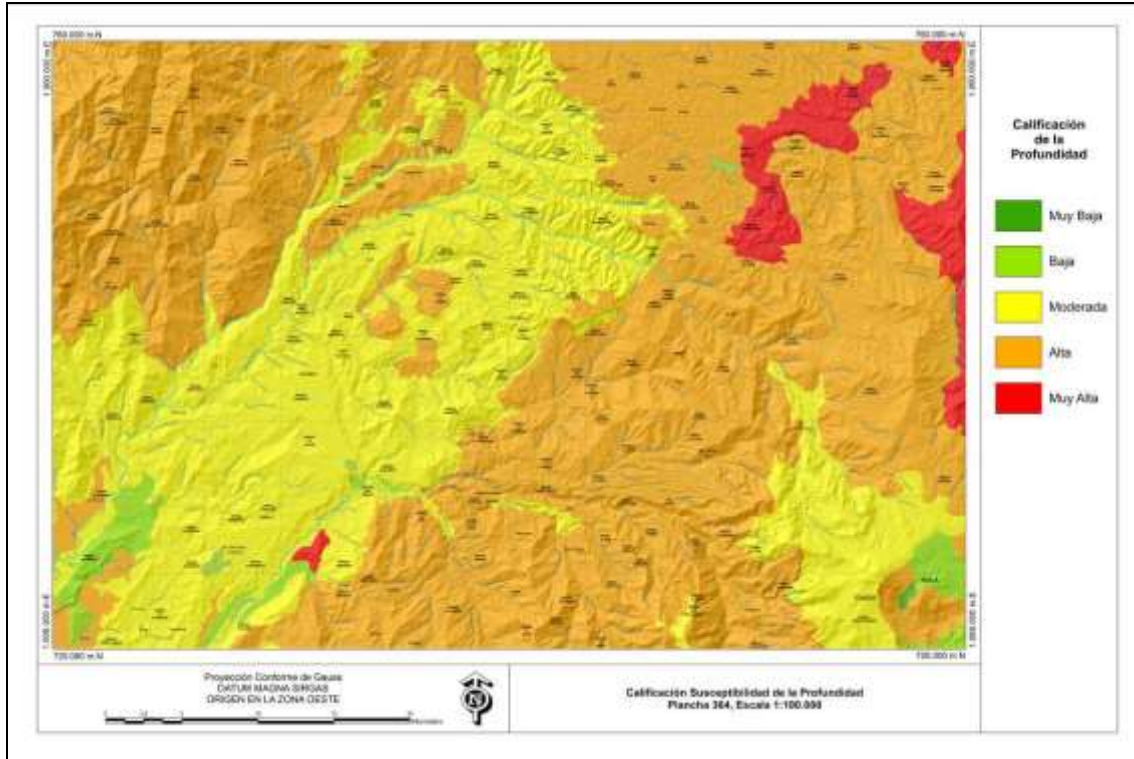
### 1.3 PROFUNDIDAD TOTAL

Este atributo tiene una significativa relación con las geoformas, ya que en los paisajes de montaña, los suelos son muy superficiales, superficiales y profundos, siendo los primeros de tipo Lítico, es decir, aquellos con presencia de roca no alterada en los primeros 50 cm de profundidad. En el paisaje de altiplanicie, los suelos son más profundos, con texturas finas y moderadamente finas y en algunos sectores con presencia de fragmentos gruesos (gravilla, piedras, pedregones) en el perfil. En el lomerío, los suelos presentan profundidad variable desde muy superficial hasta profunda, con texturas moderadamente gruesas (FA, AF), medias (F, FL), moderadamente finas (FAr, FArA) y finas (Ar, ArL), (ver anexos).

La presencia de suelos superficiales y muy superficiales (líticos) en los paisajes de montaña, reduce la susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, debido a que los suelos presentan menos capacidad de retención de humedad y soportar menor peso en condiciones de altas pendientes (laderas); ocurre lo contrario en aquellos que son profundos o moderadamente profundos donde se acumula mayor peso, aumentando la susceptibilidad de los suelos a estos fenómenos.

Los resultados para este atributo muestran niveles variables de susceptibilidad a los movimientos en masa, distribuidos de la siguiente manera: el 43,03% (131.217,4 ha) es alta, comúnmente con suelos profundos (100-150 cm); el 36,51% (84,04 ha) es moderada, donde predominan suelos moderadamente profundos (50-100 cm), el 9,84% (16.385,13 ha) es baja, con suelos superficiales; el 4,1% (8.047,8 ha) es muy alta, donde aparecen suelos muy profundos y el 04,4% (115,37 ha) es muy baja, con predominancia de suelos muy superficiales. El área restante está ocupada por el 3,69% (853,16 ha) correspondiente a los ríos y el 4,5% (391,86 ha) comprende las zonas urbanas (Figura 3).





**Figura 3.** Mapa de calificación de la susceptibilidad por profundidad total, Plancha 364.

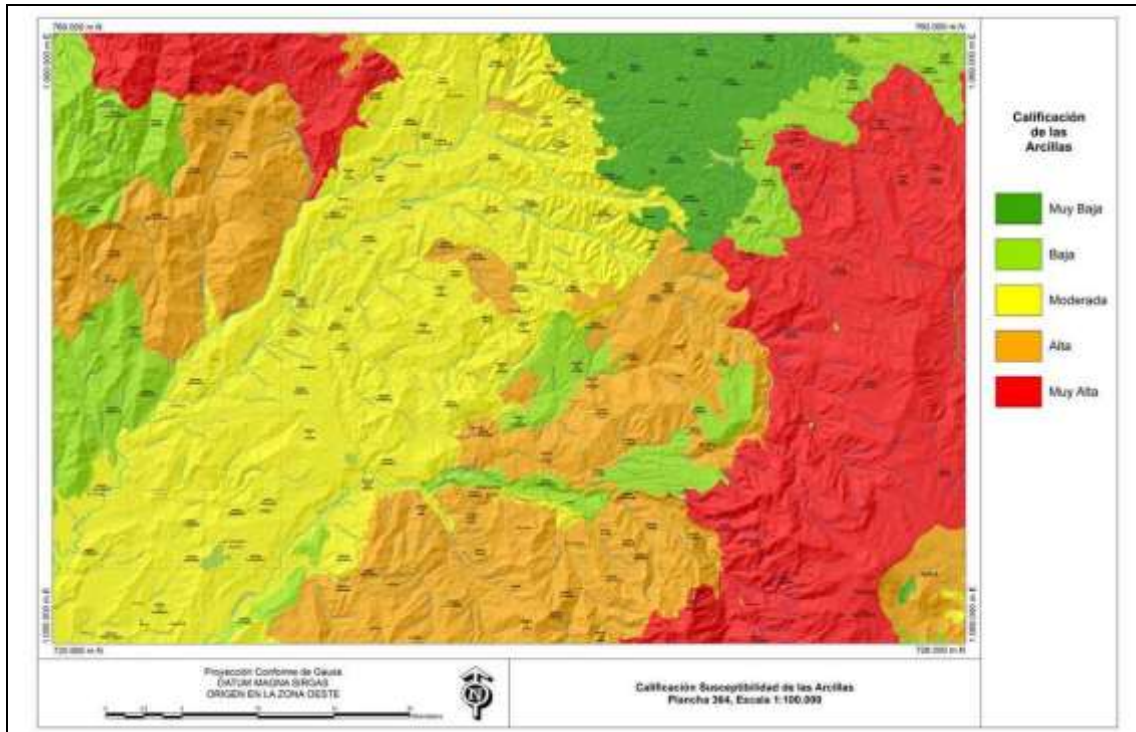
#### 1.4 TIPO DE ARCILLA

Los análisis mineralógicos realizados en la fracción arcilla en algunos perfiles modales representativos del Estudio General del Departamento del Cauca y con la interpretación de la génesis y taxonomía en aquellos casos donde las unidades cartográficas no tienen análisis, permiten definir la existencia de arcillas alófana, haloisita y micas (muscovita) en la mayoría de los suelos de montaña, lomerío y altiplanicie; hay dominancia de caolinita especialmente en los suelos Inceptisoles distróficos.

En los casos de las geformas de agradación, representadas por las depresiones y vallecitos donde hay presencia de muscovita, montmorillonita, caolinita y alofana; mientras que en el valle aluvial predominan muscovita y montmorillonta. Estos materiales favorecen de forma moderada la susceptibilidad del atributo (Tipo de Arcilla) a la ocurrencia de movimientos en masa independientemente de la condición topográfica de la región.

La susceptibilidad promedio para el atributo Tipo de Arcilla muestra que el 40,98% (76.130,22 ha) es moderada, comúnmente con abundancia de Montmorillonita y Muscovita; el 18,85% (57.198,57 ha) es muy alta, con arcillas Montmorillonita, Alófana y Muscovita; el 18,4% (60.706,36 ha) es alta, con

presencia de Montmorillonita y Alófana; el 9,02% (29.335,48 ha) es baja, donde dominan arcillas caolinita y gipsita y el 4,5% (15.383,34 ha) es muy baja, donde se presentan texturas gruesas y moderadamente gruesas. En la superficie restante se distribuye el 3,69% (853,16 ha) que comprende los ríos y el 4,5% (391,86 ha) hace parte de las zonas urbanas (Figura 4).



**Figura 4.** Mapa de calificación de la susceptibilidad por tipo de arcilla, Plancha 364.

## 1.5 DRENAJE NATURAL

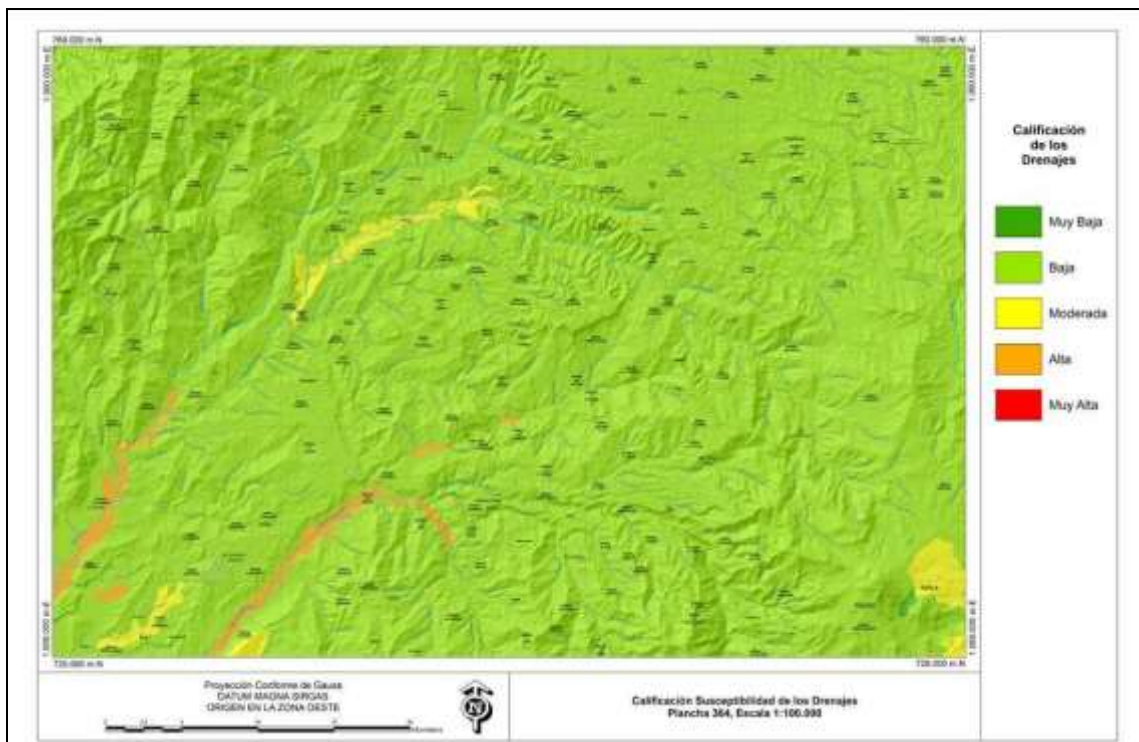
Este atributo está muy relacionado con la geoforma, el régimen de humedad del suelo, pendiente y textura, ya que en las condiciones de ladera de montaña hay dominancia de drenaje bueno a excesivo, este último potenciado en aquellos casos donde los suelos son derivados de granodiorita, debido a que éstas dan origen a texturas gruesas.

Mientras que en las geoformas de acumulación, tales como las depresiones y vallecitos intramontanos sujetas a inundaciones y encharcamientos frecuentes, donde dominan los subgrupos ácuicos de los órdenes Entisoles e Inceptisoles (Fluvaquents y Endoaquepts), e Histosoles, generalmente localizados en las depresiones, los cuales presentan drenaje natural variable desde pobre hasta pantanosos. Esta situación incrementa el índice del atributo Drenaje Natural (D), ya que tales condiciones favorecen una mayor susceptibilidad a la ocurrencia

de fenómenos de remoción, aunque las pendientes frecuentemente sean planas.

En las geoformas de agradación sujetas a inundaciones y encharcamientos frecuentes, tales como las depresiones y vallecitos intramontanos, el régimen de humedad del suelo influencia la dominancia de subgrupos ácuicos en los órdenes Inceptisoles (Fluvaquents y Endoaquepts), Molisoles, Alfisoles e Histosoles, los cuales presentan drenaje natural variable desde bien hasta pobremente drenados. Esta situación también incrementa el índice de susceptibilidad del atributo Drenaje Natural (D) a la ocurrencia de fenómenos de remoción, aunque las pendientes por lo general sean planas.

La susceptibilidad promedio a los movimientos en masa para el atributo drenaje natural de los suelos muestra que el 82,34% (231.950,47 ha) es baja, donde los suelos presentan drenaje excesivo y bien drenados; el 5,74% (2.978,85ha) es alta, donde los suelos son pobremente drenados; el 3,3% (3.709,27 ha) es moderada, con suelos bien a moderadamente drenados y el 0,4% (115,37 ha) es muy baja, con suelos de drenaje excesivo. La extensión restante está ocupada por el 3,69% (853,16 ha) correspondiente a los ríos y el 4,5% (391,86 ha) hace parte de las zonas urbanas (Figura 5).



**Figura 5.** Mapa de calificación de la susceptibilidad por drenaje natural, Plancha 364.



## 1.6 MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD TOTAL DE LA VARIABLE SUELOS

El comportamiento de la susceptibilidad a los movimientos en masa en función de las variables edáficas integradas y representadas por la textura, taxonomía, profundidad del suelo, tipo de arcilla y clase de drenaje natural presenta resultados muy variados dependiendo del tipo de geoforma sobre la cual se desarrollan los suelos que representan las unidades cartográficas de la zona de estudio.

Según el análisis de la evaluación de la susceptibilidad total de las variables edáficas tomando en cuenta los grados de calificación obtenidos en la totalidad de las unidades cartográficas de suelos contenidas en la Plancha 364, indican valores que tienen una susceptibilidad variable a los fenómenos en masa los cuales se muestran a continuación:

### 1.6.1 Susceptibilidad Baja

El 0,62% (14,81 km<sup>2</sup>) del área total de la plancha tiene susceptibilidad baja, con presencia de los órdenes Alfisoles y Oxisoles, superficiales y profundos, de texturas finas a moderadamente gruesas, gravillosos, bien drenados, con arcillas montmorillonita y muscovita, bien drenados.

### 1.6.2 Susceptibilidad Media

El 11,60% (278,35 km<sup>2</sup>) del área total de la plancha tiene susceptibilidad media; donde aparecen los órdenes Molisoles, Histosoles y Andisoles, de texturas moderadamente gruesas, finas, moderadamente finas, gravillosos, moderadamente profundos, con arcillas montmorillonita, muscovita y alófanas, son bien drenados.

### 1.6.3 Susceptibilidad Alta

El 87,78% (2106,82 km<sup>2</sup>) del área total de la plancha tiene susceptibilidad alta, con predominancia de los órdenes Entisoles, Inceptisoles y vertisoles, superficiales y profundos, de texturas medias y moderadamente finas, con arcillas montmorillonitas, gibsitas y muscovitas, bien drenados hasta pobremente drenados.

La susceptibilidad total obtenida se presenta en la Figura 6.

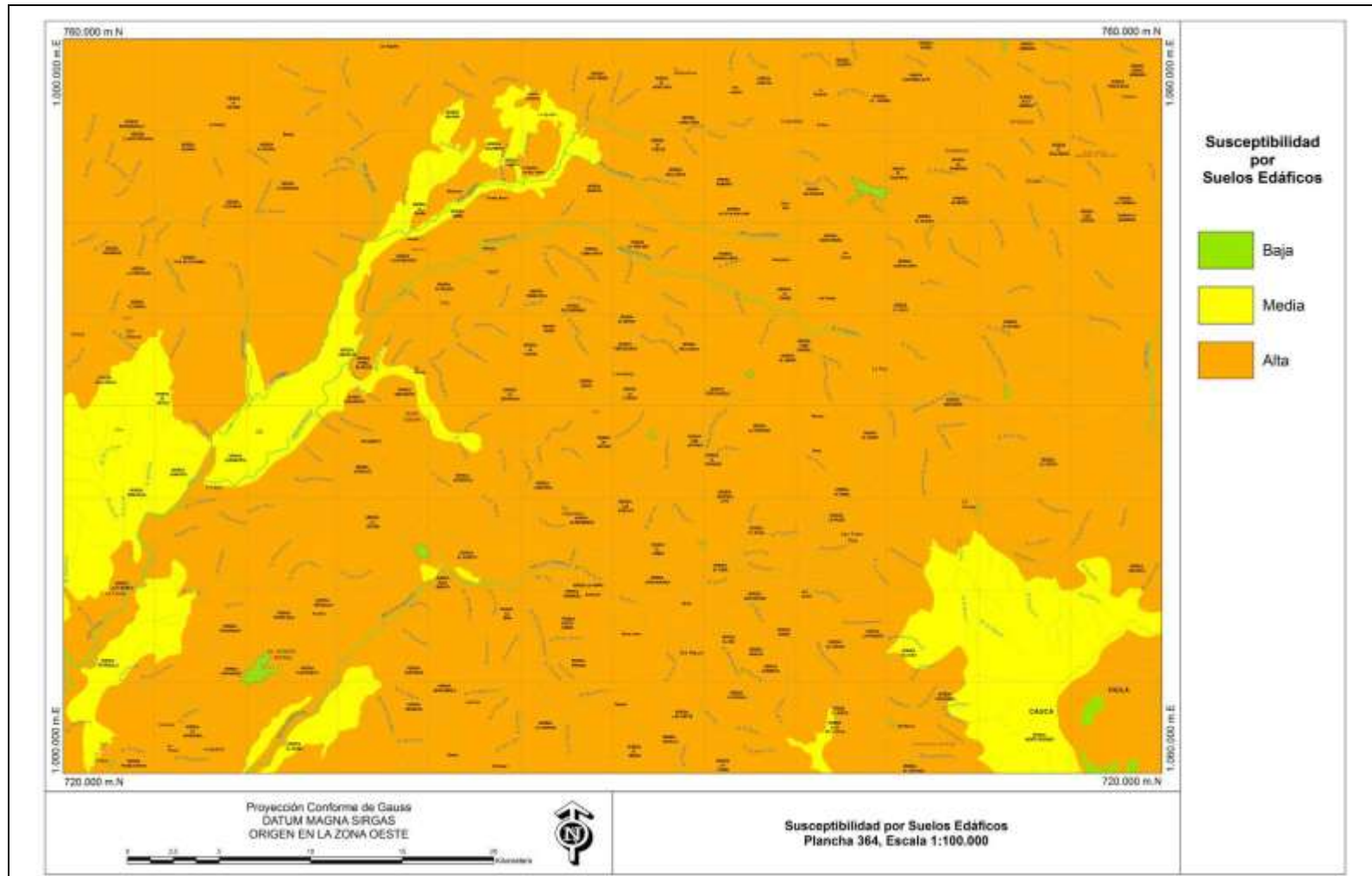


Figura 6. Mapa de susceptibilidad total de la variable suelos.