

***INFORME DESCRIPTIVO Y EXPLICATIVO DE LA GEOLOGÍA,
GEOMORFOLOGÍA, UNIDADES GEOLOGICAS PARA INGENIERÍA
(UGI) E INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA, ESCALA 1:2.000
PROYECTO-MACARENA- PASTO.***

Pasto, abril del 2021.

***INFORME DESCRIPTIVO Y EXPLICATIVO DE LA GEOLOGÍA,
GEOMORFOLOGÍA, UNIDAD GEOLOGICA PARA INGENIERIA (UGI) E
INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA, ESCALA 1:2.000
PROYECTO-MACARENA- PASTO.***

Geól. Esp. DAVID ALEJANDRO LLANO MONTENEGRO

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	6
OBJETIVOS	11
OBJETIVO GENERAL.....	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	13
2. PROCESO METODOLÓGICO	14
2.1 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES	14
<input type="checkbox"/> 2.1.1 Génesis:	15
<input type="checkbox"/> 2.1.2 Litología:	15
<input type="checkbox"/> 2.1.3 Propiedades ingenieriles:	15
<input type="checkbox"/> 2.1.4 Clasificación geomecánica	15
<input type="checkbox"/> 2.1.5 Grado de meteorización	15

□	2.1.7 Descripción de discontinuidades:	18
□	2.1.8 Grado de fracturamiento o discontinuidades:	18
	2.2 Unidades de suelo	18
	2.3 GEOMORFOLOGIA.....	21
	3. ESTACIONES	26
	3.1 ESTACIÓN: ABM-01	26
3.1.1	Caracterización geológica	26
3.1.2	Caracterización geomorfológica.....	26
3.1.3	Caracterización de las unidades de Geología para Ingeniería (UGI)	26
	3.2 ESTACIÓN: ABM-02	27
3.2.1	Caracterización geomorfológica.....	27
3.2.2	Caracterización de las unidades de Geología para Ingeniería (UGI)	27
	3.3 ESTACIÓN: ABM-03	28
3.3.1	Caracterización geológica	28
3.3.1	Caracterización geomorfológica.....	29
3.3.2	Caracterización de las unidades de Geología para Ingeniería (UGI)	30
	3.4 ESTACIÓN: ABM-04	30
3.4.1	Caracterización geológica	30
3.4.1	Caracterización geomorfológica.....	31
3.4.2	Caracterización de las unidades de Geología para Ingeniería (UGI)	33
	3.5 ESTACIÓN: ABM-05	34

3.5.1	Caracterización geológica	34
3.5.1	Caracterización geomorfológica.....	35
3.6	ESTACIÓN: ABM-06	35
3.6.1	Caracterización geológica.	35
3.6.2	Caracterización geomorfológica.....	35
3.6.3	Caracterización UGI.....	36
3.7	ESTACIÓN: ABM-07	36
3.7.1	Caracterización geológica	36
3.8	ESTACIÓN: ABM-08	37
3.8.1	Caracterización Geomorfológica.....	37
3.9	ESTACIÓN: ABM-09	40
3.9.1	Caracterización Geomorfológica.....	40
3.10	ESTACIÓN: ABM-010	42
3.10.2	Caracterización geomorfológica.....	42
3.11	ESTACIÓN: ABM-011	42
3.11.2	Caracterización geomorfológica.....	42
3.12	ESTACIÓN: ABM-012	44
3.12.1	Caracterización geomorfológica.....	44
	CONCLUSIONES	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización: **A** Delimitación del departamento de Nariño y en recuadro rojo área de ubicación de la zona de estudios a escala departamental **B** Delimitación de la ciudad de Pasto y en recuadro rojo área de ubicación de la zona de estudios a escala municipal **C** Delimitación del área de trabajo en color verde, y las zonas con las que limita

Figura 2. Caracterización del macizo rocoso en función de los bloques, basado en el entramamiento y condiciones de las juntas. Fuente: Adaptada de Hoek (2006).

Figura 3. Clasificación del perfil de suelo empleado en el Reino Unido. Fuente: Dearman (1991).

Figura 4.

Figura 5.

Figura 6. A: Ubicación de ladera convexa en la imagen satelital **B:** límite de la corona del escarpe (rojo) imagen satelital (verde) **C:** Fotografía de localización de la corona dentro de la zona de estudio (rojo).

Figura 7. A: Ubicación de ladera convexa en la imagen satelital **B:** límite de la corona del escarpe (rojo) imagen satelital (verde) **C:** Fotografía de localización de la corona dentro de la zona de estudio (rojo).

Figura 8. A: Ubicación de ladera convexa en la imagen satelital **B:** Fotografía de la corona del deslizamiento ubicado en la vía terciaria que comunica a Tescual **C:** límite de la corona del escarpe (rojo)

Figura.9

Figura 10. A: Fotografía del depósito, lítico de andesita tamaño bloque (blanco), alrededor de matriz **B:** Ubicación de la estación ABM-07

Figura 11 A: Fotografía Deslizamiento activo, corona y escarpe **B:** Ubicación de lo zona de laderas con vegetación convexa inclinadas en imagen satelital **C:** Ubicación de lo zona de laderas con vegetación convexa inclinadas en fotografía

Figura 12. A: Ubicación en la zona de estudio de la zona: laderas denudadas inclinada (Rojo Suave) laderas con cobertura vegetal inclinadas (Rojo Fuerte) Zona de planicie (Blanco) **B:** Fotografía de la estación ABM-09 **C:** Fotografía de la estación ABM-09 con las unidades geomorfológicas.

Figura 13. A: Imagen satelital, zona de estudio (verde), Ladera denudada suavemente inclinada (amarillo suave) ladera con cobertura vegetal suavemente inclinada (amarillo fuerte), **B:** Fotografía de la estación ABM-10 **C:** Fotografía de la estación ABM-10 con las unidades geomorfológicas

Figura 14. A: Imagen satelital de la zona de estudio (línea verde) y punto con la Estación ABM-11 **B:** Fotografía de campo de los senderos vehiculares terciarios que hay en la zona **C:** Tubería en canal presente en la zona de estudio

Figura 15. A: Ubicación de la zona con influencia en depósitos de relleno **B:** Fotografía de la estación ABM-12 con la forma cónica de los depósitos de relleno **C:** Fotografía de la estación ABM-12 con la forma cónica de los depósitos de relleno identificada (morado).

Figura 16. Generalización de la Geomorfología del Proyecto la Macarena.

Figura 17. Ubicación de los principales deslizamientos del Proyecto La Macarena.



LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. *Clasificación de Unidades Geológicas Superficiales y de Ingeniería.* Fuente: SGC (2017).

Tabla 2. *Ensayos de Índice manual de resistencia de roca en campo (ISRM, 1981).* Fuente: ISRM (1981)

Tabla 3. *Grado de fracturamiento de la roca.* Fuente: Dearman (1991)

Tabla 4. Rangos de pendientes para estudios geomorfológicos propuestos por Carvajal, 2008 en SGC, 2012

Tabla 5. Rangos de intervalos de altura o relieve relativo.

Tabla 6. Rango de longitud de ladera.

Tabla 7. Clasificación forma de la ladera.

Tabla 8. Caracterización geológica de la estación ABM-01.

Tabla 9. Caracterización de las unidades geológicas para ingeniería de la estación ABM-01.

Tabla 10. Caracterización de las unidades geológicas para ingeniería de la estación ABM-02.

Tabla 11. Caracterización geológica de la estación ABM-03.

Tabla 12. Caracterización de las unidades geológicas para ingeniería de la estación ABM-03.

Tabla 13 . Caracterización geológica de la estación ABM-04.

Tabla 14. Caracterización de las unidades geológicas para ingeniería de la estación ABM-04.

Tabla 15. Caracterización geológica la estación ABM-05.

Tabla 16. Caracterización geológica la estación ABM-07.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar informe técnico diagnóstico general geológico geomorfológico y geología para ingenieros acompañado con inventario de movimientos de masa en el predio ubicado en el barrio las cuadras/Vereda Tescual del municipio de Pasto (Nariño) a escala 1:2000 como insumo para la elaboración de un informe más detallado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Identificar, definir y caracterizar los depósitos geológicos, unidades geomorfológicas y UGI a una escala 1:2000.
- b. Realizar el inventario de movimientos de masa presentes en la zona de estudio.
- c. Generar el informe descriptivo y explicativo del proyecto Macarena.



1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicado al norte de la ciudad de Pasto, limitado al norte con la vereda Tescual y Lesdual, al sur con el polideportivo del barrio Villa del Rosario al este con el Barrio Aranda (Avenida Aranda) y al oeste con el mirador Tescual y la vereda Juanoy

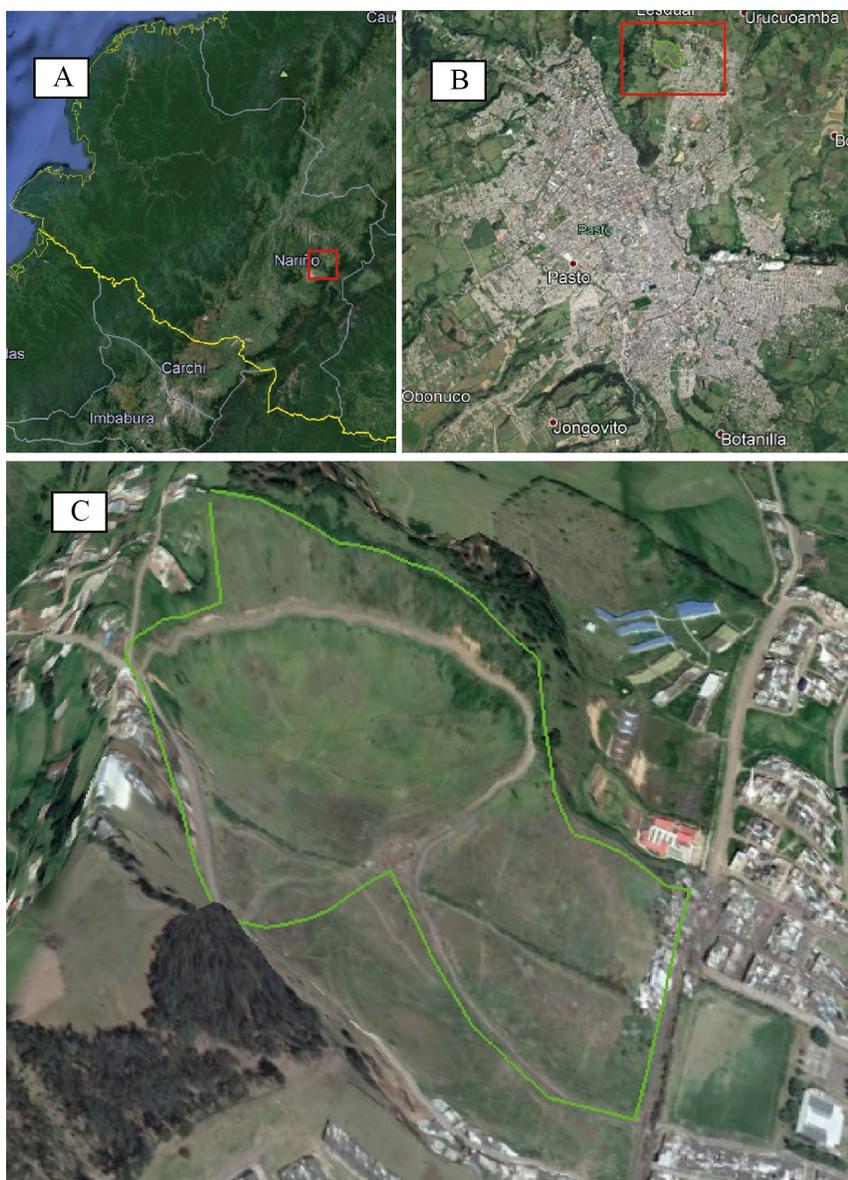


Figura 1. Mapa de localización: A Delimitación del departamento de Nariño y en recuadro rojo área de ubicación de la zona de estudios a escala departamental B Delimitación de la ciudad de Pasto y en recuadro rojo área de ubicación de la zona de estudios a escala municipal C Delimitación del área de trabajo en color verde, y las zonas con las que limita.

2. PROCESO METODOLÓGICO

2.1 UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES

Según Hermelin (1985, pg. 27), las Unidades Geológicas Superficiales (U.G.S) son el “conjunto de materiales que conforman la superficie del terreno hasta profundidades del orden de decenas de metros, las cuales incluyen rocas con diferentes grados de meteorización, suelos y depósitos inconsolidados según su origen...”, y se dividen en in situ y depósitos. Posteriormente Salazar (1995) considera a las Unidades Geológicas Superficiales como “formaciones correlativas de los procesos morfodinámicos, debido a la acción de agentes exógenos y endógenos que modelan la superficie terrestre y por lo tanto son unidades cartografiables”. Ingeominas (2004) redefine la clasificación propuesta por los anteriores autores y propone dividir la clasificación con base en el tipo de material, grado de meteorización, índice de fracturamiento, índice geológico de resistencia (G.S.I), dureza o resistencia de los materiales; como suelo residual, roca (blanda, intermedia o dura), y suelos transportados (Tabla 1).

TIPO DE MATERIAL	ORIGEN DE LA UGS	TIPO DE UGS
Roca	Roca inalterada	<ul style="list-style-type: none"> • Roca dura (Calidad de macizo buena y muy buena) • Roca intermedia (Calidad de macizo regular) • Roca blanda (Calidad de macizo mala y muy mala)
	Derivadas de roca In situ	<ul style="list-style-type: none"> • Suelo residual: Horizontes IV (saprolito grueso), V (saprolito fino) y VI.
Suelo	Depósitos volcanoclásticos primarios	<ul style="list-style-type: none"> • Flujos piroclásticos (ignimbrita), oleada piroclástica, caídas piroclásticas (bombas, bloques y ceniza).
	Depósitos volcanoclásticos secundarios	<ul style="list-style-type: none"> • Lahar, avalancha de escombros
	Depósitos aluviales	<ul style="list-style-type: none"> • Aluviones recientes y de cauce activo • Llanura aluvial • Abanicos o conos aluviales • Terrazas aluviales • Depósitos fluviotorrenciales
	Depósitos lacustres y paludales	<ul style="list-style-type: none"> • Suelos fluvioacustre • Suelos paludales
	Depósitos costeros	<ul style="list-style-type: none"> • Deltas, Barras, Playas, etc.
	Depósitos eólicos	<ul style="list-style-type: none"> • Dunas y Médanos • Loess
	Depósitos glaciares	<ul style="list-style-type: none"> • Morrenas y Tillitas • Suelos Fluvioglaciares
	Depósitos de gravedad y ladera	<ul style="list-style-type: none"> • Coluvial • Talus, derrubios de pendiente • Flujos (de lodo, tierra y de escombros)
	Depósitos antrópicos	<ul style="list-style-type: none"> • Llenos de basuras • Llenos de escombros • Llenos mixtos
	Suelo transportado	

Tabla 1. *Clasificación de Unidades Geológicas Superficiales y de Ingeniería*. Fuente: SGC (2017).

Los mapas de Unidades Geológicas Superficiales a escala 1:25000 y Geología para Ingeniería a escala 1:5000 se obtuvieron según las sugerencias de las Guías metodológicas para la zonificación de amenaza por movimientos en masas a ambas escalas (SGC, 2017; SGC, 2015), las cuales toman como base los trabajos ya mencionados (i.e., Hermelin, 1985; Salazar, 1995; INGEOMINAS, 2004). Por lo que se elaboraron con relación a los mapas geológicos generados a estas mismas escalas, además cada unidad mínima cartografiable se describió teniendo en cuenta parámetros como (SGC, 2017):

- **2.1.1 Génesis:** Origen o material parental del suelo.
- **2.1.2 Litología:** tipo y clasificación de roca de acuerdo con su composición mineralógica, química y textura.
- **2.1.3 Propiedades ingenieriles:** propiedades del material (roca o suelo) que son definidas por el origen y la composición, las cuales caracterizan el comportamiento geomecánico de los materiales cuando son expuestos a la superficie.
- **2.1.4 Clasificación geomecánica:** Para clasificar geomecánicamente un macizo rocoso se utilizan diferentes índices de calidad del macizo a través de la observación directa de características físicas o mediante la realización de pruebas en campo. Dentro de estos índices se encuentra el *índice Geológico de Resistencia* (GSI, por sus siglas en inglés) establecida por (Hoek, 1994) la cual estima la resistencia del macizo rocoso en relación con el grado y las características de la fracturamiento, estructuras geológicas y estado de meteorización. La cuantificación *GSI* se realiza de 0 a 100, tomando como variables la complejidad o densidad de fracturas y las condiciones de la superficie a analizar.
- **2.1.5 Grado de meteorización:** Las rocas sólidas (o rocas frescas) son degradadas debido los procesos de meteorización física, química y biológica. Esto se refleja en el desarrollo de perfiles de suelo en los metros más someros del subsuelo, los cuales se dan principalmente en condiciones tropicales húmedas donde los procesos de degradación química son más intensos (Reading, 1999).

Con base en esto se realiza una diferenciación entre el proceso que ocurre *in situ* o saprolitos y la formación de suelos residuales los cuales tienen propiedades diferentes a la roca original. Para definir el grado de meteorización se tomaron en cuenta las propuestas de Dearman (1974, 1991).

2.1.6 Resistencia de la matriz rocosa: La resistencia es el parámetro que determina la competencia de la matriz rocosa para mantener juntos sus componentes, esto se relaciona con su composición mineral y el grado de alteración. Para cuantificar esta medida se utilizó el Índice manual de resistencia de roca en campo (ISRM, 1981), con los cuales se da un valor aproximado de la resistencia a compresión simple

<p>ROCAS DIACLASADAS (Hoek and Marinos, 2000)</p> <p>A partir de la litología, estructura y condiciones superficiales de las discontinuidades, se estima un valor promedio del GSI. No se debe tratar de ser muy preciso. Un rango de 33-37 es más realista que un GSI=35. Note que la tabla a macizos estructuralmente controlados por fallas, donde planos estructurales débiles están presentes en una dirección desfavorable con respecto al frente de excavación, estos podrán dominar el comportamiento del macizo rocoso. Las zonas de falla son propensas a la alteración como resultado de los cambios de humedad que pueden reducirse cuando el agua está presente. Cuando trabajamos en rocas de regular o mala calidad, cambian las condiciones por el cambio de humedad. La</p>		CONDICIONES DE SUPERFICIE				
		MUY BUENAS	BUENAS	REGULAR	POBRE	MUY POBRE
		Superficies muy rugosas, superficies no meteorizadas, frescas	Superficies rugosas, ligeramente meteorizadas, manchadas con hierro	Superficies lisas, moderadamente meteorizadas y alteradas	Superficies con espejos de falla, con alto grado de meteorización y rellenos compactos o rellenos de frag.	Superficies con espejos de falla, con alto grado de meteorización con rellenos de arcilla suave.
		DECRECE LA CALIDAD DE LA SUPERFICIE ⇕				
 <p>INTACTA O MASIVA - Especímenes de roca intacta o masiva in-situ, roca con discontinuidades amplias y espaciadas</p> <p>FRACTURADA - Macizo rocoso con bloques entrelazados, consistente en bloques cúbicos formados por tres intersecciones de</p> <p>MUY FRACTURADA - Macizo parcialmente perturbado con bloques entrelazados y angulares, formados por cuatro o más</p> <p>FRACTURADA / PERTURBADA - Macizo rocoso plegado formado por bloques angulares formados por la intersección de varios</p> <p>DESINTEGRADA - Macizo rocoso altamente fracturado con mezcla de fragmentos angulares y redondeados, pobremente</p> <p>FOLIADA / LAMINADA - Se carece de bloques debido débil material presente en los planos de foliación o de cizalla</p>	DECRESE EL ENTRETIAMIENTO DE LOS BLOQUES					
	90			N/A	N/A	
	80	70				
		60				
			50			
				40		
				30		
					20	
						10
	N/A	N/A				
		⇓				

Figura 2. Caracterización del macizo rocoso en función de los bloques, basado en el entrelazamiento y condiciones de las juntas. Fuente: Adaptada de Hoek (2006).

- 2.1.7 Descripción de discontinuidades:** Las discontinuidades en un macizo rocoso pueden presentarse como diaclasas, foliaciones, fallas, diques y superficies de contactos entre rocas cristalinas y sedimentarias.

		Grado			
Suelo residual		VI		Suelo residual	
Suelo	Meteorización extrema	V		Suelo	
Roca y suelo	Meteorización alta	IV		Bloques de roca en el suelo	
	Meteorización moderada	III			
Roca	Meteorización leve	II		Ligera meteorización esférica	
	Sana	I		Roca con diaclasas manchadas	
		Masas		Material	

- Figura 3.** Clasificación del perfil de suelo empleado en el Reino Unido. Fuente: Dearman (1991).

- 1.8 Grado de fracturamiento o discontinuidades:** Se define como los planos o fracturas de origen mecánico o genético (sedimentación) que separan bloques de roca. Para la clasificación se usa una clasificación de cualitativa según la propuesta de Índice de Fracturamiento según Bieniawski (1976) Dearman (1991) y Medina (1991).

2.2 Unidades de suelo

El suelo es un depósito suelto o blando de origen natural formado en la superficie de la Tierra, el cual se debilita o ablanda por inmersión en agua; puede ser el resultado de procesos físicos, químicos

y biológicos que actúan para producir un material rico en materia orgánica con horizontes característicos (capas) a poca profundidad, su origen se relaciona con procesos de erosión-meteorización de las rocas o de los mismos suelos más antiguos “*in situ*”, o de forma transportada como una formación de roca más blanda (SGC, 2015).

Finalmente, para su clasificación y nomenclatura a escala 1:25000 se toman en cuenta las propuestas de nomenclatura de SGC (2015, 2017), que indican de manera clara su comportamiento ingeniero. El sistema de clasificación y nomenclatura indica que la primera letra debe estar en mayúscula refiriéndose a si es roca (R) o suelo (S). La segunda letra en minúscula dependerá del tipo de material; si corresponde a roca (R) se representará la calidad, las características mecánicas y/o ingenieriles, y el grado de meteorización, entre otras (e.g., Muy duro (Rmd); Duro (Rd); Intermedio (Ri); Blando (Rb)). La tercera letra debe indicar el tamaño de grano predominante o la textura del material; además, es posible agregar letras que indiquen alguna otra característica geotécnica o el nombre de la unidad litoestratigráfica a la que pertenece.

Clase	Descripción	Identificación en campo	Valor aproximado de la resistencia a
-------	-------------	-------------------------	--------------------------------------

			compresión simple (Mpa)
S1	Arcilla muy blanda	El puño penetra fácilmente varios cm.	< 0,025
S2	Arcilla débil	El dedo penetra fácilmente varios cm.	0,025 - 0,05
S3	Arcilla firme	Se necesita una pequeña presión para penetrar el dedo	0,050 - 0,10
S4	Arcilla rígida	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo	0,10 - 0,25
S5	Arcilla muy rígida	Con cierta presión puede marcarse con la uña	0,25 - 0,50
S6	Arcilla dura	Se marca con dificultad al marcar con la uña	> 0,50
R0	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña	0.25 – 1.0
R1	Roca muy blanda	Deleznable bajo golpes del martillo de geólogo, puede rayarse con una navaja. Se talla fácilmente con una navaja	1.0-5.0
R2	Roca blanda	Puede rayarse con dificultad con la navaja, se pueden hacer marcas poco profundas golpeando fuertemente con la punta del martillo	5.0-25
R3	Roca moderadamente dura	No se puede rayar con una navaja la muestra en mano, se puede romper con un golpe firme del martillo de geólogo, al impacto la punta del martillo intenta hasta 5 mm.	25-50
R4	Roca dura	Se necesita más de un golpe con el martillo de geólogo para romper la muestra, especímenes sostenidos en la mano se rompe con un simple golpe de martillo	50-100
R5	Roca muy dura	Se necesita muchos golpes con el martillo de geólogo para romper la muestra.	100-250

R6	Roca extremadamente dura	El martillo produce solamente descarrillado de la muestra, sonido metálico de golpe. Solo saltan esquirlas de roca.	> 250
----	--------------------------	---	-------

Tabla 2. Ensayos de Índice manual de resistencia de roca en campo (ISRM, 1981). Fuente: ISRM (1981)

Clasificación (grado de fracturación)	Intervalo de separación (espaciamiento)	Características
Masiva	> 2m (mayor de 200 cm)	Discontinuidades bastante espaciadas (mayor de 2m)
Poco fracturada	60 - 200 cm	Fracturas regularmente espaciadas a ampliamente espaciadas
Fracturada	20 - 60 cm	Fracturas próximas o moderadamente espaciadas
Muy fracturada	6 - 20 cm	Fracturas muy próximas o estrechamente espaciadas. Las rocas se separan en bloques tabulares
Fragmentada o triturada	> 6cm (menor de 6 cm)	La roca se presenta triturada, astillosa y se separa en lascas con facilidad.

Tabla 3. Grado de fracturamiento de la roca. Fuente: Dearman (1991)

2.3 GEOMORFOLOGIA

INCLINACIÓN (Grados)	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL Y COMPORTAMIENTO
0 – 5	Plana a suavemente inclinada	Muy blanda y muy baja susceptibilidad a los movimientos en masa (MM)
6 – 10	Inclinada	Blanda y baja susceptibilidad a MM
11 – 15	Muy Inclinada	Moderadamente blanda y Moderada susceptibilidad a MM
16 – 20	Abrupta	Moderadamente resistente y Moderada susceptibilidad a MM

21 – 30	Muy Abrupta	Resistente y Alta susceptibilidad a MM
31 – 45	Escarpada	Muy resistente y Alta susceptibilidad a MM
45 – 90	Muy Escarpada	Extremadamente resistente, Alta susceptibilidad a MM

Para la caracterización geomorfológica de los componentes de la zona de estudio se realizó la descripción y caracterización mediante los siguientes parámetros:

Tabla 4. Rangos de pendientes para estudios geomorfológicos propuestos por Carvajal, 2008 en SGC, 2012.

ÍNDICE DE RELIEVE	DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE	RESISTENCIA RELATIVA DEL MATERIAL
< 50 m	Muy bajo	Materiales muy blandos y erosionables
50 – 250 m	Bajo	Blando erosionable
250 – 500 m	Moderado	Moderadamente blando y erosión alta
500 – 1000 m	Alto	Resistente y erosión moderada
1000 – 2500 m	Muy Alto	Muy resistente y erosión moderada
> 2500 m	Extremadamente Alto	Extremadamente resistente y erosión muy baja
45 - 90	Muy Escarpada	Extremadamente resistente, Alta susceptibilidad a MM

Tabla 5. Rangos de intervalos de altura o relieve relativo.

LONGITUD (metros)	DESCRIPCIÓN
< 50	Muy corta
50 - 250	Corta

	250 - 500	Moderadamente larga
	500 - 1000	Larga
	1000 - 2500	Muy larga
	> 2500	Extremadamente larga

Tabla 6. Rango de longitud de ladera.

CLASE	CARACTERÍSTICAS MATERIAL	MOVIMIENTOS EN MASA ASOCIADOS
Recta	Alta resistencia y disposición estructural a favor de la pendiente	Movimiento Traslacional
Cóncava	Material blando y disposición estructural no diferenciada	Deslizamiento Rotacional
Convexa	Materiales blandos y disposición estructural casi horizontal	Predomina Meteorización y Erosión. Pequeños Deslizamientos Rotacionales
Irregular / Escalonada	Materiales con resistencia variada Disposición estructural en contra de la pendiente	Caída de Bloques Erosión Diferencial

Compleja	Mezcla de materiales. Disposición estructural no definida	Deslizamientos Complejos
----------	---	--------------------------

Tabla 7. Clasificación forma de la ladera.

3. ESTACIONES

3.1 ESTACIÓN: ABM-01

3.1.1 Caracterización geológica

Componentes	
Tamaño de grano	
Estructuras sedimentarias	
Selección	
Granulometría	
Continuidad	
Contactos en el depositos	
Redondes	
Posible clasificación	

Tabla 8. Caracterización geológica de la estación ABM-01.

3.1.2 Caracterización geomorfológica

Figura 4.

3.1.3 Caracterización de las unidades de Geología para Ingeniería (UGI)

Origen de la UGI	
Tipo de UGI	

Material Geológico	
Propiedades (Descripción de campo)	

Tabla 9. Caracterización de las unidades geológicas para ingeniería de la estación ABM-01.

3.2 ESTACIÓN: **ABM-02**

3.2.1 Caracterización geomorfológica

Figura 5.

3.2.2 Caracterización de las unidades de Geología para Ingeniería (UGI)

Origen de la UGI	
Tipo de UGI	
Material Geológico	

Propiedades (Descripción de campo)	
---	--

Tabla 10. Caracterización de las unidades geológicas para ingeniería de la estación ABM-02.

3.3 ESTACIÓN: ABM-03

3.3.1 Caracterización geológica

Componentes	<u>Líticos: (23%): Andesita</u> <u>Xtales:(45%): Anfíbol-plagioclasa</u> <u>Matriz:(32%)</u>
Tamaño de grano	Arena gruesa-Arena media -Limo/arcilla
Estructuras sedimentarias	masiva
Selección	mala
Granulometría	Arena gruesa-Arena media -Limo/arcilla
Continuidad	No se aprecia bien
Contactos en el depósito	Matriz soportada
Redondez	Subredondeados a angulares
Posible clasificación	Corriente de Densidad Piroclástica

Tabla 11. Caracterización geológica de la estación ABM-03.

3.3.1 Caracterización geomorfológica

En la estación ABM-03 se obtuvo como elemento geomorfológico: ladera inclinada desnuda convexa, corona y escarpe de deslizamiento traslacional, estos procesos se dan por procesos de carácter antrópico y procesos hidrogravitacionales, ya que, la apertura de la vía de la avenida Aranda hacia la vereda Tescual permite la inestabilidad del talud, posteriormente los procesos hidrogravitacionales actúan eficientemente en estos talud expuestos generando la morfología de corona y escarpe por generación y activación de deslizamientos.

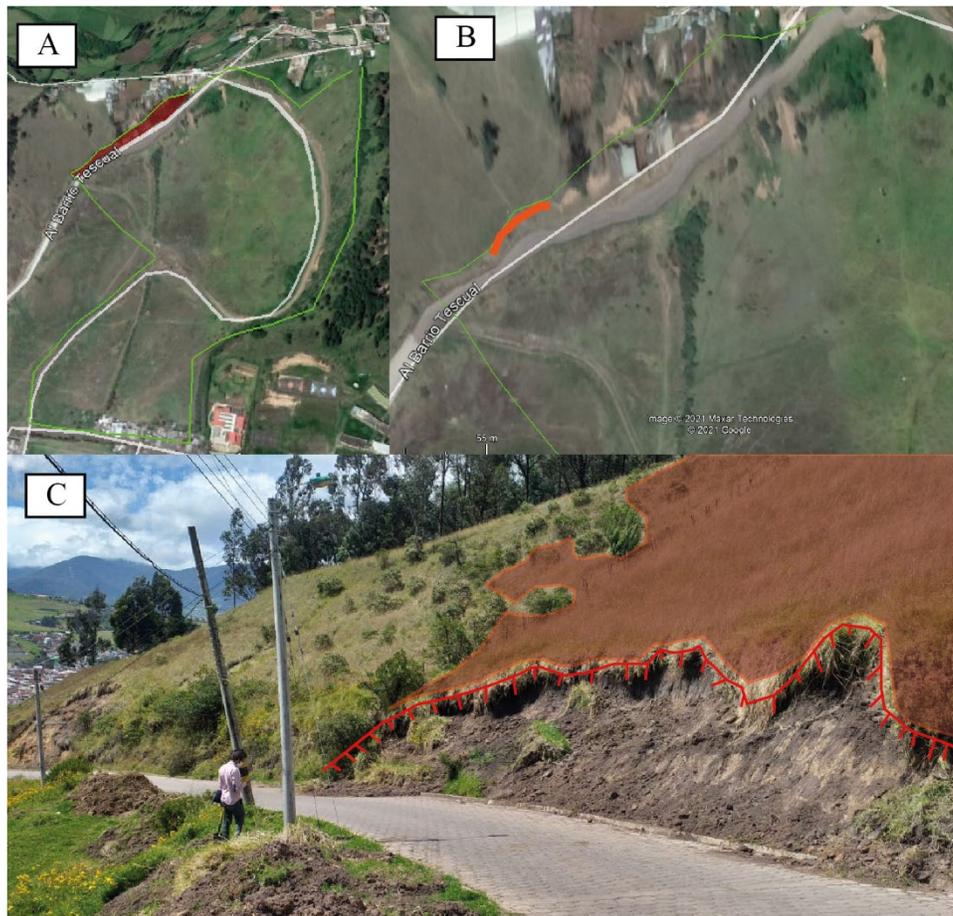


Figura 6. A: Ubicación de ladera convexa en la imagen satelital **B:** límite de la corona del escarpe (rojo) imagen satelital (verde) **C:** Fotografía de localización de la corona dentro de la zona de estudio (rojo).

3.3.2 Caracterización de las unidades de Geología para Ingeniería (UGI)

Origen de la UGI	Deposito volcánicos
Tipo de UGI	Stdfp
Material Geológico	Masa de suelo
Propiedades (Descripción de campo)	El origen del suelo está asociado a procesos de transporte y acumulación de columnas piroclásticas, posteriormente de una compactación por la superposición de la acumulación de los estratos; La textura del suelo es MASIVA y exhibe una composición ANDESITICA (ceniza-anfibol-plagioclasa), del perfil se observa los horizontes V y VI ; la humedad natural fue clasificada como SECO la permeabilidad cualitativa BAJA ; dentro de estructuras se aprecia partición paralela, la plasticidad relativa es BAJA y la resistencia del Suelo es Rígida (S5)

Tabla 12. Caracterización de las unidades geológicas para ingeniería de la estación ABM-03.

3.4 ESTACIÓN: **ABM-04**

3.4.1 Caracterización geológica

Componentes	<u>Líticos: (20%): Andesita</u> <u>Xtales:(55%): Anfibol-plagioclasa</u>
--------------------	---

	<u>Matriz:(25%)</u>
Tamaño de grano	Arena gruesa-Arena media -Limo/arcilla
Estructuras sedimentarias	masiva
Selección	mala
Granulometría	Arena gruesa-Arena media -Limo/arcilla
Continuidad	No se aprecia bien
Contactos en el depósito	Matriz soportada
Redondez	Subredondeados a angulares
Posible clasificación	Corriente de Densidad Piroclástica

Tabla 13 . Caracterización geológica de la estación ABM-04.

3.4.1 Caracterización geomorfológica

En la estación ABM-04 se obtuvo como elemento geomorfológico: Corona y escarpe de deslizamiento traslacional, estos procesos se dan por procesos de carácter antrópico y procesos hidrogravitacionales, ya que, la apertura de la vía de la avenida Aranda hacia la verdad Tescual permite la inestabilidad del talud, posteriormente los procesos hidrogravitacionales actúan eficientemente en estos talud expuestos generando la morfología de corona y escarpe por generación y activación de deslizamientos, deslizamientos que se presentan en suelo húmico que recubre el suelo residual derivado de la meteorización de depósitos de corriente de densidad piroclásticas.

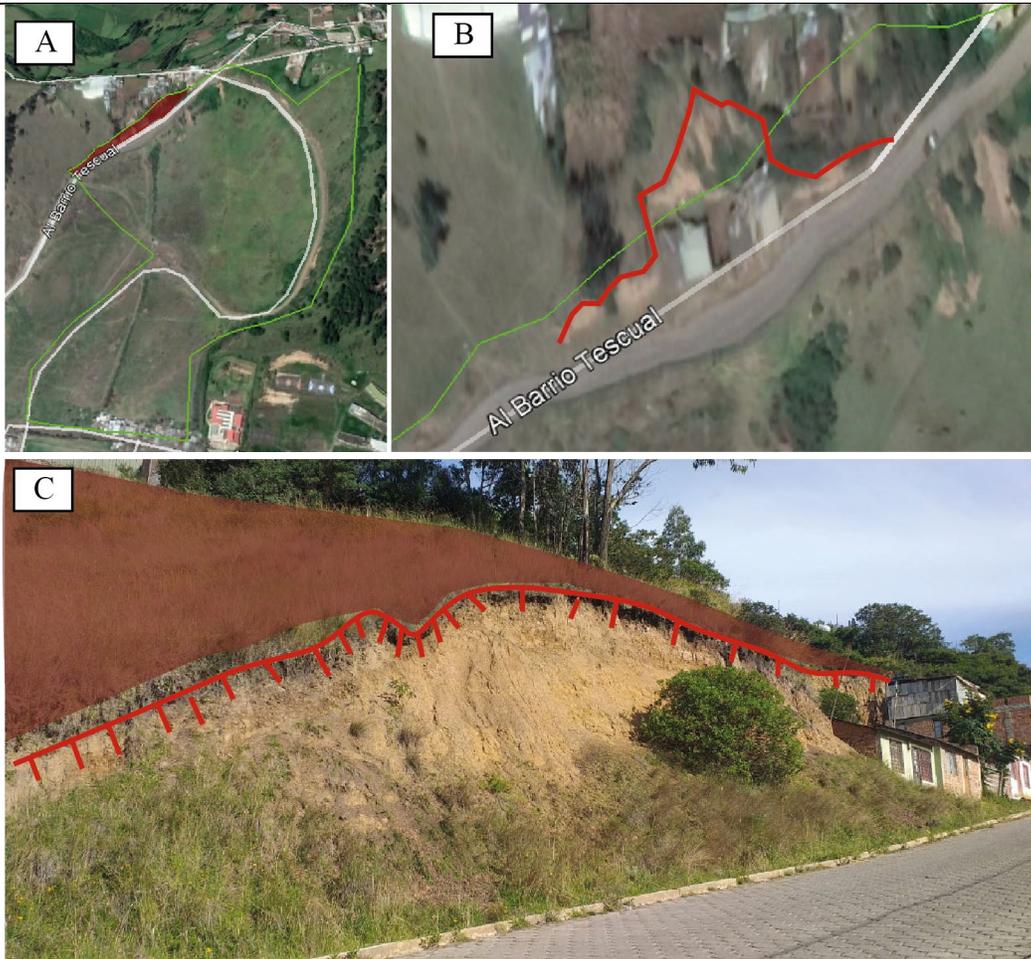


Figura 7. A: Ubicación de ladera convexa en la imagen satelital **B:** límite de la corona del escarpe (rojo) imagen satelital (verde) **C:** Fotografía de localización de la corona dentro de la zona de estudio (rojo).

3.4.2 Caracterización de las unidades de Geología para Ingeniería (UGI)

Origen de la UGI	Deposito volcánicos
Tipo de UGI	Cenizas
Material Geológico	Masa de suelo
Propiedades (Descripción de campo)	El origen del suelo está asociado a procesos de transporte y acumulación de columnas piroclásticas, posteriormente de una compactación por la superposición de la acumulación de los estratos; La textura del suelo es MASIVA y exhibe una composición BÁSICA (ceniza-anfibol-plagioclasa), del perfil se observa los horizontes V y VI ; la humedad natural fue clasificada como SECO la permeabilidad cualitativa BAJA ; dentro de estructuras se aprecia partición paralela, la plasticidad relativa es BAJA y la resistencia del Suelo es Rígida (S4)

Tabla 14. Caracterización de las unidades geológicas para ingeniería de la estación ABM-04.

3.5 ESTACIÓN: ABM-05

3.5.1 Caracterización geológica

Componentes	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Capa 1:</u> Líticos (20%) tamaño: arena media andesitas Xtales (55%) tamaño: Arena media a gruesa Cuarzo, Plagioclasa y anfíbol; Matriz (25%) Tamaña: Arcilloso • <u>Capa2:</u> Líticos(20%) Tamaño: arena media, Andesita-.Dacita, Xtales(40%) Cuarzo, Plagioclasa y anfíbol; Matriz (40%) Tamaña: Arcilloso
Tamaño de grano	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Capa 1:</u> Líticos tamaño: arena media Xtales tamaño: Arena media a gruesa Matriz Tamaña: Arcilla • <u>Capa2:</u> Líticos Tamaño: arena media Xtales Tamaño: Arena media a gruesa Matriz Tamaño: Arcilloso
Estructuras sedimentarias	masiva
Selección	mala
Granulometría	Arena gruesa-Arena media -Limo/arcilla
Continuidad	No se aprecia bien
Contactos en el depositos	Matriz soportada
Redondes	Subredondeados a angulares
Posible clasificación	Corriente de Densidad Piroclástica

Tabla 15. Caracterización geológica la estación ABM-05.

3.5.1 Caracterización geomorfológica

En la estación ABM-05 se obtuvo como elemento geomorfológico: Corona y escarpe de deslizamiento traslacional, estos procesos se dan por procesos de carácter antrópico y procesos hidrogravitacionales, ya que, la apertura de la vía de la avenida Aranda hacia la vereda Tescual permite la inestabilidad del talud, posteriormente los procesos hidrogravitacionales actúan eficientemente en estos talud expuestos generando la morfología de corona y escarpe por generación y activación de deslizamientos, deslizamientos que se presentan en suelo húmico que recubre el suelo residual derivado de la meteorización de depósitos de corriente de densidad piroclásticas.



Figura 8. A: Ubicación de ladera convexa en la imagen satelital **B:** Fotografía de la corona del deslizamiento ubicado en la vía terciaria que comunica a Tescual **C:** límite de la corona del escarpe (rojo)

3.6 ESTACIÓN: **ABM-06**

3.6.1 Caracterización geológica.

3.6.2 Caracterización geomorfológica.

3.6.3 Caracterización UGI.

Figura.9

3.7 ESTACIÓN: **ABM-07**

3.7.1 Caracterización geológica

Componentes	<ul style="list-style-type: none"> Líticos (20%) tamaño: arena media andesitas Xtales (55%) tamaño: Arena media a gruesa Cuarzo, Plagioclasa y anfíbol; Matriz (25%) Tamaño: Arcilloso
Tamaño de grano	<p>Líticos tamaños: arena media</p> <p>Xtales tamaño: Arena media a gruesa</p> <p>Matriz Tamaño: Arcilla</p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Capa2:</u> Líticos Tamaño: arena media Xtales Tamaño: Arena media a gruesa Matriz Tamaño: Arcilloso
Estructuras sedimentarias	Masivo
Selección	Mal seleccionado
Granulometría	Desde arena gruesa a arcilla
Continuidad	Continuo
Contactos en el depósito	Neto, matriz-soportado
Redondez	Subredondeados a angulares

Posible clasificación	Corrientes de Densidad Piroclástica
-----------------------	-------------------------------------

Tabla 16. Caracterización geológica la estación ABM-07.



Figura 10. A: Fotografía del depósito, lítico de andesita tamaño bloque (blanco), alrededor de matriz **B:** Ubicación de la estación ABM-07

3.8 ESTACIÓN: **ABM-08**

3.8.1 Caracterización Geomorfológica.

En la estación ABM-08 se tuvo como elemento geomorfológico: Corona y escarpe de deslizamiento traslacional, estos procesos se dan por procesos de carácter antrópico debido a la apertura de la vía de la avenida Aranda hacia la verdad Tescual lo que permite la inestabilidad del talud sumada a los procesos hidrogravitacionales se genera eficientemente en estos taludes expuestos la morfología de corona y escarpe por generación y activación de deslizamientos.

Deslizamientos que se presentan en suelo húmico que recubre el suelo residual derivado de la meteorización de depósitos de corriente de densidad piroclásticas.

Otro elemento presente en esta estación, son las laderas convexas, generadas por procesos denudaciones donde los agentes principales son el agua y la gravedad.

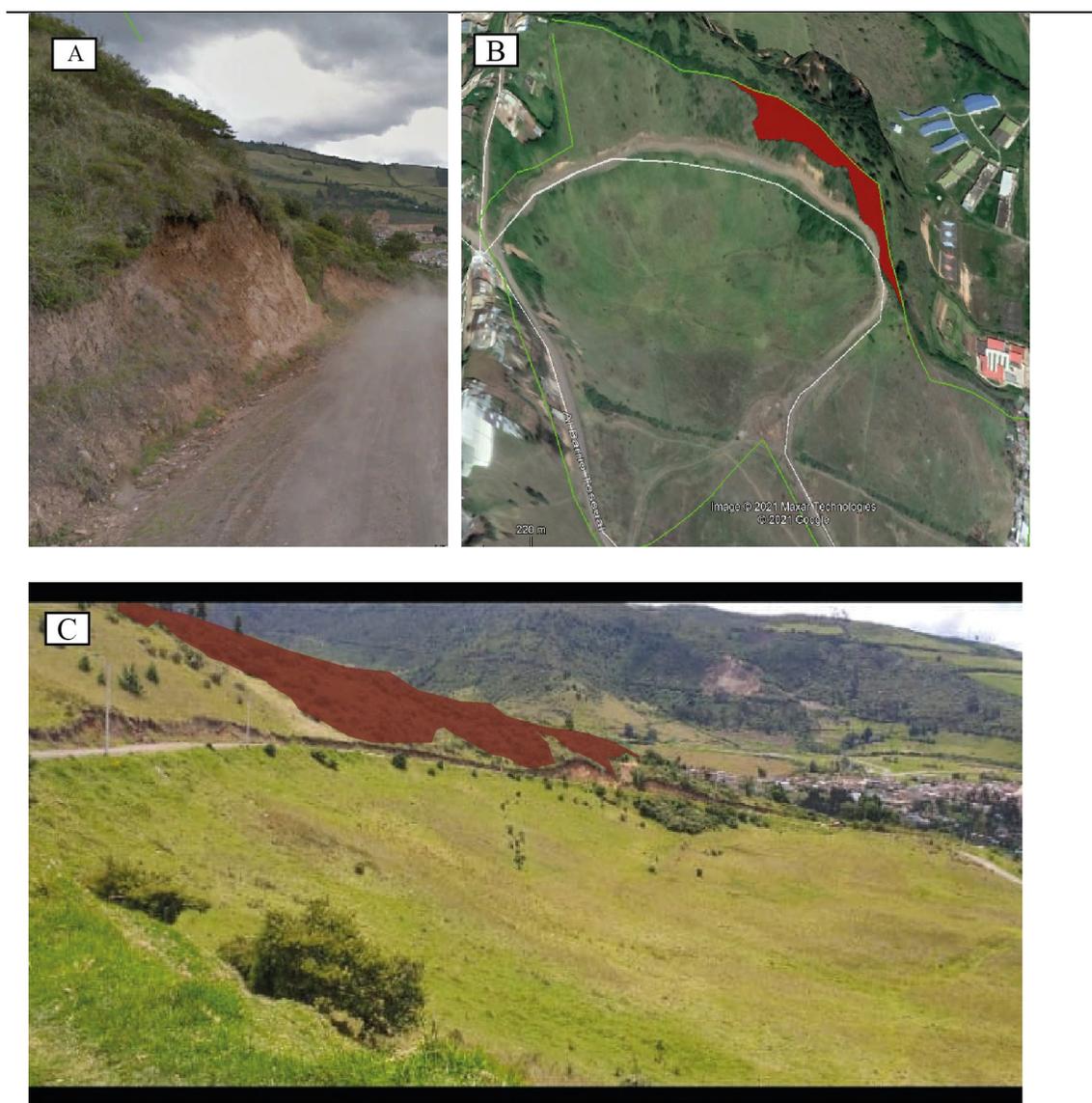


Figura 11 A: Fotografía Deslizamiento activo, corona y escarpe **B:** Ubicación de lo zona de laderas con vegetación convexa inclinadas en imagen satelital **C:** Ubicación de lo zona de laderas con vegetación convexa inclinadas en fotografía

3.9 ESTACIÓN: **ABM-09**

3.9.1 Caracterización Geomorfológica.

En la estación ABM-09 tenemos tres elementos geomorfológicos, planicie aluvial, ladera inclinada denudada, ladera con cobertera vegetal, con respecto a la planicie fluvial es una Franja de terreno con morfología plana que eventualmente puede ser inundada, se caracteriza por su forma en “U” y por estar limitada por las laderas inclinadas características de la zona. Se puede En general la planicie está constituida por material aluvial (arenas, limos y arcillas).

Las laderas son inclinadas, tienen una longitud que va desde corta a medianas y como lo mencionábamos anteriormente se encuentran circundantes a la zona de planicie, se diferencia en dos zonas, una zona denudada y otra zona con cobertera vegetal.

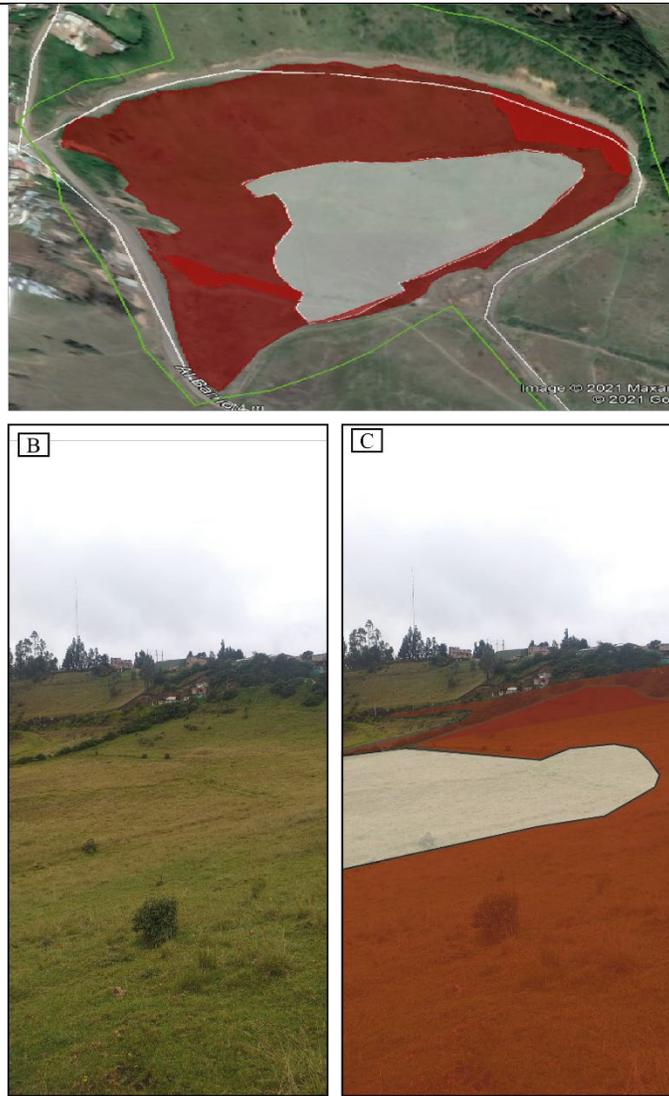


Figura 12. A: Ubicación en la zona de estudio de la zona: laderas denudadas inclinada (Rojo Suave) laderas con cobertera vegetal inclinadas (Rojo Fuerte) Zona de planicie (Blanco) **B:** Fotografía de la estación ABM-09 **C:** Fotografía de la estación ABM-09 con las unidades geomorfológicas.

3.10 ESTACIÓN: **ABM-010**

3.10.2 Caracterización geomorfológica

La estación queda hacia la parte inferior de la zona de estudio, en esta estación encontramos un elemento geomorfológico: Laderas suavemente inclinadas que se diferencian por la presencia de cobertera y por las que se encuentran denudadas. Estos elementos se generan por procesos denudaciones con principal influencia del agua y la gravedad, además hay que resaltar la presencia de Creeps en la zona por presencia de ganado.

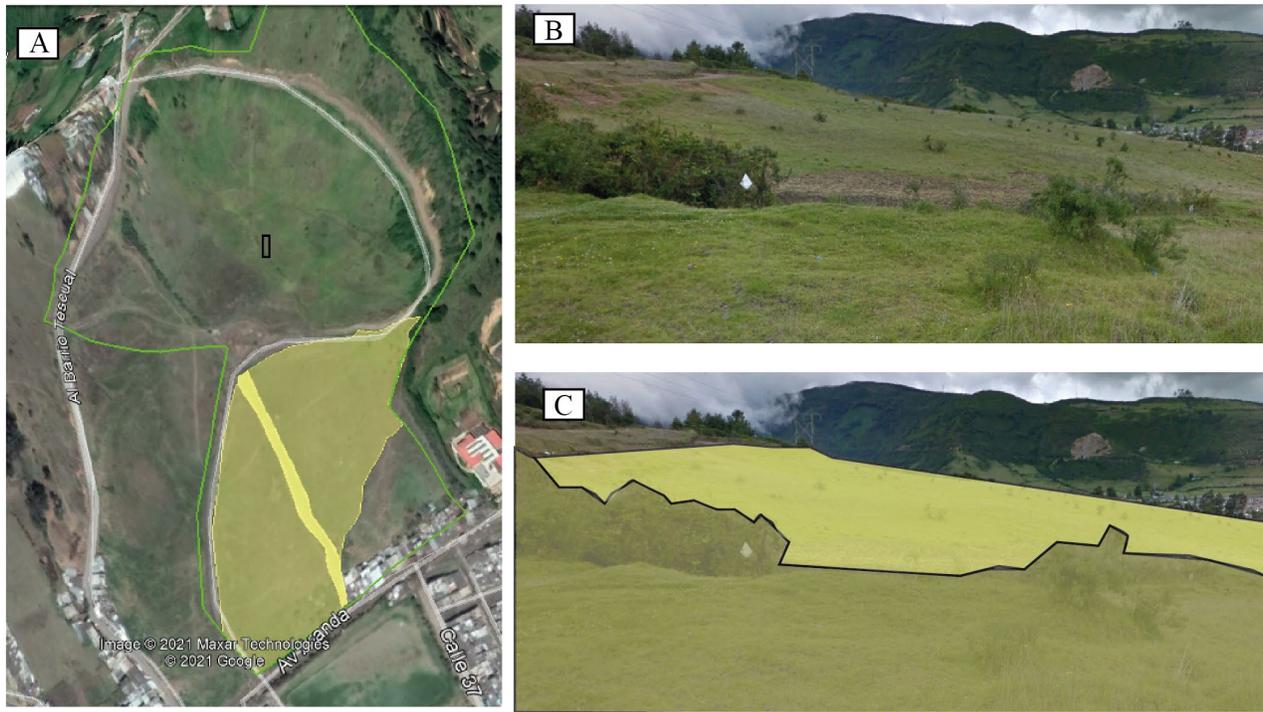


Figura 13. A: Imagen satelital, zona de estudio (verde), Ladera denudada suavemente inclinada (amarillo suave) ladera con cobertera vegetal suavemente inclinada (amarillo fuerte), **B:** Fotografía de la estación ABM-10 **C:** Fotografía de la estación ABM-10 con las unidades geomorfológicas.

3.11 ESTACIÓN: **ABM-011**

3.11.2 Caracterización geomorfológica

Dentro de los elementos geomorfológicos para la estación ABM-011 tenemos presencia de procesos antropogénicos, de los cuales se destaca la construcción de vías terciarias, y tubería en canal presente en la zona, lo que ha generado la modificación del paisaje.

En este punto de la zona tenemos fuerte impacto de procesos difusivos *Sheewash* debido a la construcción de los senderos

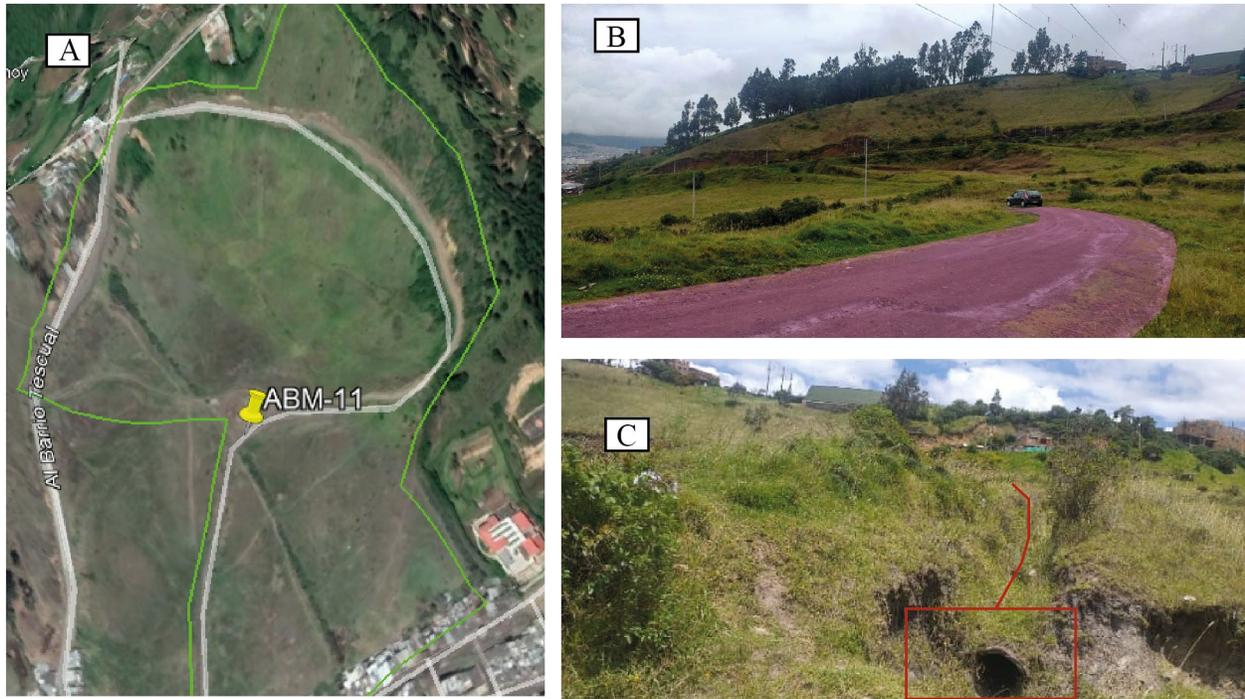


Figura 14. A: Imagen satelital de la zona de estudio (línea verde) y punto con la Estación ABM-11 **B:** Fotografía de campo de los senderos vehiculares terciarios que hay en la zona **C:** Tubería en canal presente en la zona de estudio

3.12 ESTACIÓN: **ABM-012**

3.12.1 Caracterización geomorfológica.

Dentro de los procesos que modifican el paisaje tenemos depósitos de rellenos, por procesos antropogénicos que se expresan en la zona como una forma cónica

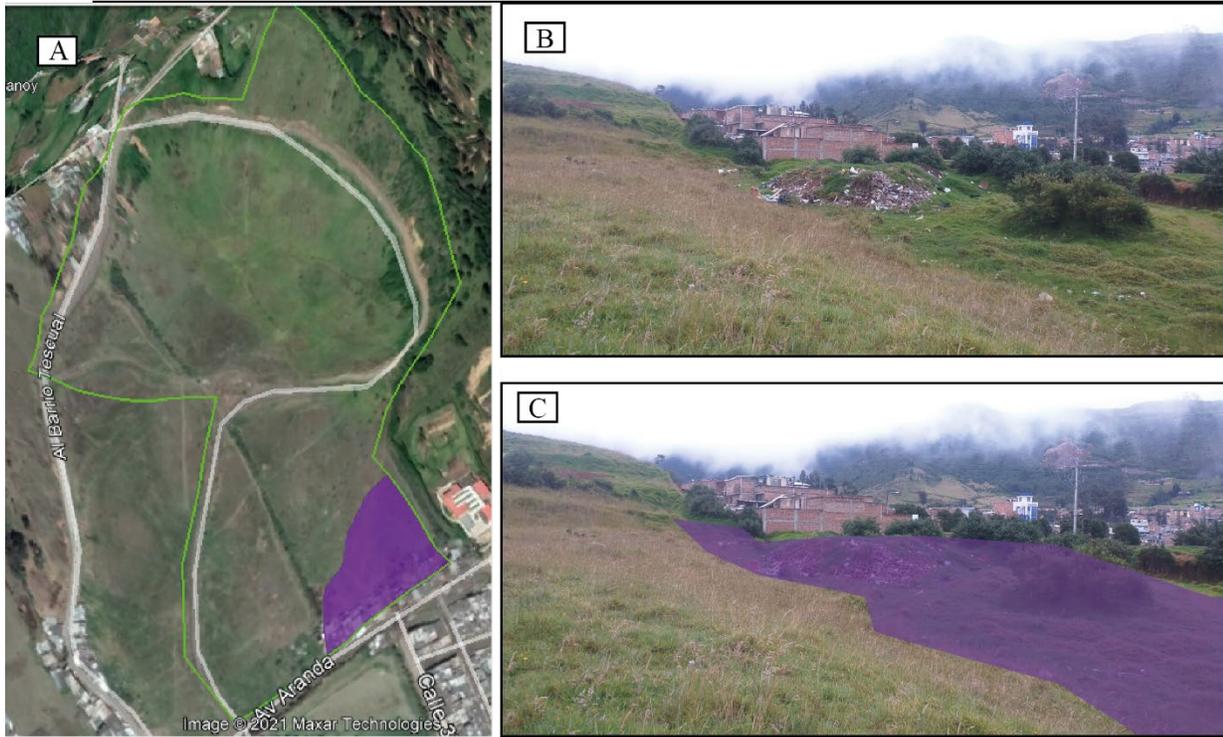


Figura 15. A: Ubicación de la zona con influencia en depósitos de relleno **B:** Fotografía de la estación ABM-12 con la forma cónica de los depósitos de relleno **C:** Fotografía de la estación ABM-12 con la forma cónica de los depósitos de relleno identificada (morado).

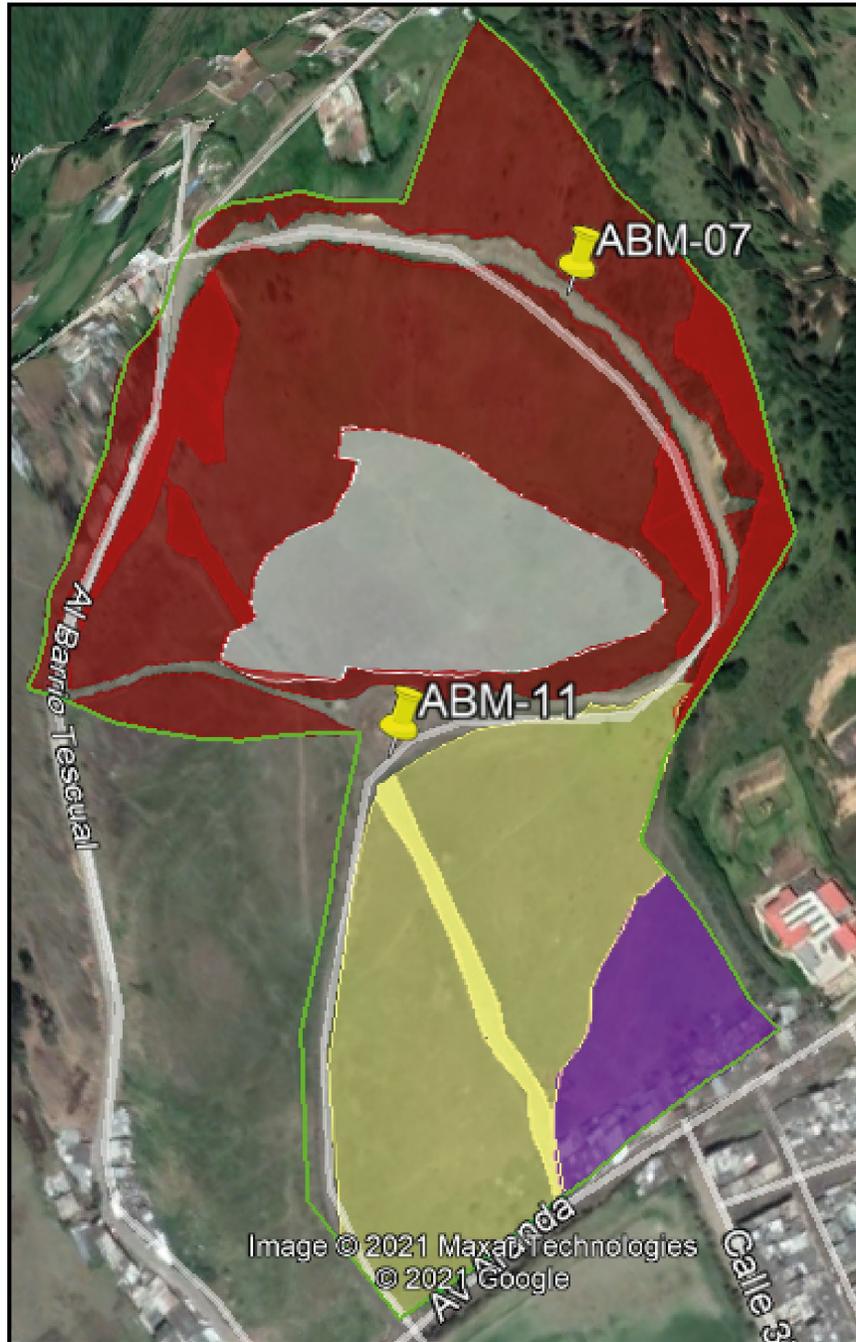


Figura 16. Generalización de la Geomorfología del Proyecto la Macarena.



Figura 17. Ubicación de los principales deslizamientos del Proyecto La Macarena.

CONCLUSIONES

1. En términos geológicos se encontró unidades volcánicas definidas como corrientes de densidad piroclástica
2. En términos geomorfológicos se concluye que la zona presenta escarpes, coronas y laderas inclinadas tanto denudadas como con cobertera vegetal en la parte superior de la zona de estudio, mientras que hacia el sur tenemos depósitos de relleno con forma cónica, y laderas tanto denudadas como con cobertura con inclinación suavemente, en el centro de la zona encontramos una zona de planicie y procesos antropogénicos
3. La presencia de senderos en la zona, generan gran desarrollo de procesos *SheetWash*, mientras que la presencia de ganado genera mayor afectación tipo *creep*.
4. La presencia de deslizamientos se da en la parte norte del Proyecto