ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
ÁREA DE DESARROLLO BUCARE

CAPÍTULO 3.2 MEDIO ABIÓTICO
3.2.8 Geotecnia

S.G.I. S.A.S.
Consultoría e Ingeniería

CONTENIDO

3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO 1
3.2 MEDIO ABIÓTICO 1
3.2.8 Geotecnia 1
3.2.8.1 Evaluación de los parámetros 2
3.2.8.1.1 Cobertura de la tierra 2
3.2.8.1.2 Morfogénesis 6
3.2.8.1.3 Morfodinámica 9
3.2.8.1.4 Intervalo de pendiente 40
3.2.8.1.5 Tectónica 42
3.2.8.1.6 Litología 43
3.2.8.2 Valoración de la susceptibilidad ante procesos morfodinámicos 45
3.2.8.3 Estabilidad geotécnica 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.2.8-1 Factores analizados y sus respectivos pesos 2
Tabla 3.2.8-2 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos morfodinámicos asociado al factor cobertura de la tierra 3
Tabla 3.2.8-3 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos morfodinámicos de las unidades morfogenéticas identificadas en el área de influencia 7
Tabla 3.2.8-4 Inventario de procesos morfodinámicos denudacionales identificados en campo. 10
Tabla 3.2.8-5 Inventario de procesos morfodinámicos deposicionales identificados en el área de influencia fisicobiótica. 28
Tabla 3.2.8-6 Procesos morfodinámicos identificados para 2009 en el área de influencia 36
Tabla 3.2.8-7 Procesos morfodinámicos identificados para 2012 en el área de influencia 36
Tabla 3.2.8-8 Procesos morfodinámicos identificados para 2016 en el área de influencia 36
Tabla 3.2.8-9 Procesos morfodinámicos identificados para 2023 en el área de influencia 36
Tabla 3.2.8-10 Procesos morfodinámicos identificados en el análisis multitemporal para el área de influencia 37
Tabla 3.2.8-11 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia 37
Tabla 3.2.8-12 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos de remoción en masa asociada a los intervalos de pendiente identificados en el área de influencia 40
Tabla 3.2.8-13 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos de remoción en masa asociado a la tectónica del área de influencia 42
Tabla 3.2.8-14 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos morfodinámicos asociado a las litologías identificadas en el área de influencia 44
Tabla 3.2.8-15 Valoración del grado de susceptibilidad 46
Tabla 3.2.8-16 Relación susceptibilidad y estabilidad geotécnica 48
Tabla 3.2.8-17 Categorías de estabilidad geotécnica con sus respectivos porcentajes y áreas identificadas en el área de influencia físico-biótica 49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.2.8-1 Esquema de procesamiento para calcular la susceptibilidad a procesos morfodinámicos. 1
Figura 3.2.8-2 Mapa correspondiente al factor cobertura de la tierra. 5
Figura 3.2.8-3 Mapa correspondiente al factor morfogénesis. 8
Figura 3.2.8-4 Mapa correspondiente al factor morfodinámico 39
Figura 3.2.8-5 Mapa correspondiente al factor intervalo de pendiente 41
Figura 3.2.8-6 Mapa correspondiente al factor tectónica. 43
Figura 3.2.8-7 Mapa de valoraciones asignadas al factor litología. 45
Figura 3.2.8-8 Mapa de susceptibilidad del terreno para presentar procesos morfodinámicos dentro del área de influencia del proyecto 47
Figura 3.2.8-9 Mapa de estabilidad geotécnica del área de influencia físico-biótica 49
Figura 3.2.8-10 Porcentajes de las categorías de estabilidad geotécnica identificadas en el área de influencia fisicobiótica 50

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 3.2.8-1 Morf_01 10
Fotografía 3.2.8-2 Morf_02 10
Fotografía 3.2.8-3 Morf_03 11
Fotografía 3.2.8-4 Morf_04 11
Fotografía 3.2.8-5 Morf_05 11
Fotografía 3.2.8-6 Morf_06 11
Fotografía 3.2.8-7 Morf_07 12
Fotografía 3.2.8-8 Morf_08 12
Fotografía 3.2.8-9 Morf_09 12
Fotografía 3.2.8-10 Morf_10 13
Fotografía 3.2.8-11 Morf_11 13
Fotografía 3.2.8-12 Morf_12 13
Fotografía 3.2.8-13 Morf_13 13
Fotografía 3.2.8-14 Morf_14 14
Fotografía 3.2.8-15 Morf_15 14
Fotografía 3.2.8-16 Morf_16 14
Fotografía 3.2.8-17 Morf_17 14
Fotografía 3.2.8-18 Morf_18 15
Fotografía 3.2.8-19 Morf_19 15
Fotografía 3.2.8-20 Morf_20 15
Fotografía 3.2.8-21 Morf_21 15
Fotografía 3.2.8-22 Morf_22 16
Fotografía 3.2.8-23 Morf_23 16
Fotografía 3.2.8-24 Morf_24 16
Fotografía 3.2.8-25 Morf_25 16

Fotografía 3.2.8-26 Morf_26 17
Fotografía 3.2.8-27 Morf_27 17
Fotografía 3.2.8-28 Morf_28 17
Fotografía 3.2.8-29 Morf_29 17
Fotografía 3.2.8-30 Morf_30 18
Fotografía 3.2.8-31 Morf_31 18
Fotografía 3.2.8-32 Morf_32 18
Fotografía 3.2.8-33 Morf_33 18
Fotografía 3.2.8-34 Morf_34 19
Fotografía 3.2.8-35 Morf_34 19
Fotografía 3.2.8-36 Morf_35 19
Fotografía 3.2.8-37 Morf_37 19
Fotografía 3.2.8-38 Morf_38 20
Fotografía 3.2.8-39 Morf_39 20
Fotografía 3.2.8-40 Morf_40 20
Fotografía 3.2.8-41 Morf_41 21
Fotografía 3.2.8-42 Morf_42 21
Fotografía 3.2.8-43 Morf_43 21
Fotografía 3.2.8-44 Morf_44 21
Fotografía 3.2.8-45 Morf_45 22
Fotografía 3.2.8-46 Morf_46 22
Fotografía 3.2.8-47 Morf_47 22
Fotografía 3.2.8-48 Morf_48 22
Fotografía 3.2.8-49 Morf_49 23
Fotografía 3.2.8-50 Morf_50 23
Fotografía 3.2.8-51 Morf_51 23
Fotografía 3.2.8-52 Morf_52 23
Fotografía 3.2.8-53 Morf_53 24
Fotografía 3.2.8-54 Morf_54 24
Fotografía 3.2.8-55 Morf_55 24
Fotografía 3.2.8-56 Morf_56 24
Fotografía 3.2.8-57 Morf_57 25
Fotografía 3.2.8-58 Morf_58 25
Fotografía 3.2.8-59 Morf_59 25
Fotografía 3.2.8-60 Morf_60 25
Fotografía 3.2.8-61 Morf_61 26
Fotografía 3.2.8-62 Morf_62 26
Fotografía 3.2.8-63 Morf_63 26
Fotografía 3.2.8-64 Morf_64 26
Fotografía 3.2.8-65 Morf_65 27
Fotografía 3.2.8-66 Morf_66 27
Fotografía 3.2.8-67 Morf_67 27
Fotografía 3.2.8-68 Morf_68 27
Fotografía 3.2.8-69 Morf_69 27
Fotografía 3.2.8-70 Morf_70 28

3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO

3.2 MEDIO ABIÓTICO

3.2.8 Geotecnia

En este capítulo se presenta la determinación del grado de estabilidad del terreno con base en los elementos cartografiados del componente geosférico y algunas otras condiciones del medio físico.

Para la elaboración del mapa de estabilidad geotécnica se utiliza una modificación de la metodología propuesta por Anbalagan (1992), aplicada para el área de influencia del proyecto, cuyo objetivo es establecer las condiciones de estabilidad del terreno y su susceptibilidad frente a procesos morfodinámicos. Este es un método heurístico, no determinístico o matemático, que parte del conocimiento experimental del medio físico para determinar la probabilidad de ocurrencia de un proceso morfodinámicos, que puede ser interpretado como un grado de amenaza. Este método estima la relevancia de diferentes factores y arroja como resultado una probabilidad que puede interpretarse la susceptibilidad de terreno al desarrollo de procesos morfodinámicos.

La caracterización geotécnica consiste en identificar los factores más relevantes que afectan la estabilidad de una zona, asignarles valores numéricos y un peso según la naturaleza propia de la zona y el conocimiento del profesional encargado. Cada factor se representa por medio de un mapa o figura, compuesta por polígonos que contienen los valores asignados para las diferentes variables identificadas. Finalmente, se realiza una superposición cartográfica (algebra de mapas), que resulta en una sumatoria de valores por polígono, que al cruzarlos permitieron la zonificación del terreno en cuanto a sus condiciones geotécnicas de estabilidad y susceptibilidad a procesos morfodinámicos. Por lo anterior, el mapa de estabilidad del terreno es el resultado de la valoración de las variables, tal como se puede observar en la **Figura 3.2.8-1**, donde los valores más altos, representan áreas de menor estabilidad geotécnica y viceversa.

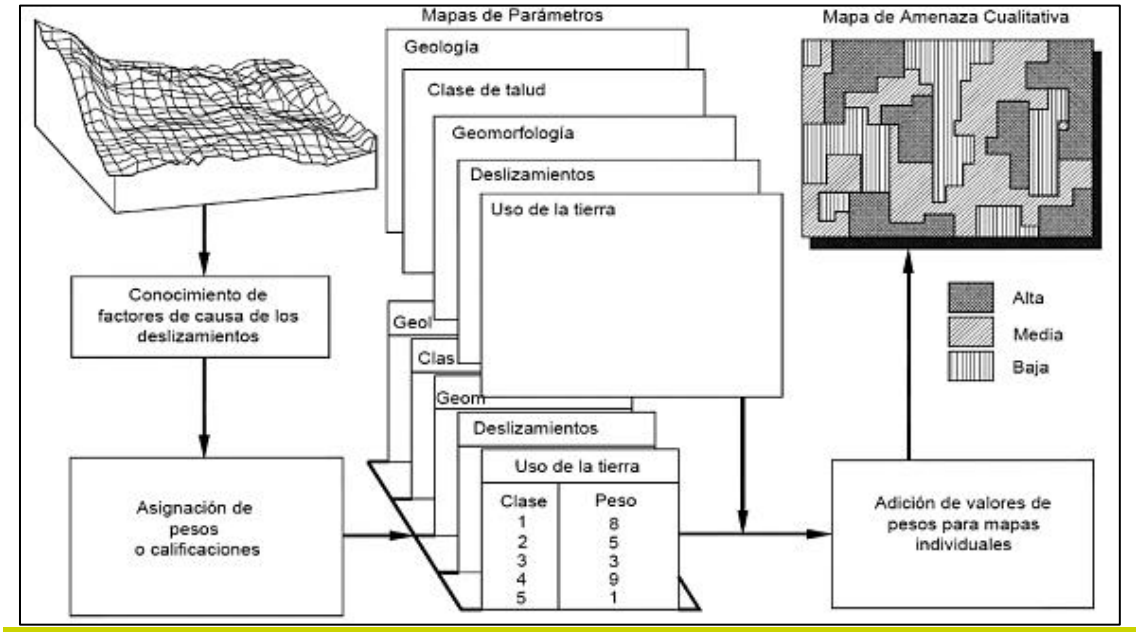


Figura 3.2.8-1 Esquema de procesamiento para calcular la susceptibilidad a procesos morfodinámicos.

Fuente: Modificado de Soeters and Van Westen, 1996.

La información requerida para llevar a cabo esta metodología se recolectó en dos (2) fases: la primera fue la recopilación y análisis de la información secundaria disponible, mediante la cual se integraron y analizaron las diversas variables físicas identificadas, y posteriormente, durante la fase de campo, se tomó información primaria asociada a la cobertura de tierra, morfogénesis, morfodinámica, morfometría, tectónica y litología.

3.2.8.1 Evaluación de los parámetros

Para la caracterización geotécnica del área de influencia se identificaron seis (6) parámetros físicos que intervienen en la estabilidad del terreno. Como se mencionó anteriormente, a cada uno de los parámetros propuestos se les debe asignar un peso basado en las propiedades específicas de la zona de estudio y en el esquema de calificación del Factor de Evaluación del Peligro de Deslizamientos de tierra (LHEF, por sus siglas en inglés) propuesto por Anbalagan (1992).

Anbalagan (1992) propone una serie de factores y pesos respectivos; sin embargo, tanto la selección de los factores como la asignación de los pesos dependen exclusivamente de las condiciones del terreno, y, por ende, serán seleccionados por el profesional encargado con base en el conocimiento y observaciones que tenga de la zona. Las clasificaciones máximas de LHEF establecidas para cada uno de los parámetros analizados, se determinan según su grado de importancia estimada en causar inestabilidad. En la **Tabla 3.2.8-1**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. se presentan los seis (6) parámetros considerados para el área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental Área de Desarrollo Bucare, la descripción de cada uno y su respectivo LHEF. El número 10 indica el máximo valor del peligro total estimado (TEHD).

Tabla 3.2.8-1 Factores analizados y sus respectivos pesos

FACTOR	DESCRPCIÓN	LHEF
Cobertura de la tierra (C)	Tipos principales de vegetación y coberturas terrestres presentes en el terreno.	2
Morfogénesis (Mg)	Formas del terreno asociadas a los agentes modeladores principales.	2
Morfodinámica (Md)	Áreas afectadas por procesos morfodinámicos, asociados a procesos erosivos.	2
Intervalo de Pendiente (Pe)	Grado de inclinación del terreno.	2
Tectónica (T)	Afectación por fallas y estructuras geológicas.	1
Litología (L)	Unidades litológicas aflorantes en el área de estudio.	1
TOTAL		**10**

Fuente: SGI SAS, 2025, modificado de Anbalagan, 1992.

En el orden de ideas planteado en el párrafo anterior, los pesos se otorgan según la influencia de cada parámetro en la estabilidad del terreno, asignándole un mayor valor a aquellas categorías o parámetros que más inciden en la estabilidad del área donde se enmarca el proyecto, en tanto que los factores que no tienen gran influencia en la estabilidad, la valoración o peso asignado es menor.

Siguiendo los criterios planteados en la metodología enunciada, y establecidos los parámetros a considerar, se procede a realizar la evaluación de los diferentes criterios considerados para cada parámetro. Cada uno de los mismos es calificado con valores entre 0 - 1 y/o 0 - 2, donde 0 corresponde a la ponderación para el valor que representa influencia nula para la estabilidad.

3.2.8.1.1 Cobertura de la tierra

La "Cobertura" de la tierra, es la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la tierra (Di Gregorio, 2005), en un término amplio no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua. En términos puntuales para la delimitación de las coberturas de la tierra, el IDEAM (1997) describe la cobertura como la unidad delimitable que surge a partir de un análisis de respuestas espectrales determinadas por sus características fisionómicas y ambientales, diferenciables con respecto a la unidad próxima.

La definición de los diferentes tipos de cobertura, así como la definición de la leyenda del plano respetivo, se funda en la metodología europea CORINE Land Cover – CLC. El proceso de identificación y definición de las diferentes coberturas se realiza a partir de la interpretación de la imagen satelital del sector y luego con un reconocimiento en campo de estas.

Este componente es incluido como uno de los determinantes en la estimación de la estabilidad geotécnica del área de estudio, ya que los diferentes tipos de cobertura que se desarrollan sobre las unidades de suelo pueden servir de barrera o protección de las mismas ante agentes meteorizantes (agua, viento, sol, acción antrópica, etc.) los cuales tienen una mayor incidencia dentro de un entorno tropical húmedo como es el que se presenta a lo largo y ancho de la geografía colombiana; en este orden de ideas, la presencia o no de algún tipo de cobertura redunda en la mayor o menor exposición del suelo o nivel aflorante de roca, ya que este último puede ser degradado a diferentes tipos de suelo residual, el cual es propenso a ser movilizado a lo largo de las laderas por medio de los diferentes tipos de movimientos de remoción en masa.

En términos generales, las zonas con mayor densidad de cobertura vegetal natural son las más favorables para la estabilidad; áreas donde existen obras civiles o ingenieriles buscan generalmente ser estables, aunque no necesariamente lo son en un 100%, contrario a las áreas desiertas y zonas húmedas, las cuales son muy susceptibles a presentar inestabilidad. Sin embargo, dependiendo del tipo de la cobertura vegetal esta puede ayudar o desfavorecer la estabilidad del terreno; de esta manera, vegetación alta con ciertos sistemas radiculares puede afectar negativamente la estabilidad en algunos sectores de los analizados y, por el contrario, la vegetación baja puede coadyuvar a la estabilidad de terrenos en el área donde se enmarca el proyecto.

Una vez identificadas las diferentes coberturas vegetales presentes dentro del área de estudio, se realizó la calificación de cada una de ellas según el grado de susceptibilidad a presentarse movimientos de remoción en masa en áreas donde estas estén presentes. La cobertura terrestre es considerada uno de los factores con mayor incidencia en los procesos de inestabilidad, por lo que se le asignó un peso entre 0-2. Las diferentes coberturas identificadas en el área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental Área de Desarrollo Bucare y su respectiva calificación se presenta en la **Tabla 3.2.8-2**.

Tabla 3.2.8-2 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos morfodinámicos asociado al factor cobertura de la tierra

FACTOR	DESCRIPCIÓN	RANGO	CATEGORÍAS	PESO
Cobertura de la tierra (C)	Tipos de cobertura de la tierra presentes en el área de influencia fisicobiótica	0 - 2	Arenales	2,0
			Arroz	1,5
			Bosque de galería y ripario	0,5
			Bosque denso alto de tierra firme	0,3
			Bosque denso alto inundable	0,3
			Cacao	1,0
			Café	1,0
			Canales	1,0

FACTOR	DESCRIPCIÓN	RANGO	CATEGORÍAS	PESO
			Cítricos	1,0
			Cuerpos de agua artificiales	0,2
			Cultivos agroforestales	1,0
			Cultivos permanentes arbóreos	0,8
			Cultivos permanentes arbustivos	0,8
			Cultivos permanentes herbáceos	0,8
			Estanques para acuicultura continental	0,0
			Explotación de hidrocarburos	0,2
			Herbazal denso inundable arbolado	0,8
			Herbazal denso inundable no arbolado	1,0
			Instalaciones recreativas	0,2
			Lagunas de oxidación	0,2
			Lagunas, lagos y ciénagas naturales	0,2
			Maíz	1,0
			Mosaico de cultivos	1,0
			Otros cultivos transitorios	1,2
			Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto	1,2
			Palma de aceite	0,8
			Palmares	0,8
			Pastos arbolados	0,8
			Pastos enmalezados	1,0
			Pastos limpios	1,2
			Pastos y árboles plantados	1,0
			Plantación forestal	0,5
			Red vial y territorios asociados	1,5
			Ríos	1,8
			Tejido urbano discontinuo	0,8
			Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	0,0
			Vegetación secundaria alta	0,8
			Vegetación secundaria baja	1,0
			Yuca	1,2
			Zonas industriales o comerciales	0,2
			Zonas pantanosas	0,2

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025

En la **Tabla 3.2.8-2** se presentan los pesos asignados a cada una de las cuarenta y una (41) coberturas terrestres identificadas en el área de influencia físico-biótica. La valoración se realizó con base en el grado de intervención antrópica, el nivel de protección o exposición del suelo, la densidad y estructura de la cobertura, así como la propensión a la remoción, erosión y pérdida de estabilidad superficial. En este sentido, se asignaron mayores valores de susceptibilidad a las coberturas donde existe mayor exposición del terreno, baja cohesión, actividades que modifican la superficie natural o presencia de materiales sueltos, como arenales, cultivos transitorios, pastos limpios, zonas con

disposición de residuos y coberturas agrícolas o pecuarias de manejo intensivo, debido a que favorecen la escorrentía, la erosión y la degradación física del suelo.
Por el contrario, las coberturas con vegetación densa, permanente o con estructuras radiculares profundas, como bosques densos, vegetación secundaria alta y plantaciones forestales, obtuvieron valores bajos al aportar contención natural, protección del horizonte superficial, incremento de la infiltración y reducción de la energía hidráulica y eólica. De igual forma, cuerpos de agua, lagunas, zonas anegadas, humedales y coberturas acuáticas presentan muy baja susceptibilidad dentro del modelo, ya que no corresponden a superficies expuestas a procesos de remoción del suelo, sino a sistemas de acumulación o depósito.

Las coberturas asociadas a infraestructura vial, industrial, urbana y de uso recreativo obtuvieron valores medios, ya que, si bien corresponden a superficies relativamente estabilizadas mediante procesos constructivos, también generan cambios importantes en la dinámica del terreno, aumentan la escorrentía superficial y pueden favorecer procesos erosivos en zonas adyacentes o en etapas operativas.

En la **Figura 3.2.8-2** se presenta el mapa con la distribución de todas las coberturas terrestres identificadas dentro del área de influencia y los pesos asignados a cada una.

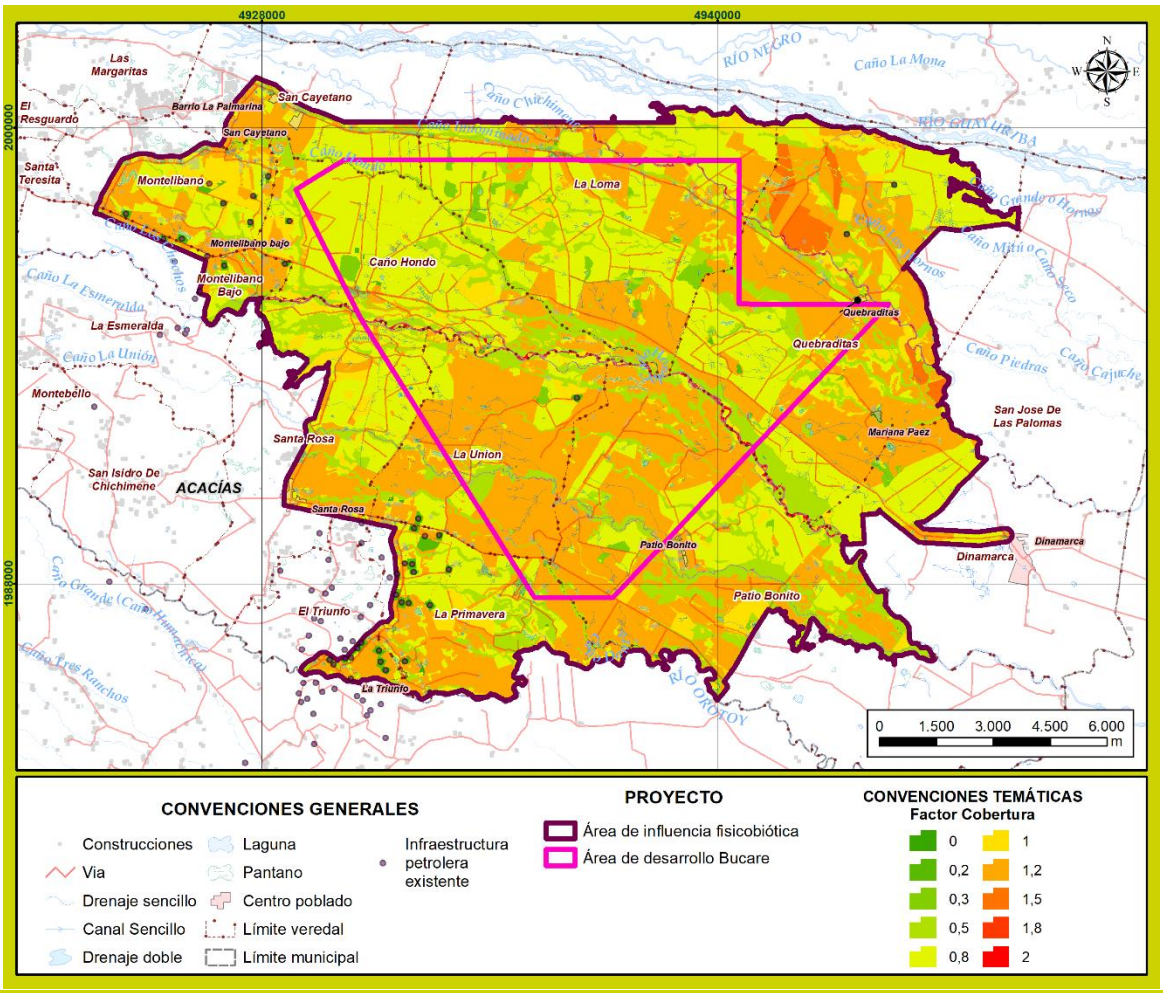


Figura 3.2.8-2 Mapa correspondiente al factor cobertura de la tierra.

Fuente: S.G.I. S.A.S. 2025

Como se puede observar en la **Figura 3.2.8-2**, gran parte del área de influencia se encuentra cubierta por coberturas de la tierra que contribuyen a la protección y estabilidad relativa del terreno, debido a la presencia de raíces, cobertura foliar y menor exposición directa del suelo a la escorrentía y al intemperismo. Entre estas se destacan coberturas como vegetación secundaria, plantaciones forestales, cultivos permanentes y herbazales densos, las cuales aportan cohesión superficial y favorecen procesos de infiltración frente a la pérdida de materiales finos. Adicionalmente, en el sector central del área, donde se localizan las instalaciones y el desarrollo operativo del campo, las coberturas asociadas a infraestructura y zonas intervenidas presentan valores de susceptibilidad media, manteniendo condiciones relativamente estables en superficie bajo el escenario actual de ocupación.

Por otra parte, los sectores donde predominan arenales, coberturas agrícolas transitorias, pastos limpios, superficies expuestas y cuerpos de agua, representan los escenarios de mayor susceptibilidad morfodinámica, dado que la baja cohesión, la menor protección del suelo, la saturación o la falta de estructura vegetal incrementan la probabilidad de ocurrencia y propagación de procesos erosivos, especialmente cuando se combinan con pendientes altas o cercanía a drenajes.

3.2.8.1.2 Morfogénesis

La geomorfología, entendida como la expresión superficial del terreno y resultado de la interacción entre los materiales constituyentes, la configuración estructural y los procesos modeladores actuantes a lo largo del tiempo geológico, constituye una variable fundamental dentro de la evaluación de la estabilidad física del territorio. Su análisis permite determinar la predisposición natural del área de influencia a la ocurrencia de procesos morfodinámicos y, por ende, a la afectación potencial sobre los elementos ambientales y las actividades del proyecto. En este sentido, cada unidad geomorfológica representa un dominio morfodinámico relativamente homogéneo, originado por la combinación de procesos endógenos (tectónica, vulcanismo, magmatismo) y exógenos (acción denudativa, meteorización, acción hídrica, eólica y biogeoquímica), modulados por los factores climáticos, topográficos, hidrográficos, geológicos, edáficos y ecológicos, lo que se traduce en un comportamiento geotécnico particular.

Para el Área de Desarrollo Bucare, la evaluación geomorfológica se sustenta en tres criterios: morfogénesis, morfometría y morfodinámica, los cuales permiten caracterizar la génesis, evolución y estabilidad de las geoformas presentes y establecer la susceptibilidad diferencial frente a procesos de remoción en masa. En el presente apartado se desarrolla específicamente el análisis del criterio morfogénesis, el cual describe el origen y naturaleza de las formas del relieve, incluyendo los procesos físicos, químicos, biológicos y/o antrópicos que dieron lugar a su configuración actual.

El área de influencia identificada para el presente EIA está conformada principalmente por unidades geomorfológicas asociadas a ambientes fluviales y de acumulación, junto con unidades de origen y transformación antrópica, que han ido modificando morfologías locales mediante actividades de adecuación y acondicionamiento superficial vinculadas al desarrollo operativo regional. La clasificación geomorfológica aplicada corresponde a la Propuesta Metodológica para la Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia planteada por Carvajal (2012), homologada con la clasificación de Zinck (2013), empleada por el IGAC para la caracterización de suelos. La representación y descripción detallada de estas unidades se expone en el capítulo 3.2.2 Geomorfología, mientras que para efectos de valoración de susceptibilidad se adopta únicamente la clasificación de Carvajal (2012).

En la **Tabla 3.2.8-3** se presenta la valoración de la susceptibilidad asignada a las treinta y un (31) componentes morfogenéticos identificados en el área de influencia del proyecto, a partir de un rango de 0 a 2. La valoración se sustentó en la relación entre la morfología, la pendiente predominante, la

dinámica geomorfológica asociada y el grado de alteración o consolidación de las unidades; de este modo, valores menores a 1 corresponden a componentes geomorfológicos con baja suceptibilidad, superficies estables y procesos erosivos incipientes, mientras que valores entre 1 y 2 representan unidades con mayor dinámica superficial, presencia de taludes activos, procesos fluviales o intervención antrópica que incrementan la susceptibilidad a la ocurrencia de procesos morfodinámicos.

Tabla 3.2.8-3 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos morfodinámicos de las unidades morfogenéticas identificadas en el área de influencia

FACTOR	DESCRIPCIÓN	RANGO	CATEGORÍAS	NOM	PESO
Morfogénesis **(Mg)**	Formas del terreno asociadas a los agentes modeladores principales	0 - 2	Barra longitudinal	Fbl	2,0
			Barra puntual	Fbp	2,0
			Barra compuesta	Fbc	2,0
			Canal artificial	Aca	1,5
			Cauce aluvial	Fca	1,8
			Cuenca de decantación	Fcd	0,3
			Cuerpo de abanico aluvial	Faa	0,8
			Escarpe de abanico aluvial	Fea	1,8
			Escarpe de abanico aluvial estructural	Feas	1,8
			Escarpe de terraza de acumulación nivel tres	Ftae3	1,8
			Escarpe de terraza de acumulación nivel uno	Ftae1	1,8
			Excavaciones para acuicultura	Asea	0,3
			Excavaciones para cuerpos de agua artificiales	Asej	0,3
			Isla	Fi	1,8
			Laguna	Flg	0,2
			Meandro abandonado	Fma	0,2
			Orillar	For	2,0
			Plano anegadizo de abanico aluvial	Fpaa	0,3
			Plano anegadizo de terraza nivel uno	Fpa1	0,3
			Plano anegadizo de terraza nivel dos	Fpa2	0,3
			Plano anegadizo de terraza nivel tres	Fpa3	0,3
			Plano de inundación	Fpi	1,5
			Plano de terraza de acumulación nivel uno	Fta1	1,0
			Plano de terraza de acumulación nivel dos	Fta2	0,8
			Plano de terraza de acumulación nivel tres	Fta3	0,5
			Rellenos antrópicos de zonas industriales y comerciales	Arzi	1,2
			Rellenos antrópicos para EH	Arh	1,2
			Rellenos de tejidos urbanos discontinuos	Aru	1,2

FACTOR	DESCRIPCIÓN	RANGO	CATEGORÍAS	NOM	PESO
			Rellenos para vías	Arv	1,2
			Rellenos de escombros	Are	1,2
			Vega	Fv	1,5

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025

En la **Figura 3.2.8-3** se presenta el mapa con la distribución de las unidades morfogenéticas identificadas dentro del área de influencia y los pesos asignados a cada una.

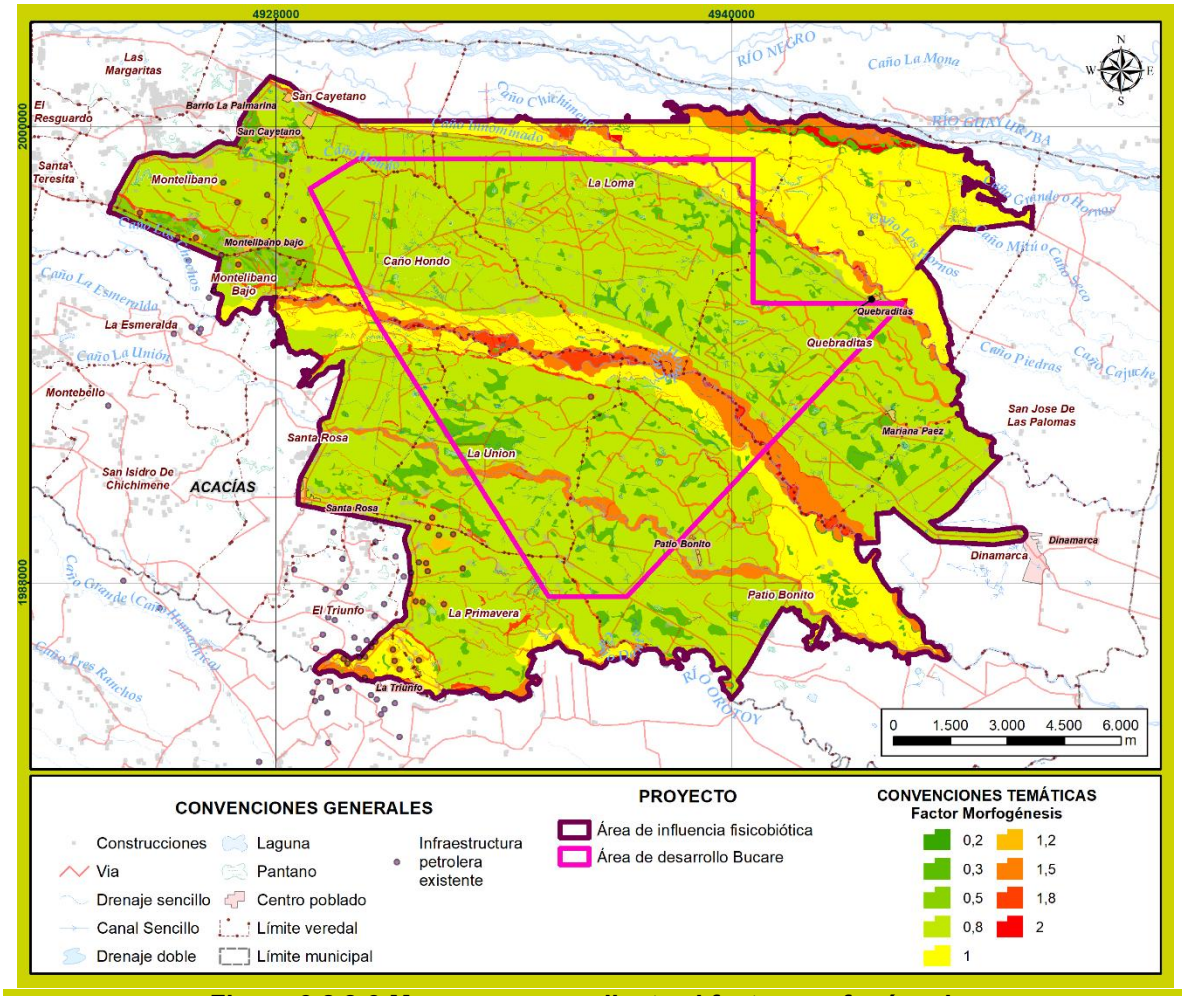


Figura 3.2.8-3 Mapa correspondiente al factor morfogénesis.

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025

Como se puede observar en la **Figura 3.2.8-3, l**as calificaciones asignadas a las unidades morfogenéticas se fundamentan en su grado de actividad geomorfológica, en la energía de los agentes modeladores predominantes y en la frecuencia e intensidad de los procesos morfodinámicos que pueden desarrollarse en cada una de ellas. En este sentido, las unidades directamente asociadas a la dinámica fluvial activa, como barras longitudinales, puntuales y compuestas, orillares, islas y cauces aluviales, presentan los valores más altos de susceptibilidad, debido a su constante reconfiguración por variaciones en el régimen hidrodinámico, transporte y deposición de sedimentos,

así como a la ocurrencia recurrente de procesos de erosión, socavación y redistribución de materiales. De manera similar, los escarpes asociados a abanicos y terrazas aluviales, tanto de origen estructural como deposicional, fueron calificados con valores elevados, dado que concentran rupturas de pendiente que favorecen procesos de inestabilidad superficial, erosión regresiva y remoción de materiales, especialmente bajo condiciones de saturación o incremento en la escorrentía superficial.

Por su parte, el plano de inundación recibió una calificación alta, en reconocimiento a que, aunque corresponde a una geoforma de baja pendiente, en su interior se desarrollan múltiples procesos morfodinámicos de manera recurrente, entre los que se destacan la socavación lateral de márgenes, la erosión laminar, la sedimentación periódica y la migración de cauces menores durante eventos de creciente. En contraste, las geoformas de carácter anegadizo, lagunar, meandros abandonados, cuencas de decantación y excavaciones antrópicas controladas presentan calificaciones bajas, al corresponder a ambientes de energía reducida y dinámica morfológica limitada. Finalmente, las terrazas aluviales de mayor jerarquía y los cuerpos de abanico aluvial muestran valores bajos a intermedios, en función de su mayor estabilidad relativa y menor frecuencia de activación de procesos, mientras que los rellenos antrópicos fueron calificados con valores intermedios debido a su susceptibilidad condicionada por el grado de compactación, heterogeneidad de materiales y posibles procesos de erosión superficial inducidos por actividades humanas.

3.2.8.1.3 Morfodinámica

La morfodinámica corresponde al campo de la geomorfología que estudia los procesos geodinámicos externos que han actuado y continúan actuando sobre el relieve, incluyendo tanto procesos denudacionales como depositacionales, responsables de la generación, transformación y estado actual de las geoformas o unidades de terreno (Servicio Geológico Colombiano – SGC, 2012).

Aunque esta variable hace parte del componente geomorfológico, el análisis de los procesos morfodinámicos cumple un rol central en la calibración y validación del modelo de estabilidad del terreno, bajo la premisa de que las áreas clasificadas con estabilidad geotécnica Moderada, Baja o Muy Baja concentran una mayor ocurrencia y recurrencia de procesos morfodinámicos. La gestación y evolución de estos procesos responde a condiciones particulares del medio físico, tales como el tipo y grado de alteración de los materiales (suelo, depósitos no consolidados, roca alterada o roca sana), el relieve y la pendiente, las propiedades del suelo (erodabilidad, drenaje), la dinámica hidrológica y la intervención antrópica (cortes, excavaciones, modificaciones del drenaje natural).

En este sentido, la caracterización morfodinámica permite identificar no solo procesos de erosión y remoción en masa, sino también procesos de sedimentación, entendidos como la acumulación y redistribución de materiales transportados, principalmente por acción hídrica. Estos procesos depositacionales influyen de manera directa en la configuración actual de las unidades geomorfológicas, especialmente en fondos de valle, planicies aluviales, cauces y zonas de inundación, y pueden incidir en la estabilidad local del terreno al generar superficies de baja competencia, cambios en la capacidad portante y variaciones en el patrón de escorrentía superficial.

Para el área de influencia fisicobiótica del Estudio de Impacto Ambiental del Área de Desarrollo Bucare, los procesos morfodinámicos predominantes corresponden a dinámicas de tipo denudacional, asociadas al desgaste superficial del suelo y la roca expuesta, inducido por factores climáticos como la precipitación, la escorrentía, la humedad y las variaciones térmicas, los cuales pueden verse intensificados por actividades antrópicas. De manera complementaria, se reconocen procesos de sedimentación local y puntual, principalmente asociados a la dinámica de las fuentes hídricas, tales como deposición de materiales finos y gruesos en cauces, márgenes y sectores de menor pendiente asociados al caño Chichimene, caño La Unión, río Acacías y río Orotoy.

En el área de estudio, los procesos identificados, erosión laminar, erosión en surcos, cárcavas, socavación lateral, deslizamientos superficiales y sedimentación activa, se presentan de forma puntual y con baja magnitud, sin evidenciar afectaciones significativas sobre la estabilidad de las áreas destinadas al desarrollo del proyecto. En consecuencia, estos procesos son considerados de baja relevancia desde el punto de vista de la estabilidad del terreno, aunque resultan pertinentes para la comprensión integral de la dinámica geomorfológica y para la definición de medidas preventivas de manejo del suelo y drenaje.

Teniendo en cuenta las características geomorfológicas del Área de Desarrollo Bucare y la distribución espacial de los procesos identificados, estos se presentan de manera indistinta en los diferentes componentes geomorfológicos, con mayor recurrencia en sectores asociados a pendientes suaves a moderadas y a la red de drenaje. En este contexto, la **Tabla 3.2.8-4** y **Tabla 3.2.8-5** presentan el inventario de procesos morfodinámicos, incluyendo tanto procesos erosivos como depositacionales, respectivamente, identificados en el marco del presente proyecto. La descripción detallada de estos procesos se desarrolla en el Capítulo 3.2.2 Geomorfología del presente estudio.

Tabla 3.2.8-4 Inventario de procesos morfodinámicos denudacionales identificados en campo.

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
1	Morf_01	4936146,24	2000000,82	Deslizamiento	 Fotografía 3.2.8-1 Morf_01
2	Morf_02	4938071,17	1989573,94	Socavación lateral	 Fotografía 3.2.8-2 Morf_02

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
3	Morf_03	4937609,28	1989518,48	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-3 Morf_03**
4	Morf_04	4928328,61	1995800,15	Deslizamiento	 **Fotografía 3.2.8-4 Morf_04**
5	Morf_05	4928289,01	1995773,11	Cárcava	 **Fotografía 3.2.8-5 Morf_05**
6	Morf_06	4938388,94	1993484,04	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-6 Morf_06**

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
7	Morf_07	4938858,14	1998982,21	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-7 Morf_07**
8	Morf_08	4938735,89	1998977,69	Deslizamiento	 **Fotografía 3.2.8-8 Morf_08**
9	Morf_09	4944222,34	1995421,98	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-9 Morf_09**
10	Morf_10	4930587,72	1985468,00	Socavación lateral	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-10 Morf_10
11	Morf_11	4930607,06	1985602,42	Erosión laminar	 **Fotografía 3.2.8-11 Morf_11**
12	Morf_12	4930543,48	1985672,82	Cárcava	 **Fotografía 3.2.8-12 Morf_12**
13	Morf_13	4930544,04	1985674,11	Deslizamiento	 **Fotografía 3.2.8-13 Morf_13**
14	Morf_14	4930519,82	1985689,23	Erosión laminar	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-14 Morf_14
15	Morf_15	4930446,06	1985756,50	Deslizamiento (desgarre)	 **Fotografía 3.2.8-15 Morf_15**
16	Morf_16	4938120,12	1993087,91	Cárcava	 **Fotografía 3.2.8-16 Morf_16**
17	Morf_17	4938391,13	1993425,30	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-17 Morf_17**
18	Morf_18	4938351,91	1993426,61	Socavación lateral	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-18 Morf_18
19	Morf_19	4932463,46	1985113,65	Erosión laminar	 **Fotografía 3.2.8-19 Morf_19**
20	Morf_20	4932401,09	1985291,36	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-20 Morf_20**
21	Morf_21	4932609,21	1985314,04	Erosión laminar	 **Fotografía 3.2.8-21 Morf_21**
22	Morf_22	4933353,88	1985260,48	Erosión laminar	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-22 Morf_22
23	Morf_23	4933642,61	1985238,17	Erosión laminar	 **Fotografía 3.2.8-23 Morf_23**
24	Morf_24	4933644,77	1985158,06	Deslizamiento	 **Fotografía 3.2.8-24 Morf_24**
25	Morf_25	4933662,33	1985128,58	Deslizamiento	 **Fotografía 3.2.8-25 Morf_25**
26	Morf_26	4933544,27	1985074,15	Socavación lateral	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-26 Morf_26
27	Morf_27	4934671,31	1985042,61	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-27 Morf_27**
28	Morf_28	4934651,89	1985319,97	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-28 Morf_28**
29	Morf_29	4934443,42	1985574,81	Cárcava	 **Fotografía 3.2.8-29 Morf_29**
30	Morf_30	4940963,52	1991405,23	Socavación lateral	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-30 Morf_30
31	Morf_31	4939911,13	1985710,39	Erosión laminar	 **Fotografía 3.2.8-31 Morf_31**
32	Morf_32	4939953,58	1985559,72	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-32 Morf_32**
33	Morf_33	4939948,56	1985523,63	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-33 Morf_33**
34	Morf_34	4942289,79	1996908,74	Erosión laminar	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-34 Morf_34
35	Morf_35	4935828,09	1993590,02	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-35 Morf_34**
36	Morf_36	4936657,19	1994033,65	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-36 Morf_35**
37	Morf_37	4927994,65	1995925,65	Deslizamiento (desgarre)	 **Fotografía 3.2.8-37 Morf_37**

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
38	Morf_38	4938158,43	1989225,30	Surcos	 Fotografía 3.2.8-38 Morf_38
39	Morf_39	4938076,18	1989589,44	Deslizamiento	 Fotografía 3.2.8-39 Morf_39
40	Morf_40	4937854,42	1989620,90	Erosión laminar	 Fotografía 3.2.8-40 Morf_40
41	Morf_41	4936959,80	1989694,06	Socavación lateral	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-41 Morf_41
42	Morf_42	4930293,72	1995254,26	Erosión laminar	 **Fotografía 3.2.8-42 Morf_42**
43	Morf_43	4930227,65	1995304,82	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-43 Morf_43**
44	Morf_44	4930257,33	1995251,55	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-44 Morf_44**
45	Morf_45	4928327,49	1995788,00	Socavación lateral	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-45 Morf_45
46	Morf_46	4938413,73	1993484,40	Socavación lateral	 Fotografía 3.2.8-46 Morf_46
47	Morf_47	4938859,43	1998980,19	Deslizamiento	 Fotografía 3.2.8-47 Morf_47
48	Morf_48	4935062,66	1986310,11	Socavación lateral	 Fotografía 3.2.8-48 Morf_48
49	Morf_49	4930551,42	1985408,17	Socavación lateral	

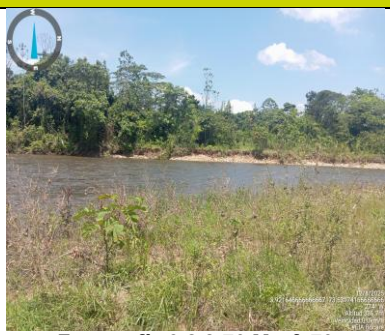
No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-49 Morf_49
50	Morf_50	4930590,50	1985469,47	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-50 Morf_50**
51	Morf_51	4930468,05	1985727,20	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-51 Morf_51**
52	Morf_52	4937826,37	1992755,88	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-52 Morf_52**
53	Morf_53	4938390,76	1993427,51	Deslizamiento (desgarre)	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-53 Morf_53
54	Morf_54	4933405,68	1985266,89	Erosión laminar	 **Fotografía 3.2.8-54 Morf_54**
55	Morf_55	4933602,08	1985205,05	Erosión laminar	 **Fotografía 3.2.8-55 Morf_55**
56	Morf_56	4933509,33	1985092,78	Erosión laminar	 **Fotografía 3.2.8-56 Morf_56**
57	Morf_57	4933564,05	1985052,39	Deslizamiento	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-57 Morf_57
58	Morf_58	4933664,93	1985054,90	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-58 Morf_58**
59	Morf_59	4933839,23	1985036,01	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-59 Morf_59**
60	Morf_60	4934578,60	1984997,31	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-60 Morf_60**
61	Morf_61	4934682,64	1985377,04	Socavación lateral	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-61 Morf_61
62	Morf_62	4934713,17	1985398,94	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-62 Morf_62**
63	Morf_63	4934623,82	1985610,86	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-63 Morf_63**
64	Morf_64	4934556,30	1985651,90	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-64 Morf_64**
65	Morf_65	4940990,86	1991361,38	Socavación lateral	

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					Fotografía 3.2.8-65 Morf_65
66	Morf_66	4938996,05	1986216,03	Surcos	 **Fotografía 3.2.8-66 Morf_66**
67	Morf_67	4940197,34	1986966,18	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-67 Morf_67**
68	Morf_68	4936634,05	1994006,04	Socavación lateral	 **Fotografía 3.2.8-68 Morf_68**
69	Morf_69	4927906,12	1995977,28	Erosión laminar	 **Fotografía 3.2.8-69 Morf_69**

No	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO	FOTOGRAFÍA
		ESTE (m)	NORTE (m)		
70	Morf_70	4938558,87	1988930,75	Socavación lateral	 Fotografía 3.2.8-70 Morf_70

Fuente: SGI SAS, 2025.

Tabla 3.2.8-5 Inventario de procesos morfodinámicos deposicionales identificados en el área de influencia fisicobiótica.

No.	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO
		ESTE (m)	NORTE (m)	
1	Sed_001	4944031,59	1995579,27	Sedimentación activa
2	Sed_002	4943500,24	1996087,69	Sedimentación activa
3	Sed_003	4944052,78	1995517,24	Sedimentación activa
4	Sed_004	4945602,09	1993755,37	Sedimentación activa
5	Sed_005	4945419,95	1993901,66	Sedimentación activa
6	Sed_006	4945366,13	1994146,59	Sedimentación activa
7	Sed_007	4945105,23	1994206,69	Sedimentación activa
8	Sed_008	4945204,53	1994190,10	Sedimentación activa
9	Sed_009	4945268,72	1994265,41	Sedimentación activa
10	Sed_010	4945111,95	1994435,10	Sedimentación activa
11	Sed_011	4945202,17	1994461,90	Sedimentación activa
12	Sed_012	4945478,42	1993802,89	Sedimentación activa
13	Sed_013	4945406,69	1994010,57	Sedimentación activa
14	Sed_014	4945367,37	1994224,18	Sedimentación activa
15	Sed_015	4945203,97	1994250,58	Sedimentación activa
16	Sed_016	4945239,33	1994614,82	Sedimentación activa
17	Sed_017	4944825,41	1994796,76	Sedimentación activa
18	Sed_018	4944768,18	1994876,91	Sedimentación activa
19	Sed_019	4944797,30	1994883,54	Sedimentación activa
20	Sed_020	4944570,96	1995037,32	Sedimentación activa
21	Sed_021	4944683,09	1994993,02	Sedimentación activa
22	Sed_022	4944608,19	1995120,77	Sedimentación activa
23	Sed_023	4944184,18	1995425,57	Sedimentación activa

No.	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO
		ESTE (m)	NORTE (m)	
24	Sed_024	4943923,26	1995822,78	Sedimentación activa
25	Sed_025	4943708,70	1995807,27	Sedimentación activa
26	Sed_026	4943575,39	1995983,23	Sedimentación activa
27	Sed_027	4943524,42	1996046,23	Sedimentación activa
28	Sed_028	4943532,99	1996110,81	Sedimentación activa
29	Sed_029	4943459,12	1996170,26	Sedimentación activa
30	Sed_030	4942126,68	1996723,03	Sedimentación activa
31	Sed_031	4942045,36	1996771,46	Sedimentación activa
32	Sed_032	4942046,79	1996812,95	Sedimentación activa
33	Sed_033	4941882,28	1996829,36	Sedimentación activa
34	Sed_034	4941883,14	1996888,49	Sedimentación activa
35	Sed_035	4941802,51	1996971,50	Sedimentación activa
36	Sed_036	4941720,25	1997070,83	Sedimentación activa
37	Sed_037	4941377,45	1997282,24	Sedimentación activa
38	Sed_038	4941229,75	1997361,13	Sedimentación activa
39	Sed_039	4941096,61	1997502,74	Sedimentación activa
40	Sed_040	4941061,40	1997540,79	Sedimentación activa
41	Sed_041	4940912,65	1997600,98	Sedimentación activa
42	Sed_042	4940657,07	1997749,10	Sedimentación activa
43	Sed_043	4940607,49	1997975,79	Sedimentación activa
44	Sed_044	4940441,59	1998105,53	Sedimentación activa
45	Sed_045	4940526,17	1998106,76	Sedimentación activa
46	Sed_046	4940335,40	1998119,58	Sedimentación activa
47	Sed_047	4940180,65	1998303,64	Sedimentación activa
48	Sed_048	4940226,86	1998287,66	Sedimentación activa
49	Sed_049	4940219,44	1998395,18	Sedimentación activa
50	Sed_050	4940155,33	1998496,92	Sedimentación activa
51	Sed_051	4940017,24	1998522,19	Sedimentación activa
52	Sed_052	4939878,59	1998585,19	Sedimentación activa
53	Sed_053	4939740,94	1998662,03	Sedimentación activa
54	Sed_054	4939683,27	1998769,78	Sedimentación activa
55	Sed_055	4939609,40	1998903,55	Sedimentación activa
56	Sed_056	4938613,54	1998999,43	Sedimentación activa
57	Sed_057	4939538,44	1998978,82	Sedimentación activa
58	Sed_058	4939477,62	1999039,29	Sedimentación activa
59	Sed_059	4939369,41	1999054,05	Sedimentación activa
60	Sed_060	4938447,13	1999025,82	Sedimentación activa
61	Sed_061	4939480,04	1999083,28	Sedimentación activa
62	Sed_062	4937671,53	1999113,09	Sedimentación activa

No.	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO
		ESTE (m)	NORTE (m)	
63	Sed_063	4939288,16	1999046,66	Sedimentación activa
64	Sed_064	4937636,27	1999103,19	Sedimentación activa
65	Sed_065	4939450,06	1999130,00	Sedimentación activa
66	Sed_066	4938767,45	1999005,00	Sedimentación activa
67	Sed_067	4938873,94	1999119,31	Sedimentación activa
68	Sed_068	4937904,95	1999033,39	Sedimentación activa
69	Sed_069	4937606,07	1999153,14	Sedimentación activa
70	Sed_070	4938252,83	1999172,21	Sedimentación activa
71	Sed_071	4938111,88	1999147,14	Sedimentación activa
72	Sed_072	4937490,71	1999221,37	Sedimentación activa
73	Sed_073	4938961,10	1999225,06	Sedimentación activa
74	Sed_074	4937465,91	1999222,79	Sedimentación activa
75	Sed_075	4937428,37	1999276,87	Sedimentación activa
76	Sed_076	4937357,20	1999329,80	Sedimentación activa
77	Sed_077	4937244,18	1999395,47	Sedimentación activa
78	Sed_078	4937197,70	1999408,79	Sedimentación activa
79	Sed_079	4937124,33	1999504,42	Sedimentación activa
80	Sed_080	4937072,86	1999587,80	Sedimentación activa
81	Sed_081	4936754,13	1999734,37	Sedimentación activa
82	Sed_082	4936751,35	1999826,49	Sedimentación activa
83	Sed_083	4936937,80	1999634,65	Sedimentación activa
84	Sed_084	4944347,38	1999766,16	Sedimentación activa
85	Sed_085	4935234,17	1999895,51	Sedimentación activa
86	Sed_086	4936180,72	1999914,11	Sedimentación activa
87	Sed_087	4936271,58	1999918,41	Sedimentación activa
88	Sed_088	4935180,79	1999931,32	Sedimentación activa
89	Sed_089	4935951,08	1999967,49	Sedimentación activa
90	Sed_090	4936267,89	1999968,20	Sedimentación activa
91	Sed_091	4936141,82	1999977,04	Sedimentación activa
92	Sed_092	4936016,62	1999972,75	Sedimentación activa
93	Sed_093	4935738,82	2000036,10	Sedimentación activa
94	Sed_094	4935697,34	2000068,79	Sedimentación activa
95	Sed_095	4934851,37	2000077,51	Sedimentación activa
96	Sed_096	4938661,95	1988716,87	Sedimentación activa
97	Sed_097	4938555,01	1988935,67	Sedimentación activa
98	Sed_098	4938542,86	1988998,93	Sedimentación activa
99	Sed_099	4938483,99	1989067,76	Sedimentación activa
100	Sed_100	4942998,78	1989250,10	Sedimentación activa
101	Sed_101	4942774,36	1989491,13	Sedimentación activa

No.	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO
		ESTE (m)	NORTE (m)	
102	Sed_102	4942659,24	1989462,75	Sedimentación activa
103	Sed_103	4942978,77	1989497,35	Sedimentación activa
104	Sed_104	4942845,13	1989547,31	Sedimentación activa
105	Sed_105	4942454,96	1989533,03	Sedimentación activa
106	Sed_106	4942590,23	1989668,35	Sedimentación activa
107	Sed_107	4942263,22	1989629,95	Sedimentación activa
108	Sed_108	4942071,42	1989799,16	Sedimentación activa
109	Sed_109	4941793,67	1989980,33	Sedimentación activa
110	Sed_110	4941655,80	1990096,37	Sedimentación activa
111	Sed_111	4941729,95	1990122,79	Sedimentación activa
112	Sed_112	4941692,27	1990205,69	Sedimentación activa
113	Sed_113	4941724,95	1990517,09	Sedimentación activa
114	Sed_114	4941503,76	1990477,95	Sedimentación activa
115	Sed_115	4941558,98	1990506,67	Sedimentación activa
116	Sed_116	4941624,17	1990563,76	Sedimentación activa
117	Sed_117	4941356,30	1990784,26	Sedimentación activa
118	Sed_118	4941242,57	1990863,43	Sedimentación activa
119	Sed_119	4941271,75	1991092,77	Sedimentación activa
120	Sed_120	4941006,85	1991386,30	Sedimentación activa
121	Sed_121	4940818,28	1991695,04	Sedimentación activa
122	Sed_122	4940484,74	1991979,79	Sedimentación activa
123	Sed_123	4940334,74	1992105,13	Sedimentación activa
124	Sed_124	4940213,59	1992172,69	Sedimentación activa
125	Sed_125	4940173,45	1992259,82	Sedimentación activa
126	Sed_126	4940155,16	1992354,99	Sedimentación activa
127	Sed_127	4940321,42	1992633,41	Sedimentación activa
128	Sed_128	4940123,90	1992551,96	Sedimentación activa
129	Sed_129	4940202,96	1992642,00	Sedimentación activa
130	Sed_130	4940106,61	1992786,80	Sedimentación activa
131	Sed_131	4939817,46	1992977,07	Sedimentación activa
132	Sed_132	4939461,49	1993209,86	Sedimentación activa
133	Sed_133	4939261,02	1993309,01	Sedimentación activa
134	Sed_134	4938258,73	1993453,53	Sedimentación activa
135	Sed_135	4938487,92	1993483,56	Sedimentación activa
136	Sed_136	4938168,83	1993685,54	Sedimentación activa
137	Sed_137	4937762,26	1993757,19	Sedimentación activa
138	Sed_138	4938157,99	1993753,70	Sedimentación activa
139	Sed_139	4937286,17	1993787,43	Sedimentación activa
140	Sed_140	4937482,84	1993768,37	Sedimentación activa

No.	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO
		ESTE (m)	NORTE (m)	
141	Sed_141	4937416,77	1993839,66	Sedimentación activa
142	Sed_142	4937451,99	1993864,78	Sedimentación activa
143	Sed_143	4936551,73	1994041,87	Sedimentación activa
144	Sed_144	4934940,64	1993960,22	Sedimentación activa
145	Sed_145	4935176,11	1994080,30	Sedimentación activa
146	Sed_146	4935911,08	1994115,51	Sedimentación activa
147	Sed_147	4936158,48	1994095,18	Sedimentación activa
148	Sed_148	4935492,64	1994037,50	Sedimentación activa
149	Sed_149	4935752,15	1994142,93	Sedimentación activa
150	Sed_150	4934368,32	1994179,02	Sedimentación activa
151	Sed_151	4934264,13	1994178,42	Sedimentación activa
152	Sed_152	4934430,82	1994230,03	Sedimentación activa
153	Sed_153	4934360,79	1994366,49	Sedimentación activa
154	Sed_154	4933880,23	1994476,20	Sedimentación activa
155	Sed_155	4932906,86	1994441,15	Sedimentación activa
156	Sed_156	4933997,12	1994312,19	Sedimentación activa
157	Sed_157	4933954,12	1994492,62	Sedimentación activa
158	Sed_158	4934135,33	1994521,64	Sedimentación activa
159	Sed_159	4934236,16	1994524,96	Sedimentación activa
160	Sed_160	4933172,80	1994521,28	Sedimentación activa
161	Sed_161	4933052,79	1994484,83	Sedimentación activa
162	Sed_162	4933671,11	1994519,78	Sedimentación activa
163	Sed_163	4933311,40	1994555,03	Sedimentación activa
164	Sed_164	4934280,05	1994541,34	Sedimentación activa
165	Sed_165	4933378,96	1994585,59	Sedimentación activa
166	Sed_166	4933349,59	1994602,77	Sedimentación activa
167	Sed_167	4933559,78	1994577,63	Sedimentación activa
168	Sed_168	4933217,19	1994618,62	Sedimentación activa
169	Sed_169	4932813,02	1994722,98	Sedimentación activa
170	Sed_170	4932259,22	1994711,83	Sedimentación activa
171	Sed_171	4931817,19	1994797,79	Sedimentación activa
172	Sed_172	4931453,13	1994759,70	Sedimentación activa
173	Sed_173	4931240,12	1994863,13	Sedimentación activa
174	Sed_174	4930762,84	1994926,20	Sedimentación activa
175	Sed_175	4931129,82	1994959,60	Sedimentación activa
176	Sed_176	4930986,05	1994937,67	Sedimentación activa
177	Sed_177	4930587,17	1995013,42	Sedimentación activa
178	Sed_178	4930462,74	1995129,74	Sedimentación activa
179	Sed_179	4930409,90	1995185,08	Sedimentación activa

No.	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO
		ESTE (m)	NORTE (m)	
180	Sed_180	4930381,64	1995200,40	Sedimentación activa
181	Sed_181	4930203,25	1995307,56	Sedimentación activa
182	Sed_182	4929744,52	1995339,87	Sedimentación activa
183	Sed_183	4930047,58	1995322,90	Sedimentación activa
184	Sed_184	4928983,06	1995396,32	Sedimentación activa
185	Sed_185	4929025,72	1995419,80	Sedimentación activa
186	Sed_186	4929196,81	1995461,28	Sedimentación activa
187	Sed_187	4928983,97	1995490,84	Sedimentación activa
188	Sed_188	4929177,33	1995493,18	Sedimentación activa
189	Sed_189	4928197,99	1995499,59	Sedimentación activa
190	Sed_190	4928494,34	1995478,63	Sedimentación activa
191	Sed_191	4941338,55	1990717,44	Sedimentación activa
192	Sed_192	4940044,96	1992756,54	Sedimentación activa
193	Sed_193	4939960,05	1992884,25	Sedimentación activa
194	Sed_194	4939379,52	1993208,78	Sedimentación activa
195	Sed_195	4938222,48	1993534,10	Sedimentación activa
196	Sed_196	4934770,43	1993963,98	Sedimentación activa
197	Sed_197	4927988,38	1995489,51	Sedimentación activa
198	Sed_198	4929637,76	1995473,34	Sedimentación activa
199	Sed_199	4945163,03	1994744,51	Sedimentación activa
200	Sed_200	4943244,14	1996255,84	Sedimentación activa
201	Sed_201	4943384,11	1996261,09	Sedimentación activa
202	Sed_202	4943070,36	1996432,71	Sedimentación activa
203	Sed_203	4942357,38	1996645,82	Sedimentación activa
204	Sed_204	4942534,95	1996658,06	Sedimentación activa
205	Sed_205	4942687,69	1996691,08	Sedimentación activa
206	Sed_206	4942810,15	1996681,47	Sedimentación activa
207	Sed_207	4942954,66	1996690,33	Sedimentación activa
208	Sed_208	4941546,95	1997132,51	Sedimentación activa
209	Sed_209	4939066,30	1999195,12	Sedimentación activa
210	Sed_210	4935804,12	1999668,36	Sedimentación activa
211	Sed_211	4935497,75	1999760,92	Sedimentación activa
212	Sed_212	4935604,85	1999993,04	Sedimentación activa
213	Sed_213	4936366,82	2000008,48	Sedimentación activa
214	Sed_214	4936523,53	2000001,84	Sedimentación activa
215	Sed_215	4936709,36	2000023,15	Sedimentación activa
216	Sed_216	4932240,52	1985379,03	Sedimentación activa
217	Sed_217	4930426,70	1985660,76	Sedimentación activa
218	Sed_218	4930412,03	1985704,36	Sedimentación activa

No.	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO
		ESTE (m)	NORTE (m)	
219	Sed_219	4941574,35	1988088,85	Sedimentación activa
220	Sed_220	4941429,71	1988156,98	Sedimentación activa
221	Sed_221	4939087,95	1988183,40	Sedimentación activa
222	Sed_222	4939107,87	1988245,87	Sedimentación activa
223	Sed_223	4939919,54	1988261,39	Sedimentación activa
224	Sed_224	4939972,15	1988324,19	Sedimentación activa
225	Sed_225	4938890,80	1988353,77	Sedimentación activa
226	Sed_226	4940885,17	1988367,04	Sedimentación activa
227	Sed_227	4940944,79	1988370,34	Sedimentación activa
228	Sed_228	4938829,37	1988429,36	Sedimentación activa
229	Sed_229	4938743,12	1988518,53	Sedimentación activa
230	Sed_230	4943281,02	1989173,69	Sedimentación activa
231	Sed_231	4938298,57	1989276,71	Sedimentación activa
232	Sed_232	4943181,97	1989294,24	Sedimentación activa
233	Sed_233	4938307,07	1989377,23	Sedimentación activa
234	Sed_234	4941909,66	1989817,76	Sedimentación activa
235	Sed_235	4936494,38	1990054,06	Sedimentación activa
236	Sed_236	4936009,87	1990115,30	Sedimentación activa
237	Sed_237	4934124,34	1990893,00	Sedimentación activa
238	Sed_238	4933011,58	1990908,04	Sedimentación activa
239	Sed_239	4934352,46	1991017,67	Sedimentación activa
240	Sed_240	4940937,07	1991584,89	Sedimentación activa
241	Sed_241	4939101,64	1993512,59	Sedimentación activa
242	Sed_242	4938313,33	1993477,38	Sedimentación activa
243	Sed_243	4936051,47	1993635,76	Sedimentación activa
244	Sed_244	4935765,89	1993657,44	Sedimentación activa
245	Sed_245	4936785,45	1993781,05	Sedimentación activa
246	Sed_246	4936734,05	1993787,26	Sedimentación activa
247	Sed_247	4936304,59	1993764,56	Sedimentación activa
248	Sed_248	4936975,46	1993825,27	Sedimentación activa
249	Sed_249	4936835,96	1993885,01	Sedimentación activa
250	Sed_250	4937230,64	1993968,67	Sedimentación activa
251	Sed_251	4936861,48	1993934,39	Sedimentación activa
252	Sed_252	4936649,29	1994017,11	Sedimentación activa
253	Sed_253	4935257,61	1994020,49	Sedimentación activa
254	Sed_254	4937041,76	1994067,02	Sedimentación activa
255	Sed_255	4932398,46	1994718,14	Sedimentación activa
256	Sed_256	4932036,54	1994717,24	Sedimentación activa
257	Sed_257	4929447,42	1995560,22	Sedimentación activa

No.	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		TIPO DE PROCESO
		ESTE (m)	NORTE (m)	
258	Sed_258	4929277,37	1995543,68	Sedimentación activa
259	Sed_259	4943552,81	1996116,15	Sedimentación activa
260	Sed_260	4943499,34	1996162,96	Sedimentación activa
261	Sed_261	4943502,77	1996205,00	Sedimentación activa
262	Sed_262	4942115,50	1996773,13	Sedimentación activa
263	Sed_263	4941724,19	1997105,74	Sedimentación activa
264	Sed_264	4940381,69	1998142,07	Sedimentación activa
265	Sed_265	4940256,36	1998190,00	Sedimentación activa
266	Sed_266	4938776,06	1999072,38	Sedimentación activa
267	Sed_267	4936248,23	1999919,40	Sedimentación activa
268	Sed_268	4935795,82	1999852,97	Sedimentación activa
269	Sed_269	4935581,70	1999881,58	Sedimentación activa
270	Sed_270	4938430,55	1989187,22	Sedimentación activa
271	Sed_271	4942865,74	1989428,92	Sedimentación activa
272	Sed_272	4942830,92	1989471,27	Sedimentación activa
273	Sed_273	4943030,20	1989389,38	Sedimentación activa
274	Sed_274	4937741,63	1989671,75	Sedimentación activa
275	Sed_275	4942638,44	1989595,64	Sedimentación activa
276	Sed_276	4941626,11	1990341,71	Sedimentación activa
277	Sed_277	4935680,18	1990727,76	Sedimentación activa
278	Sed_278	4941254,67	1991041,87	Sedimentación activa
279	Sed_279	4932273,16	1991426,82	Sedimentación activa
280	Sed_280	4940225,44	1992490,51	Sedimentación activa
281	Sed_281	4939303,66	1993214,41	Sedimentación activa
282	Sed_282	4937468,31	1993802,87	Sedimentación activa
283	Sed_283	4934850,37	1993935,44	Sedimentación activa
284	Sed_284	4937024,95	1993952,35	Sedimentación activa
285	Sed_285	4936136,22	1993954,14	Sedimentación activa
286	Sed_286	4933822,72	1994317,34	Sedimentación activa
287	Sed_287	4931592,45	1994751,20	Sedimentación activa
288	Sed_288	4931155,74	1994820,12	Sedimentación activa
289	Sed_289	4931195,21	1994862,24	Sedimentación activa
290	Sed_290	4931110,81	1994942,86	Sedimentación activa
291	Sed_291	4931164,66	1994963,60	Sedimentación activa
292	Sed_292	4929045,13	1995456,56	Sedimentación activa
293	Sed_293	4928064,24	1995508,16	Sedimentación activa

Fuente: SGI SAS, 2025

Adicionalmente, se incluye dentro de esta variable el inventario de procesos morfodinámicos identificado mediante el análisis multitemporal, realizado a partir de la interpretación comparativa de

fotografías aéreas correspondientes a los años 2009 (**Tabla 3.2.8-6**), 2012 (**Tabla 3.2.8-7**), 2016 (**Tabla 3.2.8-8**) y 2023 (**Tabla 3.2.8-9**).

Tabla 3.2.8-6 Procesos morfodinámicos identificados para 2009 en el área de influencia

No.	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	CANTIDAD	OBSERVACIÓN
1	Denudativo	Cárcavas	5	Información secundaria y fotointerpretación
2	Denudativo	Erosión Laminar	38	Información secundaria y fotointerpretación
3	Denudativo	Deslizamiento	4	Información secundaria y fotointerpretación
4	Deposicional	Sedimentación activa	402	Información secundaria y fotointerpretación
TOTAL			**449**	

Fuente: SGI SAS, 2025

Tabla 3.2.8-7 Procesos morfodinámicos identificados para 2012 en el área de influencia

No.	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	CANTIDAD	OBSERVACIÓN
1	Denudativo	Cárcavas	3	Información secundaria y fotointerpretación
2	Denudativo	Erosión Laminar	20	Información secundaria y fotointerpretación
3	Denudativo	Deslizamiento	3	Información secundaria y fotointerpretación
4	Deposicional	Sedimentación activa	311	Información secundaria y fotointerpretación
TOTAL			337	

Fuente: SGI SAS, 2025

Tabla 3.2.8-8 Procesos morfodinámicos identificados para 2016 en el área de influencia

No.	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	CANTIDAD	OBSERVACIÓN
1	Denudativo	Cárcavas	2	Información secundaria y fotointerpretación
2	Denudativo	Erosión Laminar	87	Información secundaria y fotointerpretación
3	Denudativo	Deslizamiento	2	Información secundaria y fotointerpretación
4	Deposicional	Sedimentación activa	209	Información secundaria y fotointerpretación
TOTAL			300	

Fuente: SGI SAS, 2025

Tabla 3.2.8-9 Procesos morfodinámicos identificados para 2023 en el área de influencia

No.	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	CANTIDAD	OBSERVACIÓN
1	Denudativo	Cárcavas	3	Información secundaria y fotointerpretación
2	Denudativo	Erosión Laminar	88	Información secundaria y fotointerpretación
3	Denudativo	Deslizamiento	5	Información secundaria y fotointerpretación
4	Denudativo	Socavación lateral	1	Información secundaria y fotointerpretación

No.	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	CANTIDAD	OBSERVACIÓN
5	Deposicional	Sedimentación activa	293	Información secundaria y fotointerpretación
TOTAL			390	

Fuente: SGI SAS, 2025

En la **Tabla 3.2.8-10** se presenta la información compilada de todos los procesos identificados en la revisión de información secundaria, fotointerpretación y trabajo de campo para los años analizados (2009, 2012, 2016, 2023 y 2025), la cual será incluida en la evaluación final de esta variable. El inventario consolidado permitió identificar un total de 331 eventos morfodinámicos, distribuidos en cinco tipos principales de procesos: erosión laminar, socavación lateral, cárcavas, deslizamientos y surcos.

Tabla 3.2.8-10 Procesos morfodinámicos identificados en el análisis multitemporal para el área de influencia

No.	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	CANTIDAD	OBSERVACIÓN
1	Denudativo	Cárcavas	17	Información secundaria, fotointerpretación y trabajo de campo
2	Denudativo	Erosión Laminar	247	Información secundaria, fotointerpretación y trabajo de campo
3	Denudativo	Deslizamiento	26	Información secundaria, fotointerpretación y trabajo de campo
4	Denudativo	Socavación lateral	39	Información secundaria, fotointerpretación y trabajo de campo
5	Denudativo	Surcos	2	Información secundaria, fotointerpretación y trabajo de campo
6	Deposicional	Sedimentación activa	1215	Información secundaria, fotointerpretación y trabajo de campo
TOTAL			1546	

Fuente: SGI SAS, 2025

Esta variable es calificada de manera puntual a cada proceso identificado de acuerdo con su área de afectación y se considera uno de los factores más determinantes en la estabilidad de un terreno, por esta razón, se asignó calificaciones entre 0 y 2, siendo 0 un grado de estabilidad muy alta, con baja susceptibilidad a presentar eventos de remoción en masa.

En la **Tabla 3.2.8-11** se presentan los procesos morfodinámicos identificados dentro del área de influencia junto con su respectiva valoración.

Tabla 3.2.8-11 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia

FACTOR	DESCRIPCIÓN	RANGO	TIPO DE PROCESO	CATEGORÍAS	PESO
Morfodinámica **(Md)**	Áreas afectadas por procesos morfodinámicos.	0 - 2	Denudativo	Deslizamiento	2.0
				Socavación lateral	1.5
				Surcos	1.5
				Erosión laminar	1.0
				Cárcavas	2.0
			Deposicional	Barras	2.0

FACTOR	DESCRIPCIÓN	RANGO	TIPO DE PROCESO	CATEGORÍAS	PESO
				Islas	1.8

Fuente: SGI SAS, 2025.

Para la construcción de la capa correspondiente al factor morfodinámica, se aplicó un procedimiento de bufferización sobre los 331 eventos morfodinámicos identificados, tanto a partir del análisis multitemporal, realizado mediante la interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas correspondientes a los años 2009, 2012, 2016 y 2023, como de la campaña de trabajo de campo ejecutada en 2025. El buffer se generó considerando un área de influencia de 10 m, con el propósito de adoptar un enfoque conservador que permitiera incorporar un entorno representativo alrededor de cada proceso morfodinámico identificado.

De manera complementaria, en el análisis multitemporal se incorporaron 1.215 eventos asociados a procesos de sedimentación activa, los cuales fueron integrados al factor morfodinámica dada su incidencia en la configuración del relieve y en la estabilidad local del terreno.

Durante el procesamiento en ambiente SIG, se identificaron sectores con superposición espacial, dando lugar a la conformación de agrupaciones o clústeres de procesos. En estos casos, se asignó a cada clúster el valor máximo de susceptibilidad entre los procesos individuales que lo componen, con el fin de mantener un criterio de clasificación coherente, conservador y acorde con el enfoque preventivo del análisis morfodinámico.

En la **Figura 3.2.8-4** se presenta el mapa con la distribución de los procesos morfodinámicos identificados dentro del área de influencia y los pesos asignados a cada uno de ellos.

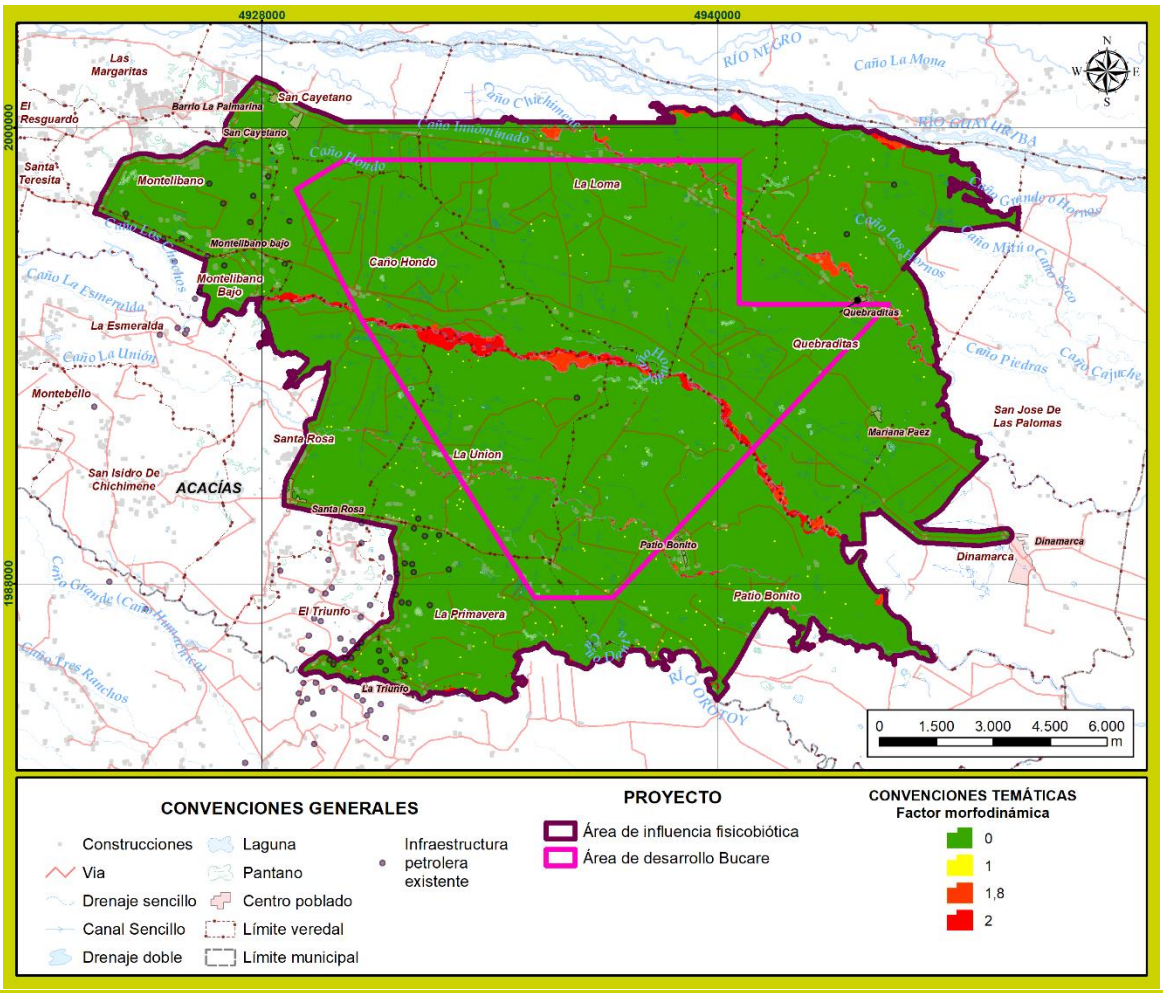


Figura 3.2.8-4 Mapa correspondiente al factor morfodinámico

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025

De acuerdo con la **Figura 3.2.8-4**, la **Tabla 3.2.8-10**, en el área de influencia se identificaron 331 eventos morfodinámicos de carácter denudacional, a los cuales se suman 1.215 eventos deposicionales asociados a procesos de sedimentación activa, reconocidos a partir del análisis multitemporal. En el conjunto de procesos denudacionales, la erosión laminar constituye el proceso predominante, con 247 eventos, lo que evidencia una remoción superficial del suelo de carácter extensivo y ampliamente distribuida en el área de estudio.

En segundo lugar, se registran 39 eventos de socavación lateral, los cuales se encuentran estrechamente asociados a la dinámica fluvial activa y a condiciones de inestabilidad localizada en las márgenes de los drenajes. De manera posterior, se identifican 17 eventos de cárcavas y 26 deslizamientos, correspondientes a procesos de mayor energía y mayor grado de evolución morfológica dentro del sistema denudativo, con potencial de generar modificaciones más significativas en el relieve a escala local.

Finalmente, se reportan 2 eventos de formación de surcos, interpretados como manifestaciones incipientes de erosión lineal, las cuales, bajo condiciones favorables de escorrentía superficial, concentración de flujos y pérdida de cobertura vegetal, pueden evolucionar hacia formas erosivas más desarrolladas.

Los procesos de sedimentación activa se asocian de manera funcional a la dinámica deposicional del área y se concentran principalmente en cauces, márgenes y sectores de menor pendiente, donde se produce la acumulación temporal o recurrente de materiales transportados.

3.2.8.1.4 Intervalo de pendiente

La pendiente juega un papel determinante en la estabilidad del terreno, siendo una variable inversamente proporcional a esta: a mayores valores de pendiente, mayor probabilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa, mientras que las pendientes bajas tienden a generar condiciones de mayor estabilidad. En muchos casos, la estabilidad de un área está directamente condicionada por la existencia de fenómenos gravitacionales, en los cuales la inclinación del terreno actúa como el principal factor detonante, favoreciendo el desplazamiento de materiales no consolidados o con baja cohesión.

En el área de influencia físico-biótica del Estudio de Impacto Ambiental Área de Desarrollo Bucare, las pendientes del terreno varían entre 0% y 50%, mostrando una distribución dominada por rangos bajos, lo que evidencia un relieve predominantemente plano a ligeramente inclinado. Los valores fueron obtenidos a partir del modelo digital de elevación con resolución espacial de 5 metros, el cual cubre tanto el Área Bucare como el área de influencia establecida para el análisis.

De acuerdo con la caracterización cuantitativa, el rango de pendiente con mayor representatividad dentro del área de influencia físico-biótica corresponde a 1–3%, con 17.328,96 ha (69,30%), seguido de la categoría 3–7%, con 5.170,61 ha (20,68%), lo que confirma que el relieve dominante es de tipo suavemente inclinado. En menor proporción se identifican las pendientes entre 0–1%, con 2.094,27 ha (8,38%), asociadas a superficies casi planas o topográficamente estables. Los rangos superiores a 7% presentan una participación marginal, con 1,25% (312,08 ha) para el intervalo 7–12%, 0,37% (92,71 ha) para 12–25%, y únicamente 0,03% (6,40 ha) entre 25–50%, evidenciando una presencia muy reducida de zonas con pendientes fuertes o escarpadas.

El intervalo de pendiente constituye uno de los factores de mayor incidencia sobre la estabilidad geotécnica del terreno, motivo por el cual se le asignó un peso relativo entre 0 y 2 en el proceso de valoración de la estabilidad, siendo 0 la condición más estable y 2 la de mayor susceptibilidad. En la **Tabla 3.2.8-12** se presentan los intervalos de pendiente identificados en el área de influencia físico-biótica y los valores asociados, que constituyen un insumo esencial para la evaluación de la susceptibilidad a procesos erosivos e inundaciones.

Tabla 3.2.8-12 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos de remoción en masa asociada a los intervalos de pendiente identificados en el área de influencia

FACTOR	DESCRIPCIÓN	RANGO	CATEGORÍAS	PESO
Intervalo de Pendiente **(P)**	Grado de inclinación del terreno	0 - 2	A nivel (0-1%)	0.1
			Ligeramente plana (1-3%)	0.2
			Ligeramente inclinada (3-7%)	0.3
			Moderadamente inclinada (7-12%)	0.5
			Fuertemente inclinada (12-25%)	0.7
			Ligeramente escarpada o ligeramente empinada (25-50%)	0.9
			Moderadamente escarpada o moderadamente empinada (50-75%)	1.3
			Fuertemente escarpada o fuertemente empinada (75-100%)	1.7
			Totalmente escarpada (>100%)	2.0

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025.

En la **Figura 3.2.8-5** se presenta el mapa con la distribución de los diferentes intervalos de pendiente identificados dentro del área de influencia y los pesos asignados a cada uno de ellos.

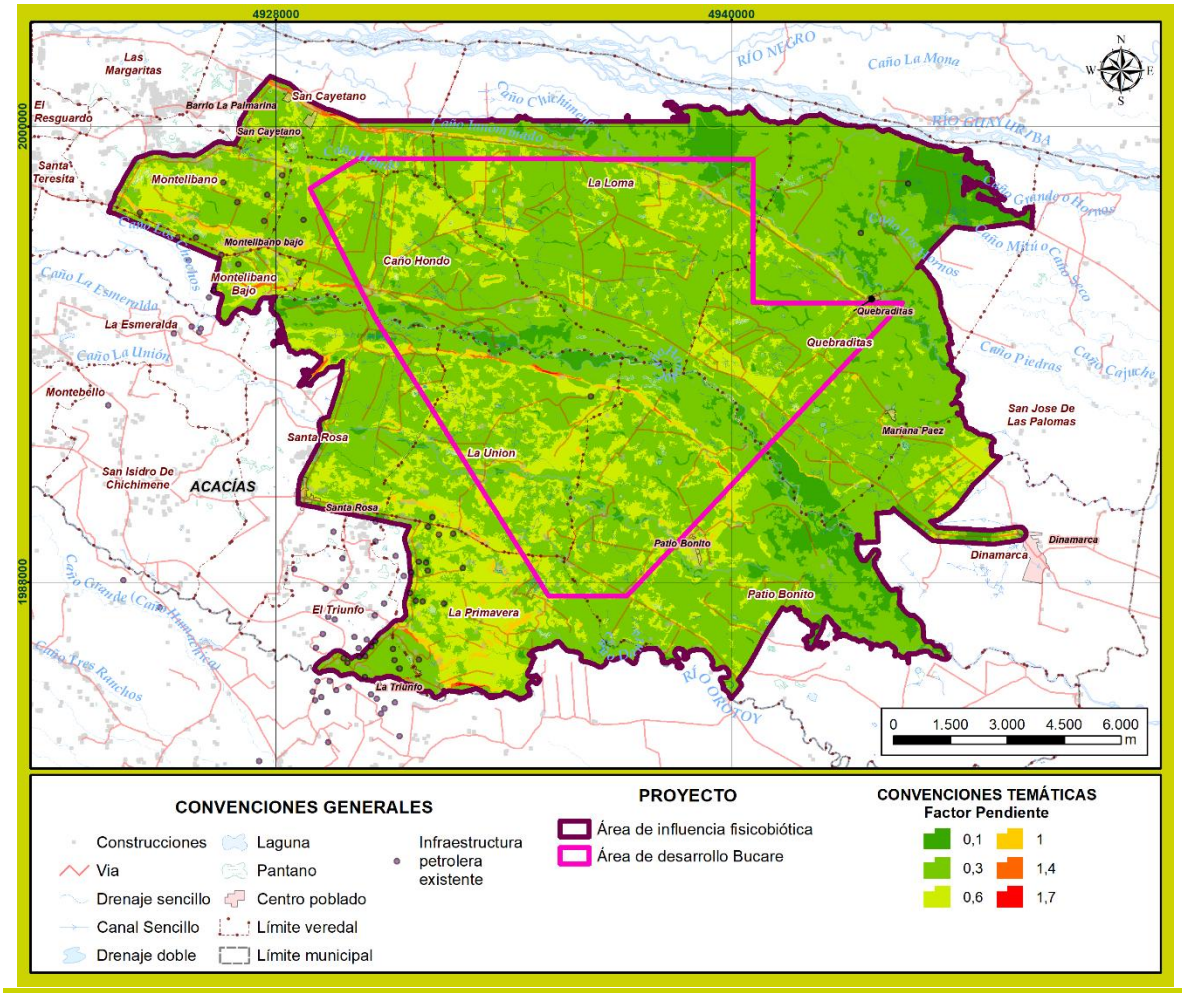


Figura 3.2.8-5 Mapa correspondiente al factor intervalo de pendiente

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025

Tal como se puede observar en la **Figura 3.2.8-5**, la mayor parte del área de influencia se encuentra conformada por pendientes menores o iguales al 7%, agrupadas en las categorías a nivel (0-1%), ligeramente plana (1-3%) y ligeramente inclinada (3-7%), que en conjunto representan 96,36% del área total (2.094,27 ha, 17.328,96 ha y 5.170,61 ha). Por su parte, únicamente 3,64% del área corresponde a pendientes mayores al 7% y menores al 50%, distribuidas en los rangos 7-12% (1,25%), 12-25% (0,37%) y 25-50% (0,03%).

Esta distribución confirma que el área de influencia presenta un relieve dominantemente plano a suavemente inclinado, lo cual favorece condiciones de estabilidad geomorfológica y una baja susceptibilidad a la ocurrencia de procesos de remoción en masa asociados a inestabilidad por pendiente. No obstante, se recomienda considerar localmente las zonas con valores superiores al 7%, especialmente en sectores próximos a drenajes o áreas con intervención antrópica, acumulación de agua o pérdida de cobertura vegetal.

3.2.8.1.5 Tectónica

Si bien en el Área de Desarrollo Bucare se reconoce la presencia de estructuras en profundidad asociadas a la configuración tectónica regional, estas no presentan evidencia morfológica directa en superficie, razón por la cual no se consideran un factor de inestabilidad geotécnica ni un elemento detonante relevante para la ocurrencia de procesos morfodinámicos. No obstante, en el sector noroccidental del área se identificó un lineamiento morfológico coincidente con la unidad geomorfológica Escarpe de Abanico Aluvial Estructural, el cual se incorpora como objeto de análisis espacial específico para la variable tectónica mediante la delimitación de un buffer de 150 m a cada lado (300 m en total), con el fin de establecer un corredor de precaución asociado a la geomorfología de la zona, en concordancia con estudios ambientales previos desarrollados en áreas aledañas.

Bajo este criterio, el factor tectónico se clasifica como de baja influencia en la mayor parte del área de evaluación, asignando un valor de 0 en la escala de susceptibilidad definida entre 0 y 1, según se presenta en la **Tabla 3.2.8-13**. Únicamente el corredor delimitado en torno al escarpe estructural se clasifica como zona con evidencia morfológica de influencia tectónica, asignándole peso 1, con fines preventivos, de seguimiento y como criterio espacial para la integración de las variables.

Tabla 3.2.8-13 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos de remoción en masa asociado a la tectónica del área de influencia

FACTOR	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	PESO
Tectónica **(T)**	Zonas con afectación asociada a fallas o estructuras geológicas con evidencia morfológica.	Área con afectación tectónica y evidencia morfológica observable en superficie.	1
	Zonas sin evidencia morfológica de afectación por fallas o estructuras geológicas.	Área con baja influencia tectónica, sin presencia de fallas geológicas aflorantes.	0

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025.

En la **Figura 3.2.8-6** se presenta el mapa del Área de Desarrollo Bucare con el peso asignado a este factor.

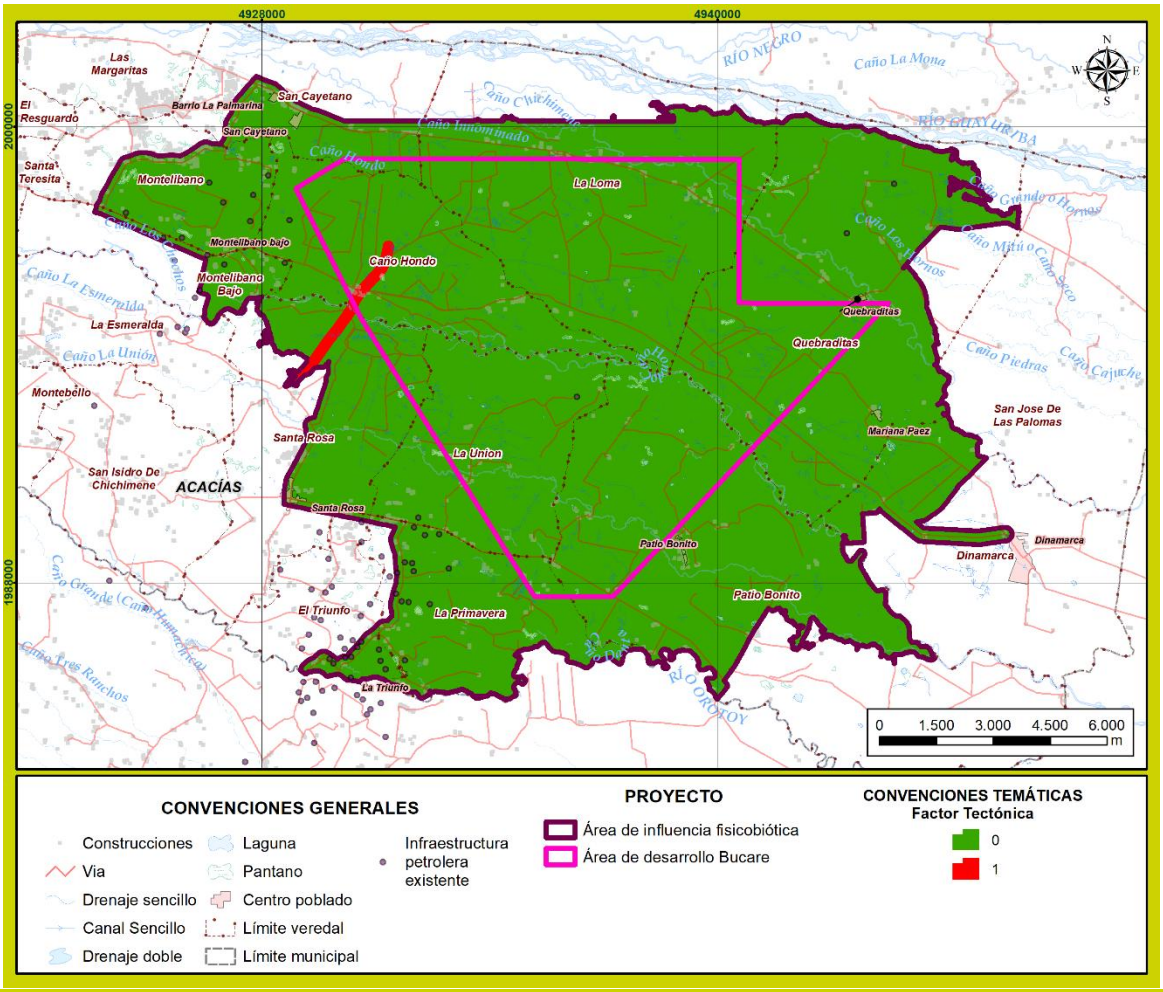


Figura 3.2.8-6 Mapa correspondiente al factor tectónica.

Fuente: S.G.I. S.A.S, 2025

Dado que en el área de influencia únicamente se identifica un lineamiento con expresión morfológica, el factor tectónico se concentra exclusivamente en este sector, asignándole un valor de 1. Para el resto del territorio evaluado, este parámetro no representa un elemento determinante en la estabilidad del terreno, por lo cual se asigna un peso de 0 en la valoración de susceptibilidad. La distribución espacial de esta clasificación se ilustra en la **Figura 3.2.8-6.**

3.2.8.1.6 Litología

La litología hace referencia al tipo de material que constituye el terreno, es decir, las unidades litológicas aflorantes o presentes en el área. Este es uno de los principales factores a considerar en la determinación de la estabilidad, debido a que la génesis, composición y estructura de las rocas, incide directamente en la susceptibilidad del terreno a la meteorización y al desarrollo de procesos erosivos y/o procesos de remoción en masa.

En el caso del Área de Desarrollo Bucare, se encuentran depósitos de edad Cuaternario, con un grado de compactación variable que incide en la estabilidad del terreno, facilitando la aparición de procesos morfodinámicos. Por esta razón, la valoración de las unidades litológicas se realizó teniendo en cuenta las características intrínsecas de las mismas.

En términos litológicos, el Área de Desarrollo Bucare está conformada principalmente por depósitos cuaternarios de origen aluvial, dentro de los cuales se identificaron las siguientes unidades: Depósitos aluviales de drenajes mayores, Depósitos aluviales de drenajes menores, Depósitos de abanico aluvial, Depósitos de planos de inundación de drenajes mayores, así como Depósitos de terraza alta, media y baja, cada uno con diferente grado de consolidación. En general, estas unidades se caracterizan por materiales no consolidados a moderadamente consolidados, con variabilidad granulométrica y propiedades físicas dependientes del ambiente de formación y nivel de retrabajo sedimentario.

De acuerdo con la caracterización litológica y las observaciones realizadas durante el trabajo de campo, no se evidenciaron deformaciones superficiales asociadas a pérdida de capacidad soporte, hundimientos, deformación de plataformas, ni afectaciones geotécnicas sobre la infraestructura existente, lo cual sugiere un desempeño litológico adecuado bajo las condiciones actuales de uso y carga.

Para el área de influencia, se asignó un valor entre 0 - 1 a cada litología aflorante de acuerdo con la susceptibilidad de las rocas y depósitos no consolidados a los procesos denudacionales, los cuales se presentan en la **Tabla 3.2.8-14**; posteriormente, se analiza cada unidad acorde a los rangos de estabilidad, teniendo en cuenta las características litológicas propias de cada unidad aflorante.

Tabla 3.2.8-14 Valoración del grado de susceptibilidad a procesos morfodinámicos asociado a las litologías identificadas en el área de influencia

FACTOR	DESCRIPCIÓN	RANGO	CATEGORÍA	NOMENCLATURA	PESO
Litología **(L)**	Unidades litológicas aflorantes en el área de estudio	0 - 1	Depósitos aluviales de drenajes mayores	Q2al1	1,0
			Depósitos aluviales de drenajes menores	Q2al2	1,0
			Depósitos de Abanico Aluvial	Q1ca	0,5
			Depósitos de planos de inundación de drenajes mayores	Q2pi	0,8
			Depósitos de Terraza Alta	Qt1	0,3
			Depósitos de Terraza Baja	Q2t3	0,6
			Depósitos de Terraza Media	Qt2	0,5

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025.

En la **Figura 3.2.8-7** se presenta el mapa del área de influencia con el peso asignado a cada una de las diferentes litologías identificadas.

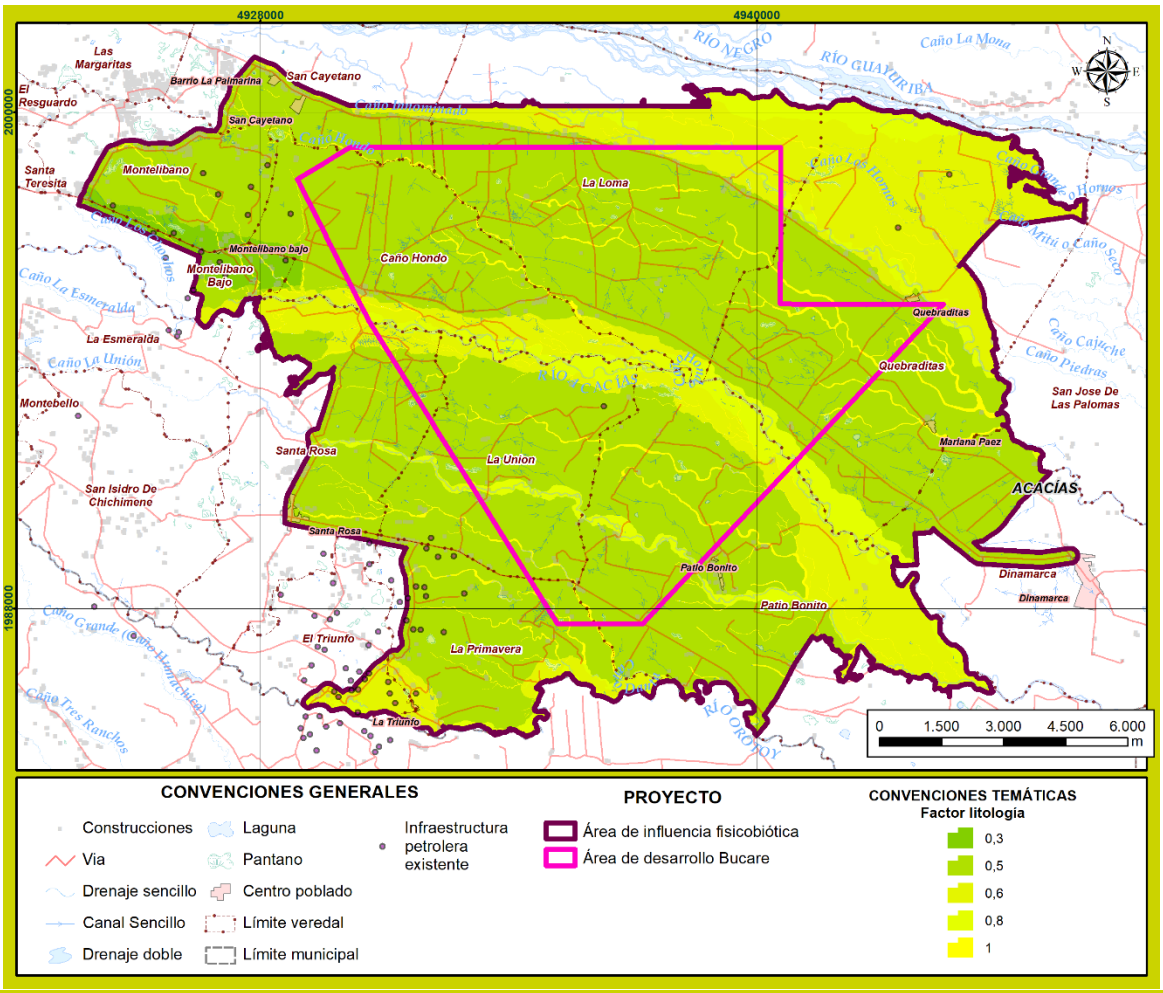


Figura 3.2.8-7 Mapa de valoraciones asignadas al factor litología.

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025

Como se puede observar en la **Figura 3.2.8-7**, en la mayor parte del área de influencia aflora la unidad geológica Depósitos Aluviales de Abanico Aluvial, la cual se considera litológicamente más estable que las demás categorías y los Depósitos de Planos de inundación de drenajes mayores, las cual tiene un nivel de susceptibilidad mayor.

3.2.8.2 Valoración de la susceptibilidad ante procesos morfodinámicos

Mediante la integración de las variables anteriormente referidas, se obtienen mapas preliminares de susceptibilidad ante procesos morfodinámicos, los cuales reflejan el grado de estabilidad geotécnica. Estos mapas son evaluados por parte del grupo de profesionales temáticos en cuanto a rangos, de manera que son ajustados y nuevamente interpretados.

Lo anterior, soportado en evidencias observadas en campo y conocimiento histórico del terreno. El procedimiento referido se realiza tantas veces como sea necesario, hasta obtener el mapa definitivo que mejor defina y se asemeje a las diferentes categorías de susceptibilidad a presentar procesos de inestabilidad geotécnica a lo largo del área de influencia.

Para definir las categorías de susceptibilidad, se hace uso de la siguiente fórmula:

$$S = \sum [C, Mg, Md, Pe, T, L] = 10$$

Teniendo en cuenta la metodología de Anbalagan (1992), se refieren cinco (5) categorías de susceptibilidad: Muy baja, Baja, Media, Alta y Muy alta, asignándole un rango de valores a cada una de ellas, tal como se presenta en la **Tabla 3.2.8-15**.

Tabla 3.2.8-15 Valoración del grado de susceptibilidad

SUSCEPTIBILIDAD	RANGO DE VALORES
Muy baja	<3.5
Baja	3.5-5.0
Media	5.1-6.0
Alta	6.1-7.5
Muy alta	>7.5

Fuente: Anbalagan, 1992.

A partir de los rangos anteriores, se obtienen los grados de susceptibilidad presentes en toda el área de influencia asociada a la generación procesos de inestabilidad geotécnica como lo son los procesos de remoción en masa o procesos erosivos. En la **Figura 3.2.8-8** se presenta el mapa de susceptibilidad del terreno comprendido dentro del área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental Área de Desarrollo Bucare.

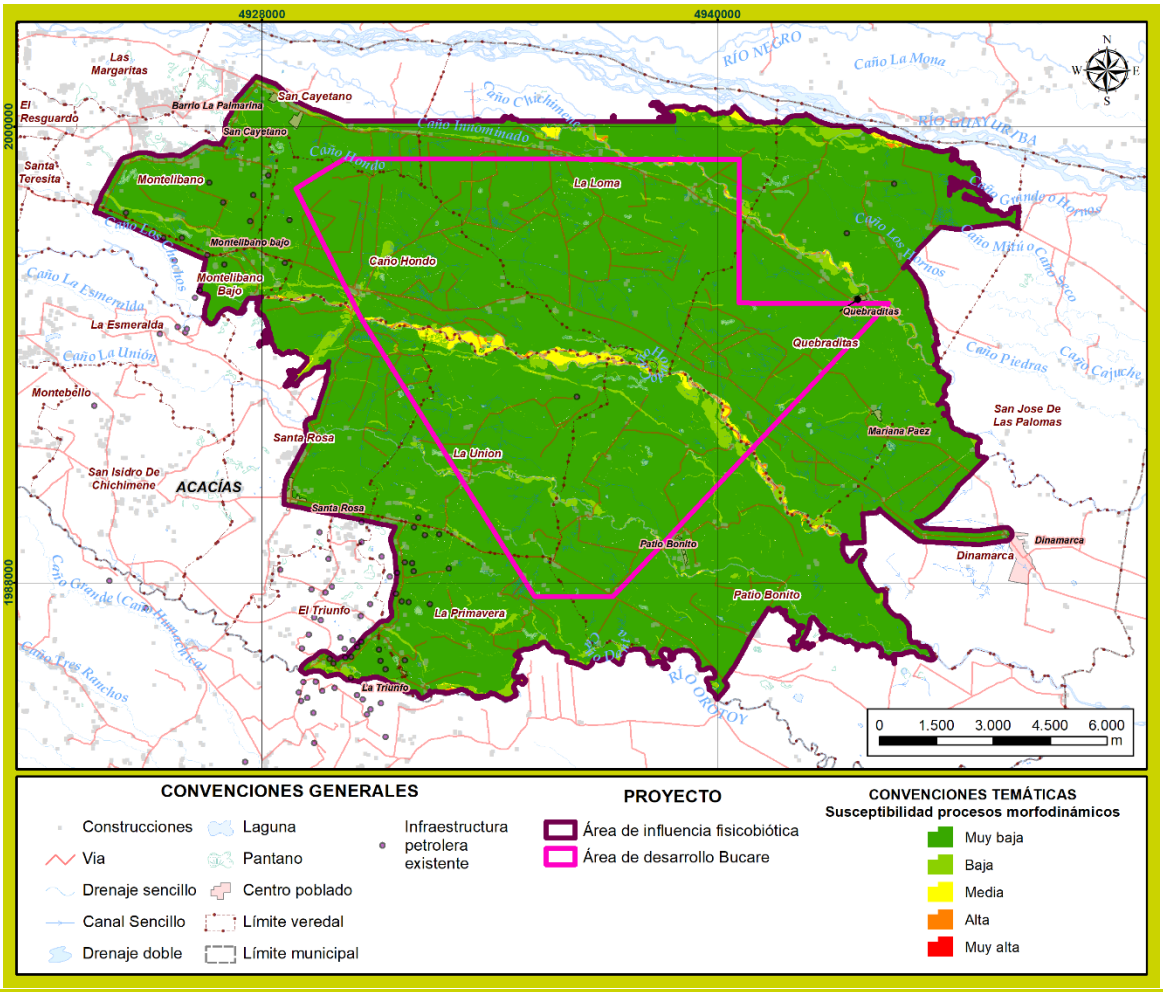


Figura 3.2.8-8 Mapa de susceptibilidad del terreno para presentar procesos morfodinámicos dentro del área de influencia del proyecto

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025

Como se puede observar en la **Figura 3.2.8-8**, el terreno dentro del área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental Área de Desarrollo Bucare presenta cinco (5) rangos de susceptibilidad respecto a la generación de procesos erosivos: Susceptibilidad muy baja, baja, media, alta y muy alta.

La susceptibilidad muy baja abarca el 93,10% del área de influencia, lo cual representa la gran mayoría del terreno en estudio. Esta calificación de la susceptibilidad se asocia principalmente a las coberturas vegetales que se desarrollan y cubren los depósitos, las cuales disminuyen la probabilidad de que se generen fenómenos de remoción en masa y/o procesos erosivos. Adicionalmente, el área de influencia se caracteriza por tener bajas pendientes y unidades geomorfológicas suavizadas que favorecen la estabilidad del terreno.

La susceptibilidad baja representa el 6,51% del área de influencia fisicobiótica, se puede asociar principalmente a algunas zonas de las llanuras de inundación, donde las pendientes son muy bajas, las litologías son finas y hay presencia de coberturas vegetales que favorecen la estabilidad del terreno, y, por ende, son zonas poco susceptibles para presentar fenómenos de remoción en masa.

Por su parte, la susceptibilidad media, alta y muy alta abarcan el 0,39% del área de influencia y están asociada principalmente a zonas degradadas y procesos morfodinámicos activos donde no hay presencia de cobertura vegetal, condiciones que hacen que estos terrenos sean más susceptibles a generar procesos de tipo deslizamiento y/o procesos erosivos como erosión laminar, surcos, cárcavas o socavación.

3.2.8.3 Estabilidad geotécnica

La metodología utilizada para determinar la estabilidad del terreno es un análisis heurístico que estima la relevancia de diferentes factores y arroja como resultado una probabilidad que puede interpretarse como una susceptibilidad, que en este caso está condicionada principalmente por las coberturas terrestres, las litologías aflorantes, la morfogénesis, los procesos morfodinámicos dominantes, entre otros factores. Por consiguiente, el mapa de estabilidad del terreno es homologable con un mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa; donde, las zonas con estabilidad geotécnica muy alta son aquellas que presentan baja susceptibilidad para generar procesos erosivos y viceversa.

Con base en el mapa de la susceptibilidad (Ver **Figura 3.2.8-8**), se puede obtener el mapa de estabilidad geotécnica del área de influencia, ya que como se ha mencionado anteriormente, estas variables son inversamente proporcionales. En la **Tabla 3.2.8-16** se presenta la relación entre el grado de susceptibilidad y la estabilidad geotécnica, así como el rango de valores asociado a cada una de las categorías.

Tabla 3.2.8-16 Relación susceptibilidad y estabilidad geotécnica

SUSCEPTIBILIDAD	RANGO DE VALORES	ESTABILIDAD GEOTÉCNICA
Muy baja	<3.5	Muy alta
Baja	3.5-5.0	Alta
Media	5.1-6.0	Media
Alta	6.1-7.5	Baja
Muy alta	>7.5	Muy baja

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025.

A partir del análisis y valoración de los seis (6) factores mencionados anteriormente (cobertura terrestre, morfogénesis, morfodinámica, intervalo de pendiente, tectónica y litología), se estimó la susceptibilidad del área y con ella, la estabilidad geotécnica. Teniendo en cuenta los rangos presentados en la **Tabla 3.2.8-16**, se generó el mapa de estabilidad geotécnica del área de influencia fisicobiótica del Estudio de Impacto Ambiental Área de Desarrollo Bucare, el cual se presenta en la **Figura 3.2.8-9**.

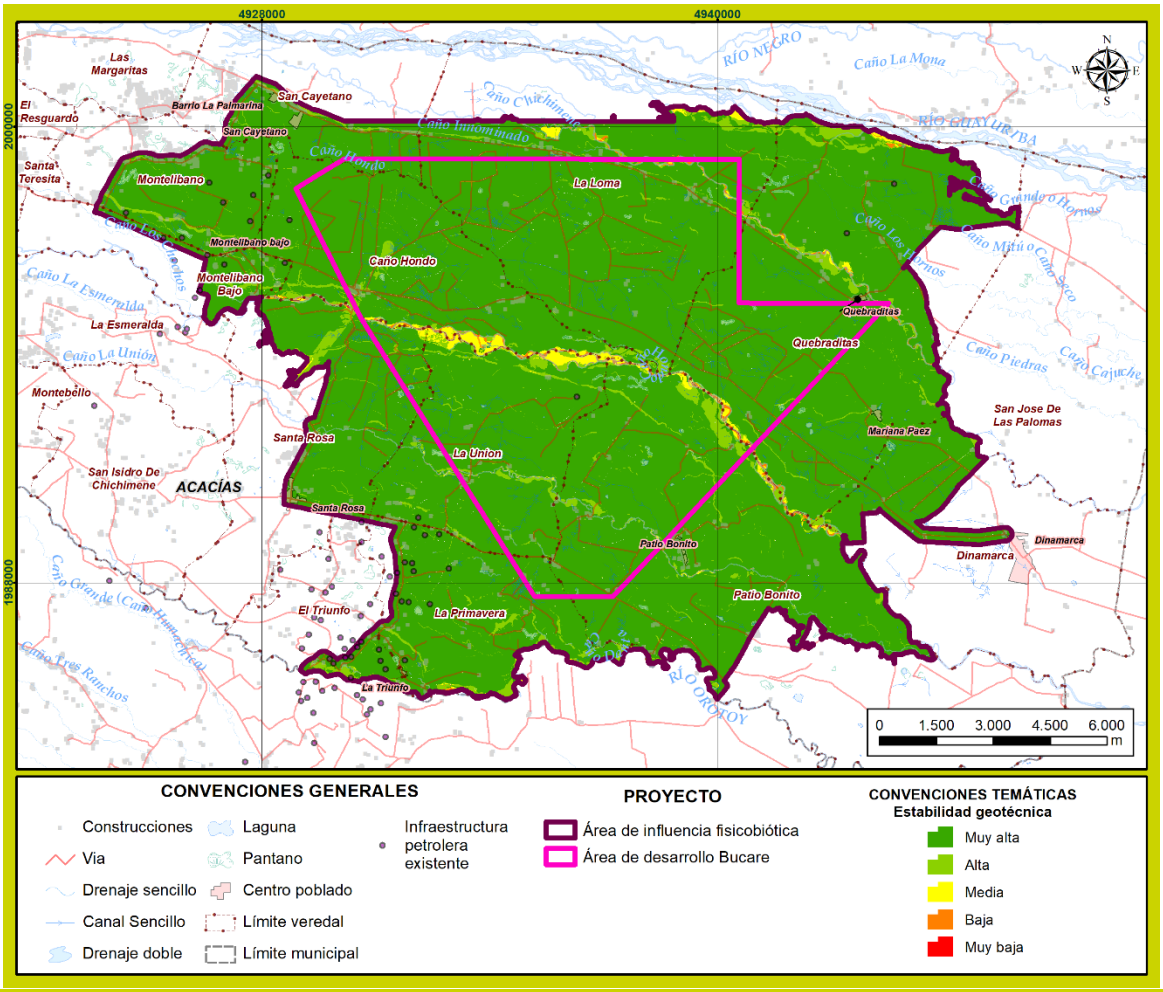


Figura 3.2.8-9 Mapa de estabilidad geotécnica del área de influencia físico-biótica

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025

En el mapa presentado en la **Figura 3.2.8-9** se puede observar la distribución espacial de las categorías de estabilidad geotécnica identificadas en el área de influencia. Con base en esta distribución, en la **Tabla 3.2.8-17** se presentan las cantidades y porcentajes de área que abarca cada una de las cinco (5) categorías de estabilidad geotécnica estimadas para el área donde se enmarca el Estudio de Impacto Ambiental Área de Explotación Bucare, en la cual se identificaron zonas con estabilidad geotécnica muy alta, alta, media, baja y muy baja.

Tabla 3.2.8-17 Categorías de estabilidad geotécnica con sus respectivos porcentajes y áreas identificadas en el área de influencia físico-biótica

ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA					
ESTABILIDAD GEOTÉCNICA	SIMBOLO	ÁREA DE INFLUENCIA		ÁREA DE DESARROLLO	
		ÁREA (ha)	(%)	ÁREA (ha)	(%)
Estabilidad muy alta	E-MA	23385,69	93,52	9764,08	93,77
Estabilidad alta	E-A	1215,48	4,86	413,97	3,98
Estabilidad media	E-M	262,46	1,05	160,77	1,54

ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA					
ESTABILIDAD GEOTÉCNICA	SIMBOLO	ÁREA DE INFLUENCIA		ÁREA DE DESARROLLO	
		ÁREA (ha)	(%)	ÁREA (ha)	(%)
Estabilidad baja	E-B	140,59	0,56	73,62	0,71
Estabilidad Muy baja	E-MB	0,81	0,003	0,00	0,00
TOTAL		**25005,03**	**100,00**	**10412,44**	**100,00**

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025.

De acuerdo con la **Tabla 3.2.8-17** y la **Figura 3.2.8-10** en el área de influencia físico-biótica predomina ampliamente la categoría de estabilidad geotécnica muy alta, la cual abarca 23.385,69 ha, equivalentes al 93,52 % del área total evaluada. Esta condición refleja un predominio de terrenos con comportamiento estable frente a procesos de inestabilidad, bajo las condiciones actuales del medio físico.

En segundo lugar, se identifican áreas clasificadas con estabilidad geotécnica alta, con una extensión de 1.215,48 ha, correspondientes al 4,86 % del área de influencia. Por su parte, las categorías de estabilidad media y estabilidad baja presentan participaciones reducidas, con áreas de 262,46 ha (1,05 %) y 140,59 ha (0,56 %), respectivamente, concentrándose de manera puntual en sectores específicos del territorio. Finalmente, la categoría de estabilidad geotécnica muy baja es prácticamente inexistente dentro del área de influencia, con una extensión de 0,81 ha, equivalente al 0,003 % del total evaluado.

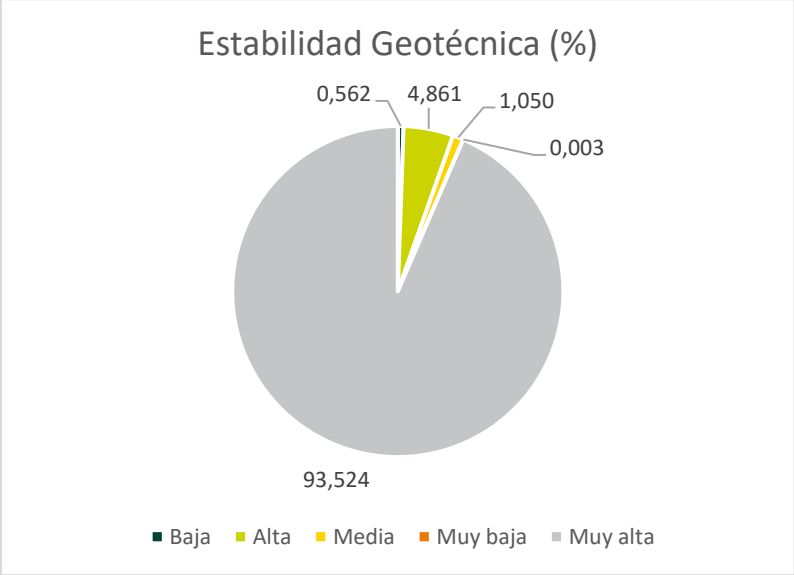


Figura 3.2.8-10 Porcentajes de las categorías de estabilidad geotécnica identificadas en el área de influencia fisicobiótica

Fuente: S.G.I. S.A.S., 2025

En cuanto al área de desarrollo, se mantiene la misma tendencia observada a escala del área de influencia, con un claro predominio de la estabilidad muy alta, que ocupa 9.764,08 ha (93,77 %). Las categorías de estabilidad alta, media y baja representan proporciones menores, con 413,97 ha (3,98 %), 160,77 ha (1,54 %) y 73,62 ha (0,71 %), respectivamente, mientras que no se identifican áreas clasificadas con estabilidad muy baja dentro del área directamente asociada al desarrollo del proyecto.

- **Estabilidad geotécnica muy alta**

La categoría de mayor representatividad en el área de influencia físico-biótica corresponde a la estabilidad geotécnica muy alta, con una extensión de 23.385,69 ha, equivalente al 93,52 % del área total evaluada. Estos sectores coinciden principalmente con zonas donde se combinan pendientes bajas (0–7 %), coberturas vegetales continuas (bosques, rastrojos densos y vegetación secundaria madura), litologías de mayor consolidación relativa, como depósitos de abanico aluvial y terrazas altas, y unidades geomorfológicas de comportamiento estable, tales como cuerpos de abanico aluvial y planos de terraza.

En estas áreas no se registran procesos morfodinámicos denudacionales activos de relevancia. No obstante, se reconocen zonas puntuales de sedimentación activa, principalmente asociadas a cauces y márgenes de drenajes en sectores de baja pendiente, las cuales corresponden a procesos depositacionales de baja energía que no comprometen la estabilidad general del terreno. Adicionalmente, el factor tectónico presenta baja influencia, sin evidencia de estructuras aflorantes, lo que, sumado a un contexto morfológico plano a suavemente inclinado, respalda la clasificación de muy alta estabilidad, considerándose áreas aptas para el desarrollo de infraestructura sin restricciones geotécnicas significativas.

- **Estabilidad geotécnica alta**

La categoría de estabilidad geotécnica alta abarca una superficie de 1.215,48 ha (4,86 %) del área de influencia y se distribuye en sectores caracterizados por litologías moderadamente consolidadas, como terrazas bajas y depósitos aluviales antiguos, pendientes suaves (3–7 %) y coberturas vegetales que favorecen la protección superficial del suelo, tales como arbustos y herbazales densos.

En estos sectores pueden presentarse procesos morfodinámicos incipientes, principalmente erosión laminar, socavación lateral puntual y acumulaciones locales de sedimentos asociadas a la dinámica fluvial. Sin embargo, dichos procesos no comprometen la estabilidad global del terreno, por lo que estas áreas mantienen un comportamiento geotécnico favorable y no representan restricciones relevantes para el desarrollo del proyecto.

- **Estabilidad geotécnica media**

La categoría de estabilidad geotécnica media presenta una participación reducida, con una extensión de 262,46 ha (1,05 %) del área de influencia. Corresponde a sectores donde confluyen pendientes moderadas (7–12 %), litologías de menor grado de consolidación, principalmente depósitos aluviales asociados a caños mayores, coberturas vegetales más abiertas (pastos limpios) y la presencia de procesos morfodinámicos localizados, tales como erosión laminar, formación incipiente de surcos, inicio de socavación y zonas de sedimentación activa reciente.

Si bien estos sectores se consideran medianamente estables, presentan una susceptibilidad moderada a procesos de remoción superficial y redistribución de sedimentos, por lo cual pueden requerir seguimiento específico y la aplicación de medidas básicas de manejo del terreno y control de escorrentía.

- **Estabilidad geotécnica baja**

La categoría de estabilidad geotécnica baja ocupa 140,59 ha (0,56 %) del área de influencia y se asocia a sectores puntuales donde convergen factores de mayor susceptibilidad, tales como pendientes superiores al 12 %, litologías poco consolidadas, presencia de aluviales activos o planos de inundación recientes, y cercanía a procesos morfodinámicos de mayor energía, como cárcavas, socavación lateral activa y acumulaciones sedimentarias inestables.

Aunque su extensión es limitada, estas áreas pueden constituir puntos críticos locales, donde se requiere una evaluación detallada y la implementación de medidas preventivas orientadas a evitar el deterioro progresivo del terreno o la pérdida localizada de estabilidad.

- **Estabilidad geotécnica muy baja**

La categoría de estabilidad geotécnica muy baja es prácticamente inexistente en el área de influencia, con una extensión de 0,81 ha (0,003 %), y corresponde a sectores aislados donde se presenta una combinación desfavorable de morfodinámica activa, pendientes pronunciadas, coberturas que exponen el suelo y litologías sueltas, en algunos casos asociadas a sedimentación activa no estabilizada. Dada su escasa representatividad espacial, esta categoría no condiciona el comportamiento geotécnico general del área de estudio.