TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN		8
1.	GENERALIDADES	9
1.1	ALCANCE DEL ESTUDIO	9
1.2	DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	9
1.3	METODOLOGÍA EMPLEADA	11
1.3.1	Recopilación de información existente	11
1.3.2	Fotointerpretación	12
1.3.3	Diseño de formato de inventario de procesos morfodinámicos	12
1.3.4	Reconocimiento de Campo	12
1.3.5	Elaboración de inventario y generación de cobertura	13
1.3.6	Análisis de resultados	13
1.4	PRESENTACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL INFORME FINAL	13
2.	RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA OBTENIDA	15
3.	ELABORACIÓN DEL FORMATO DE INVENTARIO	17
4.	FOTOINTERPRETACIÓN	18
4.1	CRITERIOS DE FOTOINTERPRETACIÓN	18
4.2	INVENTARIO PRELIMINAR	18
4.3	ANALISIS TEMPORAL	28
4.3.1	Localidad de San Cristóbal	28
4.3.2	Localidad de Rafael Uribe Uribe	30
4.3.3	Localidad de Ciudad Bolívar	32
4.4	ANÁLISIS COMPARATIVOS CON OTROS ESTUDIOS	34
5.	RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y TOMA DE INFORMACIÓN	38
6.	ELABORACIÓN DE INVENTARIO Y GENERACIÓN DE COBERTURA DE PROCESOS	41
6.1	ELABORACIÓN DE INVENTARIO	41
6.1.1	Localidad de Ciudad Bolívar	41
6.1.2.	Localidad de San Cristóbal	49

6.2	COBERTURA DE PROCESOS ACTUALES	63
7.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	64
7.1	CARACTERIZACIÓN MORFODINÁMICA GENERAL	64
7.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO POR TIPO DE PROCESOS	65
7.2.1	Ciudad Bolívar	65
7.2.2	San Cristóbal	67
7.2.3	Rafael Uribe Uribe	68
7.3	PRIORIZACIÓN DE LOS SECTORES DONDE ES NECESARIO ADELANTAR ESTUDIOS PARA DETERMINAR LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN	69
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
9.	BIBLIOGRAFÍA	76

LISTA DE ANEXOS

1. Memoria explicativa del 77

2. Formularios 83

3. Mapa de Cobertura de Procesos 84

LISTA DE TABLAS

1. Fuentes 15
2. Base de datos preliminar Ciudad 19
3. Base de Datos preliminar de San 20
4. Base de Datos preliminar de Rafael Uribe 21
5. Estado de la Minería en Ciudad 26
6. Estado de la Minería en San 27
7. Estado de la Minería en Rafael Uribe 27
8. Inventario de procesos actuales Ciudad 39
9. Inventario de procesos actuales San 39
10. Inventario de procesos actuales Rafael Uribe 40
11. Priorización de procesos Ciudad 70
12. Priorización de procesos San 70
13. Priorización de procesos Rafael Uribe 70

LISTA DE MAPAS DE COBERTURA DEFINITIVA

Mapa Cobertura Procesos actuales Ciudad Bolívar norte

Mapa Cobertura Procesos actuales Ciudad Bolívar sur

Mapa Cobertura Procesos actuales San Cristóbal

Mapa Cobertura Procesos actuales Rafael Uribe Uribe

LISTA DE FIGURAS

1.	Metodología general	11
2.	Inventario preliminar parte norte de la Localidad de Ciudad	22
3.	Inventario preliminar parte sur de la Localidad de Ciudad	23
4.	Inventario preliminar Localidad de San	24
5.	Inventario preliminar Localidad de Rafael Uribe	25
6.	Análisis temporal en el barrio Buenavista	29
7.	Análisis temporal en la urbanización San	31
8.	Análisis temporal urbanización Peñón del	33
9.	Análisis Multitemporal Localidad de San	34
10.	Análisis Multitemporal Localidad de Ciudad Bolívar parte sur Vs Ingeocim	35
11.	Análisis Multitemporal Localidad de Ciudad Bolívar parte norte Vs Ingeocim 1.	36
12.	Análisis Multitemporal Localidad de San Cristóbal Vs Ingeocim	37
13.	Acumulación de detritos al pie del	42
14.	Depósito de	44
15.	Discontinuidades paralelas al talud	48
16.	Deslizamiento rotacional en carretera a	49
17.	Perfil movimiento	51
18.	Perfil movimiento rotacional San	54
19.	Caída de materiales y volcamiento cantera	55
20.	Potencial caída de materiales en vía de	57
21.	Caída de material Fm	59
22.	Perfil de caída de materiales borde de la vía de acceso.	60
23.	Perfil de talud estabilizado mediante malla anclada.	62
24.	Distribución porcentual preliminar de los procesos en Ciudad	65
25.	Distribución porcentual de procesos final en la Localidad de Ciudad	66
26.	Distribución porcentual de grado de actividad en la Localidad de Ciudad	66
27.	Tipo de Materiales en la Localidad de Ciudad	67
28.	Distribución porcentual preliminar de los procesos en San	67

29. Distribución porcentual de procesos definitivos en la Localidad de San 68

30. Distribución porcentual preliminar de los procesos en Rafael 69

31. Tipo de procesos definitivos Localidad de Rafael Uribe 69

INTRODUCCIÓN

Para dar continuidad al desarrollo de las cuatro (4) fases contempladas por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (DPAE), para la actualización de los planos normativos 4 (Mapa de Amenaza por remoción en masa) y 5 (Zonas de Tratamiento Especial para Mitigación del Riesgo), del plan de ordenamiento territorial de Bogotá, como parte de la gestión para la incorporación del componente de riesgo en la planificación territorial; la DPAE solicitó a Ernesto Palomino Espitia (dentro del contrato suscrito No 77-8 de 2.008) realizar la **"Consultoría para la Caracterización de los Procesos Geomorfológicos de Ladera en las Localidades de San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe y Ciudad Bolívar con Miras a Actualizar los Planos Normativos 4 y 5".**

El desarrollo del proyecto contó con una duración de cuarenta y cinco días (45) calendario comprendidos entre el 23 de Diciembre de 2.008 hasta el día 6 de febrero de 2.009.

El anterior proyecto contó con la supervisión del Ingeniero, Geólogo y Geotecnista Gustavo Moreno Montaña.

CAPITULO 1. GENERALIDADES

1.1 ALCANCE DEL ESTUDIO

La “Consultoría para la Caracterización de los Procesos Geomorfológicos de ladera en las Localidades de San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe y Ciudad Bolívar con Miras a Actualizar los Planos Normativos 4 y 5”, contempla entre los alcances los siguientes aspectos, para lo cual se precisa que la escala de trabajo fue hasta 1: 5.000, a partir de la cual se define la precisión del inventario.

- Realizar la fotointerpretación geomorfológica, identificando y determinado los tipos de procesos existentes en el área de interés y evaluar de forma cualitativa sus características más relevantes (como magnitud, estado y localización entre otros).
- Generar una cobertura de procesos geomorfológicos en las Localidades estudiadas, a partir de la identificación, análisis y descripción del inventario de procesos realizado en oficina a partir de la fotointerpretación y verificado en campo.
- Realizar una priorización de los procesos donde es necesario adelantar estudios para determinar las medidas de mitigación.

1.2 DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Como unidad territorial de estudio se toman las Localidades de San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe y Ciudad Bolívar (**Plano 1**).

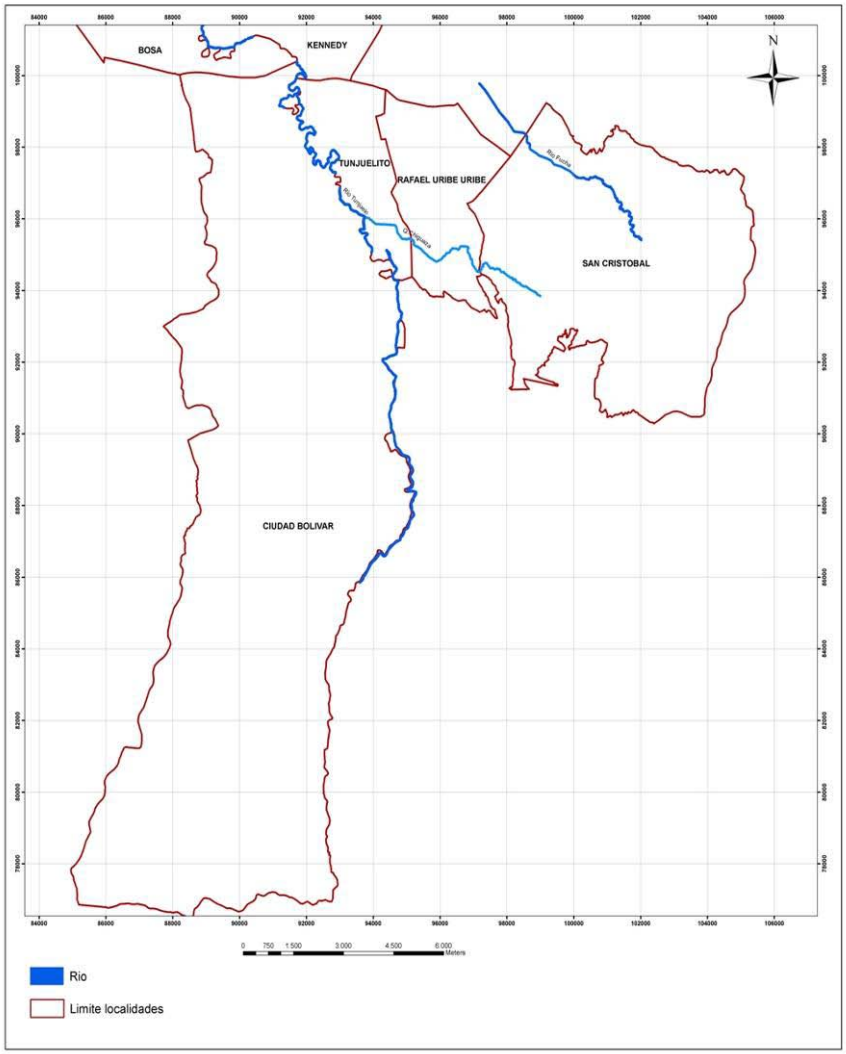
La Localidad de San Cristóbal ocupa la ladera alta de los cerros orientales, y que comprende la cadena montañosa escarpada donde se localizan los cerros orientales, protegidos. Presenta un área total aproximada de 4910 Has, y comprende un relieve destacado, el cual coincide con la cadena estructural montañosa de los cerros orientales, a partir de la cual nacen importantes drenajes como son los cuerpos de agua del Río Fucha o San Cristóbal, afluente del Río Bogotá y en el costado sur circulan las aguas de carácter torrencial de la Quebrada Chiguaza, y como cuerpo receptor del Río Tunjuelo.

Para el espacio restante de la localidad se presenta un relieve menos abrupto, siendo el espacio físico donde se presenta la expansión urbana.

La Localidad de Rafael Uribe Uribe, es la zona de transición entre la ladera alta de San Cristóbal y la superficie plana del valle del Tunjuelo, con una extensión aproximada de 1383 Has. Se caracteriza por presentar un relieve ondulado, en donde la mayoría de su superficie se encuentra ocupada por la expansión urbana de

muy alta densidad. El eje principal del drenaje para la zona está representado por la Quebrada Chiguaza.

La vertiente occidental de la zona de estudio se encuentra ocupada por la Localidad de Ciudad Bolívar, siendo considerada la zona de la mayor extensión con una superficie aproximada de 12.999 Has y cuyo relieve escarpado delimita la vertiente occidental del valle del Tunjuelo. Se destaca la presencia en la parte sur de la Localidad de la zona rural de Quiba, la cual coincide con la franja donde tienen lugar los relieves más prominentes del sector, representando la prolongación del ecosistema del Sumapaz. Además como drenajes importantes dentro del área se destacan la Quebrada Peña Colorada y Quebrada Limas, ambas de naturaleza torrencial y cuyos cuerpos de agua entregan sus aguas a la margen occidental del río Tunjuelo.



Plano 1. Localización Geométrica del Área de Estudio

1.3 METODOLOGÍA EMPLEADA

Para la realización del presente estudio fue necesario aplicar la metodología indicada en la **Figura 1**, la cual se expone a continuación:

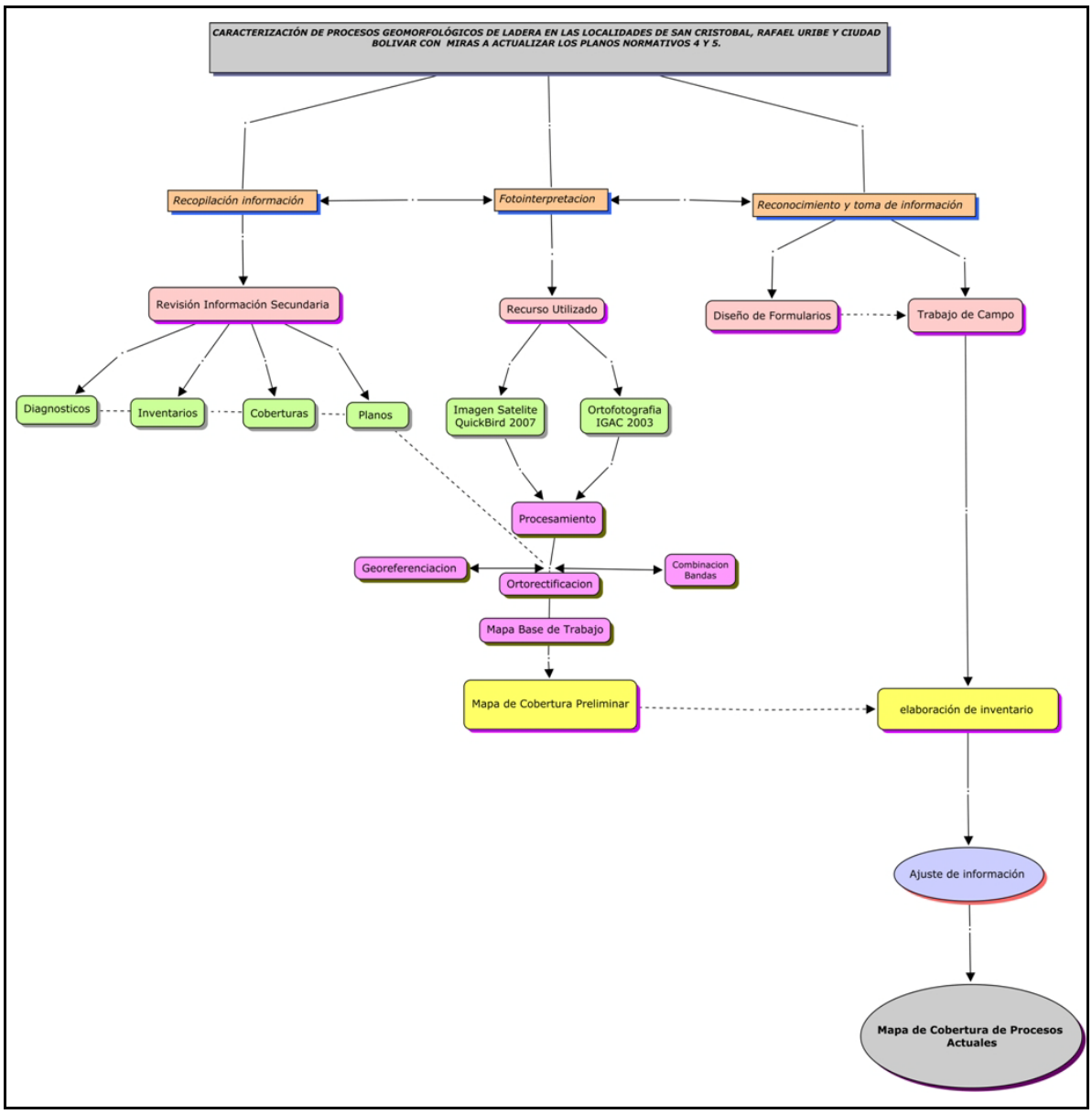


Figura 1. Metodología general empleada

1.3.1 Recopilación de información existente. En la presente etapa se revisó la información secundaria disponible en la Dirección de prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (DPAE), en lo referente a los diagnósticos y conceptos realizados por personal técnico de la entidad, coberturas de procesos para diferentes épocas y los planos normativos del POT, específicamente los Nos 4 (mapa de

amenaza por remoción en masa) y No 5 (zona de tratamiento especiales para la mitigación del riesgo). Para tal efecto se solicitaron:

- Los formatos digitales Shape de varias coberturas ante la DPAE y de igual manera se consultó de manera simultánea el Centro de Información de la DPAE y la página SIRE.
- Información para legalización de barrios y Planes parciales y de diagnósticos técnicos emitidos por personal de la DPAE, desde el año 1.999 hasta el año 2.007.

Igualmente, se consultó en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), con el fin de adquirir las fotografías y la imagen satelital del área de interés, como soporte cartográfico básico para la ejecución del inventario de procesos a partir de la fotointerpretación.

1.3.2 Fotointerpretación. Los recursos utilizados fueron la ortofotografía 2.003, cuya resolución es de un (1) metro, sobre el sistema de proyección Gauss Transversal Mercator, datum de origen Bogotá falso norte y este 100.000; 100.000, así como la imagen satelital Multiespectral Quickbird a tres bandas de color visible pancromática 2007.

Tanto la ortofotografía como la imagen satelital, tuvieron una etapa de procesamiento que consistió en llevar a cabo el proceso de ortorectificación, que permita corregir la deformación de las aerofotografía, para así obtener un documento cartográfico denominado "mapa base de trabajo", a partir del cual se lleva a cabo el trabajo cartográfico mediante el proceso de digitalización y obtener finalmente para esta etapa el "mapa de cobertura preliminar".

En los sectores de mayor susceptibilidad a los procesos morfodinámicos, se procedió a realizar un análisis multitemporal tomando como base la ortofotografía del año 2.003 y la imagen satelital multiespectral del año 2.007, las cuales fueron debidamente georreferenciado.

1.3.3 Diseño de formato de inventario de procesos morfodinámicos. Como paso previo a la etapa de reconocimiento y toma de la información en campo, se diseñó el formato de inventario de procesos geomorfológicos de ladera y aluvial con la finalidad de obtener una toma de información única y homogénea de los diferentes procesos identificados en la etapa de fotointerpretación y verificados en la etapa de campo.

1.3.4 Reconocimiento de Campo. Durante el desarrollo del estudio se efectúo una inspección de campo a los puntos identificados previamente en la etapa de fotointerpretación (cobertura de procesos geomorfológicos preliminares), recopilando una serie de datos necesarios para cada punto en mención como: localización, magnitud y área de influencia entre otros, para llegar a elaborar el inventario y de

esta forma ajustar la información preliminar para obtener finalmente como producto básico el "mapa de cobertura de procesos actuales".

El proceso de identificación e inventario de procesos se realizó debidamente mediante la utilización de un GPS navegador para su descarga sobre el plano de cobertura de procesos, y posterior diligenciamiento de la correspondiente ficha de inventario.

1.3.5 Elaboración de inventario y generación de cobertura: Se revisó y ajustó la información recopilada en campo, con el fin de actualizar el inventario de procesos geomorfológicos actuales presentes en las Localidades de San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe y Ciudad Bolívar, definiendo su localización, magnitud y grado de actividad y la generación de la "cobertura de los procesos actuales".

1.3.6 Análisis de resultados. Se analizó la información obtenida buscando establecer de manera cualitativa la relación causa efecto que permita caracterizar cada uno de los procesos evaluados en campo y definir su área de influencia y prioridades que faciliten la toma de decisiones para su intervención.

1.4 PRESENTACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL INFORME FINAL

Los resultados del estudio constan de nueve (9) capítulos, como se registra a continuación:

El capítulo 1 contiene los aspectos generales del estudio como son los objetivos generales y específicos, así como la descripción de las actividades desarrolladas durante el estudio.
El Capítulo 2 involucra la recopilación y el análisis de la información secundaria existente.

El Capítulo 3 describe de manera general el contenido de los formatos o fichas de inventario, que permita evaluar de manera homogénea los procesos identificados.

El Capítulo 4 Muestra la cobertura de los procesos geomorfológicos de ladera obtenidos a partir de una fase de fotointerpretación para cada una de las Localidades involucradas en el presente estudio y de manera simultánea se incluye la realización de un análisis temporal de los procesos localizados en la zona de análisis.

El capítulo 5 contiene los formatos o fichas de campo debidamente diligenciadas con los datos obtenidos en campo para cada uno de los procesos identificados.

El Capítulo 6 detalla el inventario actualizado, como resultado del cruce de la información de campo y los datos obtenidos a través de la fotointerpretación.

El Capítulo 7 incluye el análisis de resultados obtenidos realizando la priorización de sectores donde es necesario realizar estudios para determinar las medidas de mitigación de acuerdo con la combinación del trabajo de fotointerpretación, la definición de las zonas de mayor susceptibilidad a que se presenten los procesos identificados y la información recopilada en campo.

El Capítulo 8 registra las conclusiones y las recomendaciones finales del estudio.
El capítulo 9 muestra la principal bibliografía consultada.

El contenido general de los anexos corresponde al siguiente:

En el Anexo 1 se presenta la memoria explicativa del formulario.

En el anexo 2 se presentan los formularios diligenciados.

En el Anexo 3 se presenta el mapa de cobertura de procesos actuales.

CAPÍTULO 2. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA OBTENIDA

En la presente etapa se revisó la información secundaria disponible en diferentes entidades gubernamentales entre las que encontramos: La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (DPAE), en lo referente a los diagnósticos y conceptos realizados por personal técnico de la entidad, coberturas de procesos para diferentes épocas y los planos normativos del POT, específicamente los No 4 (mapa de amenaza por remoción en masa) y No 5 (zona de tratamiento especial para mitigación del riesgo). Igualmente, se consultó en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), con el fin de adquirir las fotografías y la imagen satelital del área de interés, como soporte cartográfico. Dicho proceso de documentación se presenta en la **Tabla 1.**

No	FUENTE	DESCRIPCIÓN SOPORTE DOCUMENTAL	OFICIO	AÑO
1	DPAE	Coberturas ***shapefile*** origen Bogotá en temas: límite de Localidades, Quebradas, malla vial, manzana, UPZ, suelo de protección, Áreas de tratamiento especial.	2008EE13649/08	2.008
2		Información consolidada para legalización de barrios y Planes parciales y de diagnósticos técnicos emitidos por personal de la DPAE, desde el año 1.999 hasta el año 2.007	2009EE133/09	2007
3		Estudio de zonificación de riesgos por inestabilidad para diferentes localidades en la ciudad de Bogotá	—	1998
3	IGAC	Ortofotografía, con resolución de 1 metro sobre el sistema de proyección de Gauss Transversal Mercator, falso origen norte-este 1000000;1000000	—	2003
4	QUICKBIRD	Imagen Satelital Multiespectral a tres bandas de color visible pancromática	—	2007
5	POT	Planos normativos 4 (Mapa de amenazas por remoción en masa) y No 5(zona de tratamientos especiales por mitigación de riesgo)	—	2000
6	UNIVERSIDAD NACIONAL	Análisis e investigación de procesos de avenidas torrenciales como eventos generadores de riesgo en la cuenca alta del Río San Cristóbal	—	2006

Tabla 1. Fuentes Consultadas

La anterior información fue la base necesaria para la definición de la cartografía básica: límite de localidades, nombre de las corrientes, aspectos topográficos, malla vial, manzana y UPZ y al tiempo de la cartografía temática: unidad geológica y geomorfológica.

De otro lado como parte de los trabajos de fotointerpretación fue tenido en cuenta el inventario consolidado de procesos llevados a cabo por personal de la DPAE, teniendo en cuenta el análisis multitemporal desde el año 1.999 hasta el año 2.007.
En lo pertinente a la cartografía básica para la realización del trabajo de fotointerpretación, se adopto la Ortofotografía del año 2.003 y la imagen satelital multiespectral de color visible del año 2.007.

Respecto al estudio de zonificación de riesgos por inestabilidad para diferentes localidades de Bogotá del año 1.998, mediante superposición georreferenciada comparativa se analizó el análisis multitemporal teniendo en cuenta la ortofotografía 2003 e imagen satelital 2.007.

En el estudio de análisis e investigación de procesos de avenidas torrenciales como eventos generadores de riesgo en la cuenca alta del Río San Cristóbal de acuerdo al convenio 544 de 2.006, celebrado entre la Universidad Nacional y el FOPAE, mediante superposición georreferenciada comparativa, se realizó el análisis multitemporal, teniendo en cuenta la ortofotografía 2003 e imagen satelital 2007.

CAPÍTULO 3. ELABORACIÓN DEL FORMATO DE INVENTARIO

En razón a que la DPAE no cuenta en la actualidad con un formato o ficha para el inventario de procesos morfodinámicos de ladera, se estimó conveniente la elaboración de un formulario de campo, para lo cual se ajustó la información obtenida de la ficha utilizada por la Universidad Nacional en el marco del convenio 544 de 2.006, por ser la única ficha diseñada para la investigación de una mayor cantidad de información para los análisis completos acerca de los procesos de remoción en masa.

Dicho formato para inventario de procesos geomorfológicos se diseñó de manera unificada para el escenario aluvial y de ladera, de tal manera que la ficha utilizada en el presente trabajo sirva como propuesta para ser utilizada por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE).

El formato contempla aspectos tales como: Localización geográfica y documental del evento, clasificación del movimiento (Varnes 1978), tipo de material involucrado en el proceso (caracterizándolo con base en las propiedades como la humedad y plasticidad); actividad del movimiento, litología y estratigrafía en el ambiente geológico en el cual está incorporado el proceso. De igual manera desarrolla la morfometría del proceso y la geoforma en el cual se desarrolla.

Posteriormente y de manera complementaria analiza las causas del movimiento desde el punto de vista de los factores condicionantes y detonantes y la cobertura y uso del suelo.

Finalmente, presenta la parte esquemática (planta y perfil), anexando el registro fotográfico. La explicación detallada para diligenciamiento del formulario se presenta El **Anexo No. 1**: Memoria de los formularios.

CAPÍTULO 4. FOTOINTERPRETACIÓN

Los recursos utilizados para ser trabajados en la etapa de fotointerpretación fueron:

- Ortofotografía año 2.003, cuya resolución es de un (1) metro, sobre el sistema de proyección Gauss Transversal Mercator, datum de origen Bogotá, falso norte y este 100.000; 100.000.
- Imagen satelital Multiespectral Quickbird a tres (3) bandas de color visible pancromática año 2007.

Tanto la ortofotografía como la imagen satelital, tuvieron una etapa de procesamiento que consistió en llevar a cabo el proceso de ortorectificación, que permita corregir la deformación de las aerofotografía, para así obtener un documento cartográfico denominado "mapa base de trabajo", a partir del cual se lleva a cabo el trabajo cartográfico mediante el proceso de digitalización y obtener finalmente para esta etapa el "mapa de cobertura preliminar".

4.1 CRITERIOS DE FOTOINTERPRETACIÓN

En la fotointerpretación de los procesos geomorfológicos que fueron identificados y cartografiados en el plano preliminar de procesos, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios técnicos:

- Identificación de las áreas de extracción minera.
- Lugares de asentamientos urbanos aledaños a las rondas de las corrientes en la zona de estudio.
- Desaparición de cobertura vegetal en antiguos sectores de explotaciones mineras.
- Interrupción de drenajes para el desarrollo de asentamientos urbanísticos o de infraestructura.
- Evolución en las coberturas y uso del suelo, tomando como base los análisis multitemporales de la ortofotografía 2003 y la imagen satelital del año 2007, hasta una escala 1:5.000.

4.2 INVENTARIO PRELIMINAR

El inventario preliminar fue analizado para el escenario de ladera y que corresponden a la periferia urbana de Bogotá sobre los cerros orientales y la cuenca alta del Río Tunjuelo el cual comprende las Localidades de Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Rafael Uribe.

Se identificaron preliminarmente un total de ciento diez y siete (117) procesos geomorfológicos de ladera, distribuidos de la siguiente manera: treinta y nueve (39) que corresponden al 33,33% en la localidad de Ciudad Bolívar, cuarenta y seis que corresponden al 39,32% en la localidad de San Cristóbal y, treinta y dos (32) que corresponden al 27,35% en la Localidad de Rafael Uribe Uribe, para su posterior chequeo en la etapa de campo (**Tablas 2 a 4**) y su correspondiente localización en las **Figuras 2 a 5**.

TABLA DE PROCESOS GEOMORFOLOGICOS LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR , INTERPRETACION PRELIMINAR						
ID	ESTE	NORTE	AREA (m²)	PROCESOS FOTOINTERPRETACIÓN	REVISIÓN DE CAMPO	INVENTARIO DEFINITIVO
0	88633	99137	3125,31	deslizamiento traslacional	Adecuación del terreno, para ocupación urbana	
1	88899	99097	2114,77	Caida de materiales	Adecuación del terreno, para ocupación urbana	
2	88757	99017	1039,68	Caida de materiales	Adecuación del terreno, para ocupación urbana	
3	92939	95904	2205,47	deslizamiento rotacional	Adecuación del terreno, para ocupación urbana	
4	88481	99263	1044,93	Caida de materiales	Adecuación del terreno, para ocupación urbana	
5	88967	99090	3504,95	deslizamiento	Varios procesos fueron agrupados en uno complejo	Inventario 2
6	89188	98808	2296,49	Caida de materiales	Varios procesos fueron agrupados en uno complejo	Inventario 2
7	89431	98610	7124,27	deslizamiento	Varios procesos fueron agrupados en uno complejo	Inventario 2
8	88791	98536	13919,20	deslizamiento	Varios procesos fueron agrupados en uno complejo	Inventario 2
9	89405	98481	55810,30	deslizamiento	Varios procesos fueron agrupados en uno complejo	Inventario 2
10	89089	98191	12555,50	deslizamiento	Adecuación del terreno, para ocupación urbana	
11	89368	97632	2525,48	deslizamiento rotacional	Implementación de obra de mitigación	
12	89504	97261	7151,92	deslizamiento	Implementación de obra de mitigación	
13	89411	97152	3104,20	deslizamiento	Adecuación del terreno, para ocupación urbana	
14	90297	96984	4179,50	deslizamiento	Implementación de obra de mitigación	
15	89545	96875	2578,39	deslizamiento traslacional	No se evidencia grado de actividad	
16	91353	96405	1646,01	Caida de materiales	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
17	92923	95948	395,42	Caida de materiales	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
18	92256	93886	1590,47	deslizamiento	No se evidencia grado de actividad	
19	92339	93547	1753,82	deslizamiento	No se evidencia grado de actividad	
20	92059	95487	2019,18	deslizamiento traslacional	No se evidencia grado de actividad	
21	92160	94014	2241,52	deslizamiento traslacional	No se evidencia grado de actividad	
22	91962	94852	5610,98	movimiento complejo	No se evidencia grado de actividad	
23	92037	94775	7752,32	movimiento complejo	No se evidencia grado de actividad	
24	91210	94673	7508,28	Caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 4
25	91194	94201	3079,98	deslizamiento	No se evidencia grado de actividad	
26	91523	95178	3890,30	deslizamiento	No se evidencia grado de actividad	
27	91934	95492	4046,96	deslizamiento traslacional	No se evidencia grado de actividad	
28	91517	94290	4515,46	deslizamiento traslacional	Adecuación del terreno, para ocupación urbana	
29	91603	94005	2220,08	flujo	Proceso validado en campo actual	Inventario 6
30	91665	93917	12945,80	deslizamiento traslacional	No se evidencia grado de actividad	
31	92380	95347	8947,05	deslizamiento traslacional	No se evidencia grado de actividad	
32	91147	94533	13113,10	deslizamiento	No se evidencia grado de actividad	
33	90145	98529	6563,88	Caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 1
34	91638	96271	626,55	Caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 3
35	90885	94048	38933,16	Caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 5
36	93355	93692	9301,00	movimiento complejo	Proceso validado en campo actual	Inventario 7
37	93487	93880	1101,70	Caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 8
38	93524	94203	576,54	Caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 9

Tabla 2. Base de datos preliminar Ciudad Bolívar

TABLA DE PROCESOS GEOMORFOLOGICOS LOCALIDAD SAN CRISTOBAL , INTERPRETACION PRELIMINAR							
ID	ESTE	NORTE	AREA	PROCESOS	LOCALIDAD	REVISIÓN DE CAMPO	INVENTARIO DEFINITIVO
1	98488.	97037	38613,20	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Proceso validado en campo actual	Inventario 5
2	100802	97054	2542,83	movimiento complejo	SAN CRISTOBAL	Varios procesos fueron agrupados en uno de reptación	Inventario 4
3	100545	97058	910,14	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Varios procesos fueron agrupados en uno de reptación	
4	100773	96943	2726,86	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Varios procesos fueron agrupados en uno de reptación	
5	98312.	96957	4753,91	flujo	SAN CRISTOBAL	Proceso validado en campo actual	Inventario 5
6	100096	96939	466,16	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
7	100575	96942	586,91	deslizamiento traslacional	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
8	100948	96880	1500,47	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Varios procesos fueron agrupados en uno de reptación	Inventario 4
9	101108	96844	277,71	reptacion	SAN CRISTOBAL	Varios procesos fueron agrupados en uno de reptación	Inventario 4
10	101163	96731	878,37	flujo	SAN CRISTOBAL	Varios procesos fueron agrupados en uno de reptación	Inventario 4
11	101135	96708	181,11	reptacion	SAN CRISTOBAL	Varios procesos fueron agrupados en uno de reptación	Inventario 4
12	96891.	96361	5520,11	deslizamiento compuesto	SAN CRISTOBAL	No se evidencia grado de actividad	
13	100169	96275	465,74	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
14	100242	96238	1537,27	movimiento complejo	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
15	99637.	96221	2092,31	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
16	97752.	95989	85609,60	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Proceso validado en campo actual	Inventario 6
17	100206	96210	1344,58	deslizamiento compuesto	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
18	99695.	96204	367,17	flujo	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
19	99305.	96170	369,25	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
20	99637.	96167	116,22	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
21	99647.	96120	481,56	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
22	99769.	96072	696,20	deslizamiento compuesto	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
23	100303	96073	62,48	reptacion	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
24	100249	96033	1384,21	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
25	100322	96034	67,58	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
26	98040.	95994	1182,19	deslizamiento rotacional	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
27	100346	95960	445,18	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
28	100332	95928	156,77	flujo	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
29	99743.	95875	38,27	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
30	97356.	95451	17997,40	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	No se evidencia grado de actividad	
31	98877.	95332	640,67	deslizamiento rotacional	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
32	97273.	95059	6642,25	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	No se evidencia grado de actividad	
33	99200.	95049	316,34	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
34	99172.	95020	226,39	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
35	97236.	94951	605,12	deslizamiento compuesto	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
36	97212.	94899	990,56	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
37	99666.	94381	956,93	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
38	99710.	94266	5738,61	movimiento complejo	SAN CRISTOBAL	No se evidencia grado de actividad	
39	97978.	93631	3635,25	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	No se evidencia grado de actividad	
40	99530.	93597	317,33	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
41	99595.	93324	1763,04	flujo	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
42	98194.	92511	720,42	deslizamiento rotacional	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
43	98215.	92452	140,62	deslizamiento	SAN CRISTOBAL	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
44	100250	96988	879,80	deslizamiento rotacional	SAN CRISTOBAL	Proceso validado en campo actual	Inventario 1
45	100060	96899	606,70	Caida de materiales	SAN CRISTOBAL	Proceso validado en campo actual	Inventario 2
46	99552	95700	1507,10	deslizamiento rotacional	SAN CRISTOBAL	Proceso validado en campo actual	Inventario 3

Tabla 3. Base de Datos preliminar de San Cristóbal

	TABLA DE PROCESOS GEOMORFOLOGICOS LOCALIDAD RAFAEL URIBE , INTERPRETACION PRELIMINAR					
PUNTO	ESTE	NORTE	AREA	PROCESOS	REVISIÓN DE CAMPO	INVENTARIO DEFINITIVO
1	95420	97695	11709,80	deslizamiento	No se evidencia grado de actividad	
2	95977	97593	8516,71	movimiento complejo	Proceso validado en campo actual	Inventario 9
3	96160	97511	1086,30	deslizamiento	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
4	95959	97390	1662,78	deslizamiento	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
5	95447	97348	2683,09	caida de materiales	No se evidencia grado de actividad	
6	96114	97374	219,24	flujo	Proceso validado en campo actual	Inventario 10
7	95582	97340	1186,10	movimiento complejo	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
8	95719	97195	954,63	movimiento complejo	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
9	95787	97111	477,73	caida de materiales	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
10	95259	96783	2034,24	caida de materiales	No se evidencia grado de actividad	
11	95258	96510	248396,00	deslizamiento	No se evidencia grado de actividad	
12	95143	96737	2316,52	caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 6
13	95172	96705	301,99	caida de materiales	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
14	95986	96525	69953,00	deslizamiento	No se evidencia grado de actividad	
15	95726	96595	101,23	deslizamiento	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
16	94954	96504	2775,09	movimiento complejo	No se evidencia grado de actividad	
17	95771	96497	1680,04	deslizamiento rotacional	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
18	95528	96338	2062,16	deslizamiento	Adecuación del terreno, para adecuación urbana	
19	96895	96227	220,12	caida de materiales	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
20	96546	96172	396,66	deslizamiento rotacional	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
21	95076	96124	7354,28	caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 8
22	94931	96002	1467,90	caida de materiales	Implementación de obra de mitigación	Inventario 7
23	96140	96032	3438,00	deslizamiento	No se evidencia grado de actividad	
24	96204	95990	1324,93	deslizamiento	No se evidencia grado de actividad	
25	95500	94277	1659,96	deslizamiento	Area menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5000	
26	97200	93910	4290,39	caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 3
27	95801	94334	6325,00	deslizamiento	Proceso validado en campo actual	Inventario 12
28	96961	95774	710,00	deslizamiento rotacional	Proceso validado en campo actual	Inventario 1
29	96705	95802	43037,00	caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 2
30	95367	96334	420,00	caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 4
31	96000	95844	1635,15	caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 5
32	95980	97325	318,00	caida de materiales	Proceso validado en campo actual	Inventario 11

Tabla 4. Base de Datos preliminar de Rafael Uribe Uribe

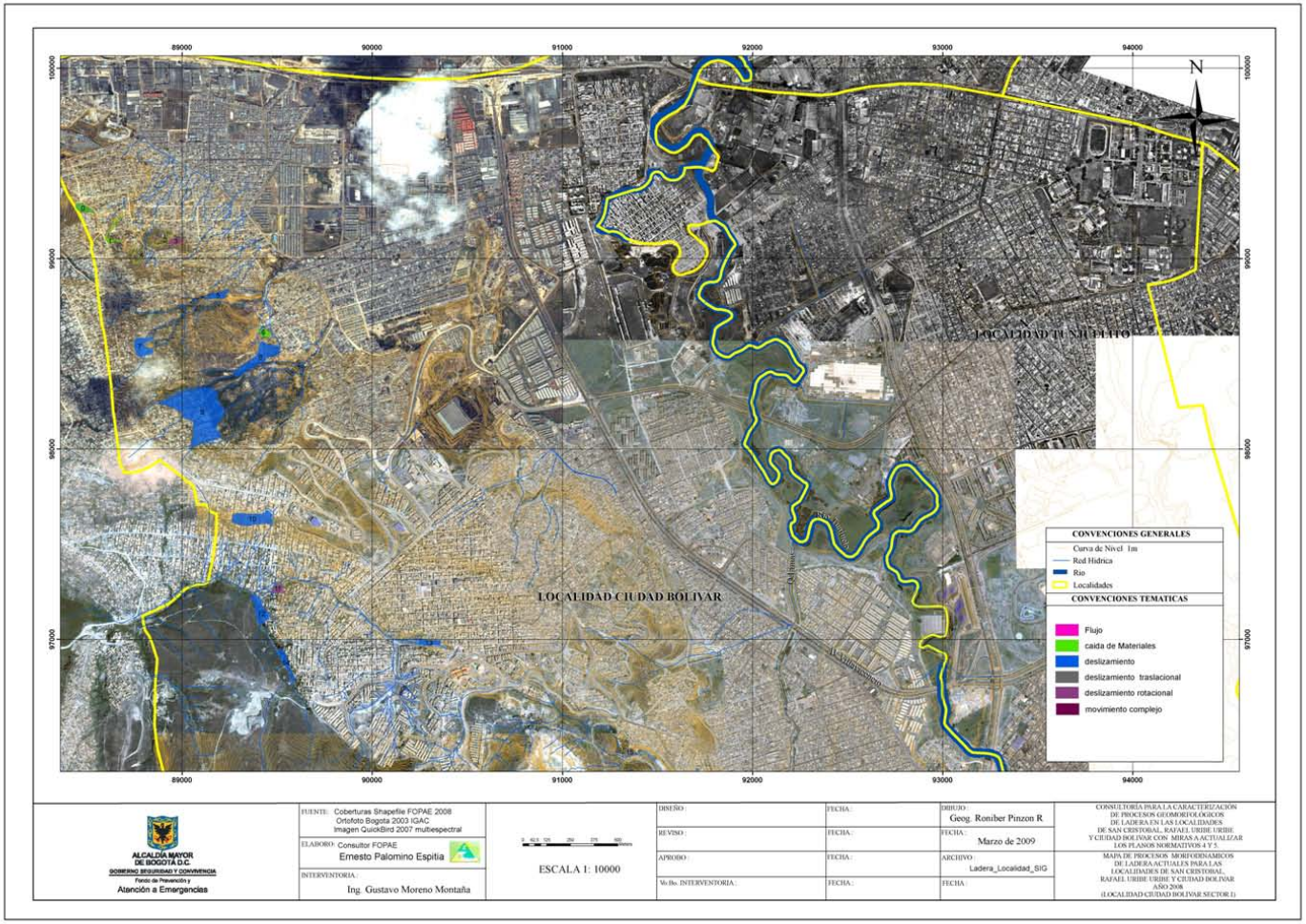


Figura 2. Inventario preliminar parte norte de la Localidad de Ciudad Bolívar

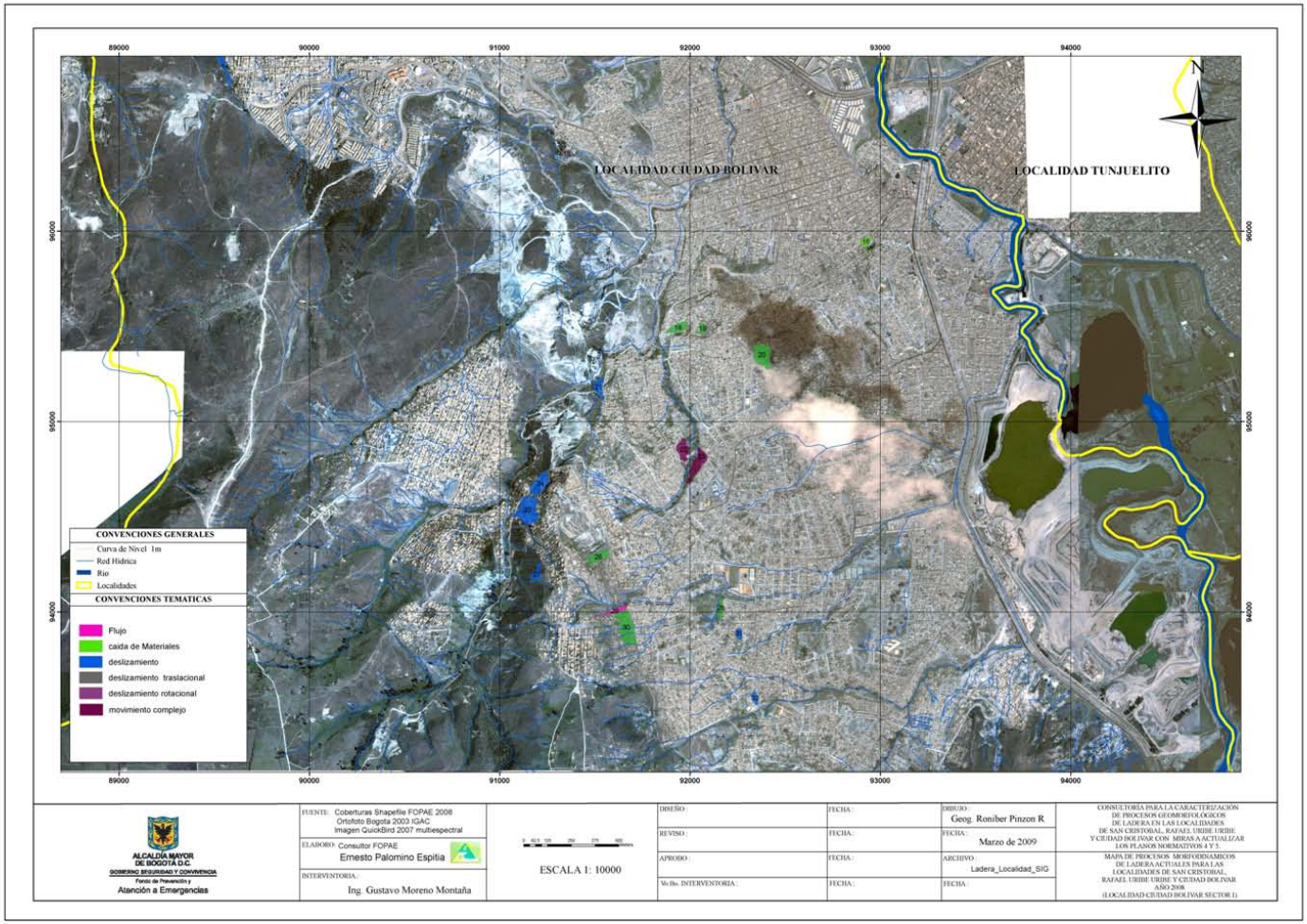


Figura 3. Inventario preliminar parte sur de la Localidad de Ciudad Bolívar

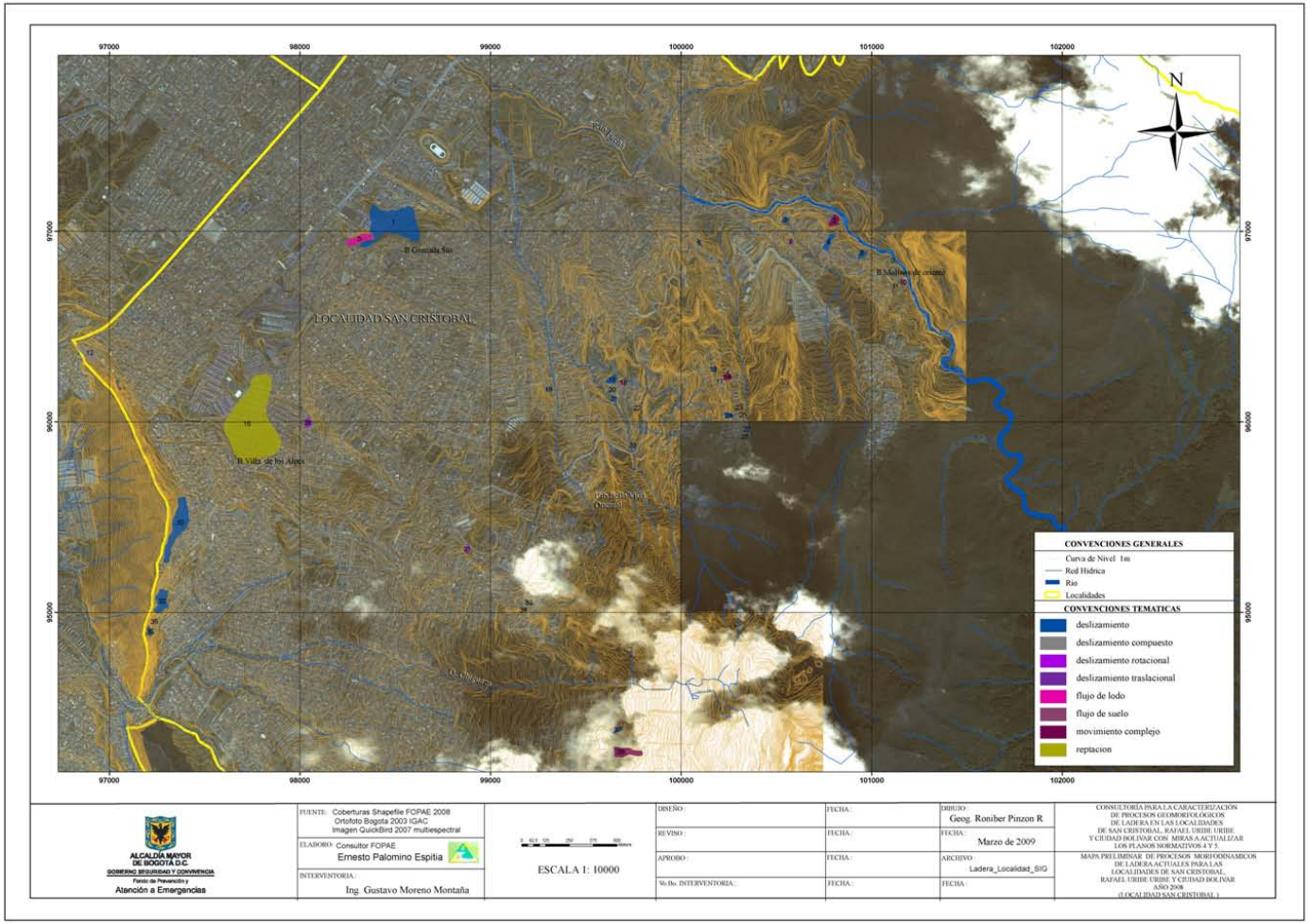


Figura 4. Inventario preliminar Localidad de San Cristóbal

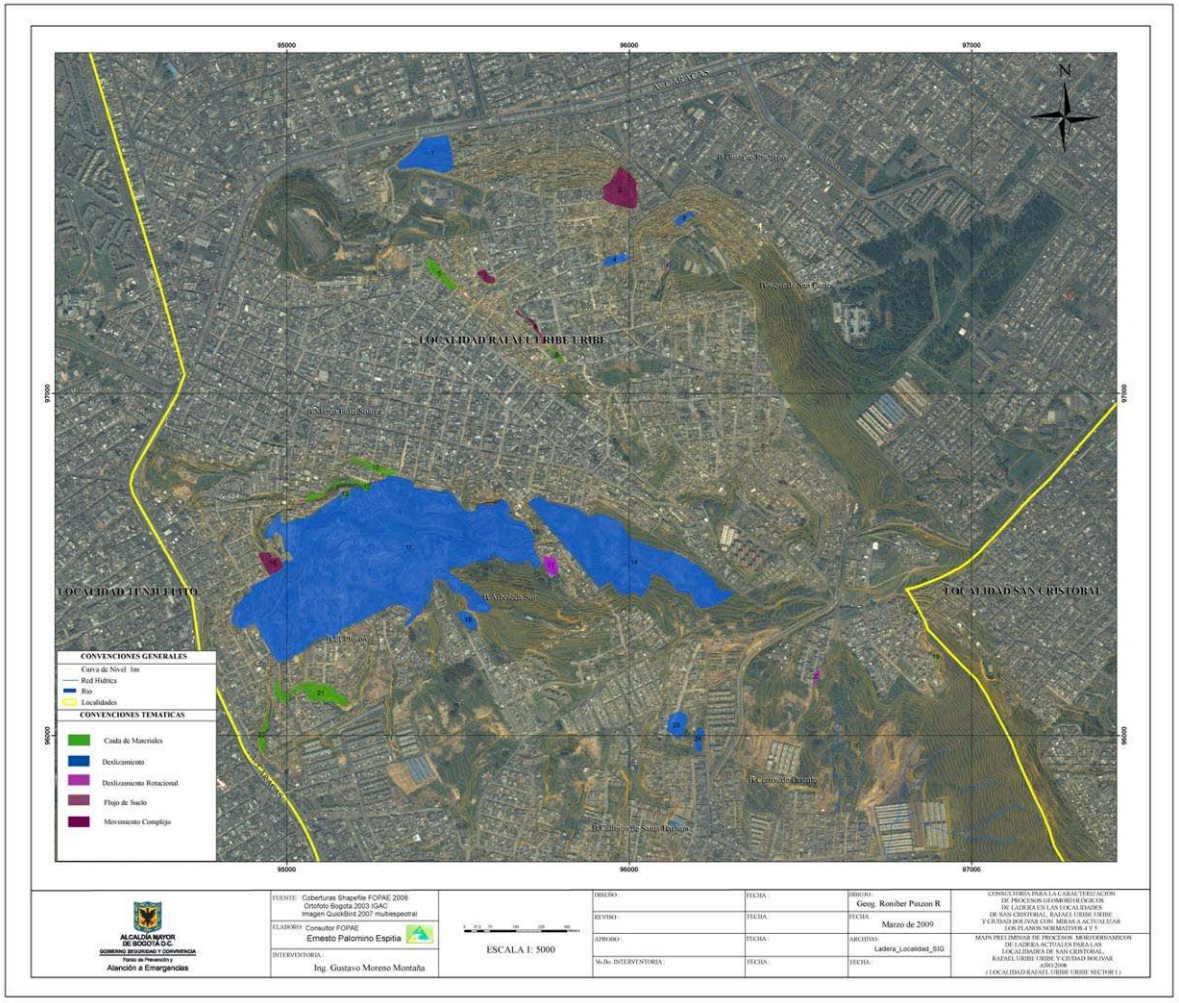


Figura 5. Inventario preliminar Localidad de Rafael Uribe Uribe

De igual manera fue posible identificar un total de cuarenta (40) canteras, de las cuales veintiuno (21) corresponden a la Localidad de Ciudad Bolívar, diez y nueve (19) de ellas son explotaciones mineras abandonadas, una (1) explotación minera activa y una (1) es una zona de restauración morfológica. Por otra parte cinco (5) de ellas pertenecen a la Localidad de San Cristóbal, de las cuales cuatro (4) son explotaciones mineras abandonadas y una (1) es una zona de restauración morfológica. Finalmente, catorce (14) pertenecen a la Localidad de Rafael Uribe Uribe, de ellas doce (12) son explotaciones mineras abandonadas, una (1) es una explotación minera activa y la restante es una zona de restauración morfológica (**Tablas 5 a 7).**

Para poder identificar algunas variaciones en el tipo de cobertura de procesos para cada Localidad, se procedió a realizar un análisis multitemporal tomando como base la ortofotografía del año 2003 y la imagen satelital multiespectral del año 2007, las cuales fueron debidamente georreferenciadas.

TABLA IDENTIFICACION DE ZONAS DE CANTERA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR

ID	ESTE	NORTE	AREA	PROCESOS
1	89332	98768	9987,53	explotacion minera abandonada
2	89302	96623	67467,00	explotacion minera abandonada
3	88906	96615	26259,00	explotacion minera abandonada
4	91124	95851	511412,00	explotacion minera activa
5	88835	96042	10795,30	explotacion minera abandonada
6	91544	95848	85283,30	explotacion minera abandonada
7	89589	95911	11977,00	explotacion minera abandonada
8	91668	95468	42416,10	explotacion minera abandonada
9	91332	94957	85000,70	explotacion minera abandonada
10	91390	94509	27619,80	zona de restauracion morfologica
11	93003	94310	39898,20	explotacion minera abandonada
12	90875	94092	38933,20	explotacion minera abandonada
13	90944	93958	13749,80	explotacion minera abandonada
14	90683	93715	21833,00	explotacion minera abandonada
15	90101	93460	4676,88	explotacion minera abandonada
16	93592	93341	22491,80	explotacion minera abandonada
17	90549	93412	9565,48	explotacion minera abandonada
18	90028	93429	1838,75	explotacion minera abandonada
19	90401	93316	19445,40	explotacion minera abandonada
20	92094	93314	43848,30	explotacion minera abandonada
21	93205	93248	23056,80	explotacion minera abandonada

Tabla 5. Estado de la Minería en Ciudad Bolívar

TABLA IDENTIFICACION DE ZONAS DE CANTERA LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL				
ID	ESTE	NORTE	AREA	PROCESOS
1	100506	96680	179141,00	zona de restauracion morfologica
2	100005	96766	6520,95	explotacion minera abandonada
3	99936	96008	207644,00	explotacion minera abandonada
4	100710	95980	23512,80	explotacion minera abandonada
5	99590	95777	37074,10	explotacion minera abandonada

Tabla 6. Estado de la Minería en San Cristóbal

TABLA IDENTIFICACION DE ZONAS DE CANTERA LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE				
ID	ESTE	NORTE	AREA	PROCESOS
1	95431	97541	45488,00	zona de restauracion morfologica
2	95967	97067	6076,86	explotacion minera abandonada
3	95590	96705	4263,78	explotacion minera abandonada
4	95277	96159	6911,59	explotacion minera abandonada
5	96605	96177	1626,09	explotacion minera abandonada
6	95510	96006	67723,10	explotacion minera abandonada
7	96439	96059	19123,90	explotacion minera abandonada
8	96570	96029	12192,40	explotacion minera abandonada
9	96737	95937	43037,00	explotacion minera abandonada
10	95869	95947	9188,92	explotacion minera abandonada
11	96568	95846	9287,45	explotacion minera abandonada
12	95852	95831	6286,77	explotacion minera abandonada
13	95911	95048	159966,00	explotacion minera activa
14	95272	94432	18608,10	explotacion minera abandonada

Tabla 7. Estado de la Minería en Rafael Uribe Uribe

4.3 ANÁLISIS MULTITEMPORAL

Teniendo en cuenta que al realizar la fotointerpretación de los procesos geomorfológicos de ladera en las Localidades de San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe y Ciudad Bolívar, se considera en algunos casos los análisis espaciales, que posibilitarán la identificación de los agentes causantes de los procesos morfodinámicos identificados preliminarmente, para lo cual se hizo oportuno realizar el **"análisis temporal"** tomando como base la ortofotografía 2003, la imagen satelital del año 2007 y la visita de campo.

Para tal efecto se escogió la evolución del mapa de procesos, que ha tenido cambios en el tiempo, mediante la comparación entre la ortofotografía del año 2.003 y la imagen satelital multiespectral al año 2007 por Localidad, mostrando los ejemplos más típicos por Localidad teniendo en cuenta las mayores variaciones en los procesos morfodinámicos identificados.

4.3.1 Localidad de San Cristóbal. De acuerdo con el **análisis temporal** en la Localidad de San Cristóbal, como resultado del proceso de inestabilidad permanente que se ha venido presentando desde el año 2005[1], con una distribución areal creciente hasta la fecha, en el denominado conjunto residencial Buenavista Oriental (**Figura 6**).

Es así como hacia el año **2003,** se distingue contiguo a la carretera a oriente una cantera inactiva cuyo perímetro delimita con una ladera oriental de pendiente moderada, la cual se trata de un terreno natural donde tiene lugar la sustentación de una buena cobertura vegetal, sin ningún tipo de intervención antrópica**.** Existe la presencia de un cauce natural**.** Hacia el año **2007,** se amplía notoriamente la construcción de viviendas entre ellas varios conjuntos de la urbanización Buenavista Oriental con la aparición de una explanación adecuada como cancha deportiva, a la cual se le agrega un corredor que permita el tránsito hasta el sitio de recreación. Para este año desaparece el trazo del cauce natural anteriormente mencionado.

Para el año **2009**, el día de la visita de campo es declarada la situación de emergencia en la urbanización Buenavista Oriental, con la presencia de todos los organismos competentes y la decisión por parte de las autoridades de reasentar algunas familias.

El tipo de movimiento identificado es un deslizamiento rotacional, que ha provocado daños en la parte alta de la ladera, con el hundimiento de una placa en concreto adecuada como cancha deportiva y afectando algunas viviendas de la urbanización Buenavista oriental.

[1] DPAE: Concepto técnico.

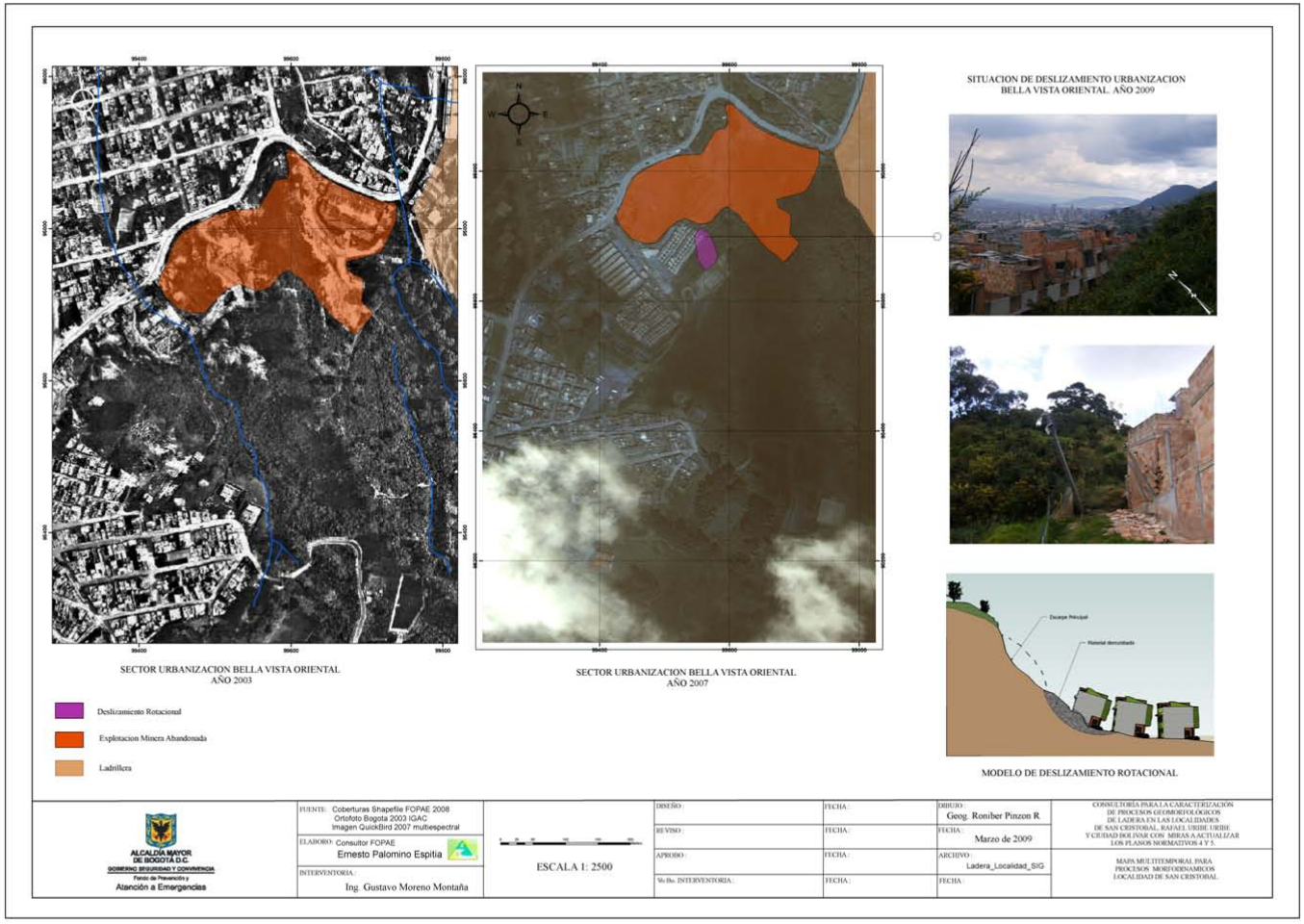


Figura 6. Análisis temporal en el barrio Buenavista Oriental

4.3.2 Localidad de Rafael Uribe Uribe. De acuerdo con el **análisis temporal** en la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sector donde actualmente se emplaza la urbanización San Cayetano, hacia el año **2003,** se observa una cantera activa rodeada de un denso núcleo urbano -sobre cuyo tramo oriental se presenta una ladera de pendiente moderada y convenientemente protegida mediante una cubierta vegetal. Sobre zonas muy cercanas a esta son visibles antiguos frentes de extracción minera (**Figura 7**).

Hacia el año **2007,** se construye sobre una porción de la cantera activa el conjunto residencial San Cayetano, delimitada por la ladera oriental, de pendiente moderada y convenientemente protegida con vegetación.

Hacia el año **2009**, conviven de manera conflictiva la urbanización en mención y la cantera activa, de la cual actualmente se extraen de manera continua materiales como recebos para su comercialización. Es visible sobre la ladera oriental a la urbanización la cicatriz de un antiguo deslizamiento.

Figura 7. Análisis temporal en la urbanización San Cayetano

4.3.3 Localidad de Ciudad Bolívar. De acuerdo con el **análisis temporal,** en la Localidad de Ciudad Bolívar, en cercanías al sector del Peñón del Cortijo, hacia el año **2003,** se observa un proceso de continuo urbanismo sobre terrenos desprotegidos de cobertura vegetal. Nótese como el corredor principal que conduce a Sierra Morena en la parte norte de la Localidad de Ciudad Bolívar es más angosto que el actual (**Figura 8**).

Hacia el año **2007,** se realizan las acciones de reconformación de los terrenos, teniendo un crecimiento urbano planificado y con las adecuaciones necesarias para su utilización como espacios de recreación y las acciones de restauración vegetal en los sitios adecuados como equipamientos educativos, los cuales se encuentran sembrados con las suficientes especies vegetales. El corredor principal que conduce a Sierra Morena se encuentra en mejores condiciones, lo suficientemente ampliado con perfilado de taludes.

Hacia el año **2009**, la colindancia entre un talud rocoso y el perímetro de urbanizaciones se encuentran delimitadas mediante el emplazamiento de una estructura de gaviones de hasta aproximadamente 1,90 m de altura que protegen la urbanización Peñón del Cortijo ante fortuitos desprendimientos de material.

Figura 8. Análisis temporal urbanización Peñón del Cortijo

4.4 ANÁLISIS COMPARATIVOS CON OTROS ESTUDIOS

Tomando como base la información extraída de los informes realizados por la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA en el año 2006 e INGEOCIM LTDA en el año 1998, tenemos:

Los frentes de las zonas de extracción y extracción someras reportadas por la Universidad Nacional, en la actualidad son amplias zonas mineras abandonadas, donde concurren fenómenos de carcavamiento y erosión diferencial. Algunos frentes antiguos resultan reemplazados por la única zona de restauración morfológica de la Localidad.

De la **Figura 9**, se observa hacia el sector aledaño a la Quebrada San Cristóbal la presencia permanente de procesos de flujos se daba en condiciones de explotación minera que en la actualidad ha sido reemplazada por densos asentamientos urbanos, paralelos a la dirección de la corriente.

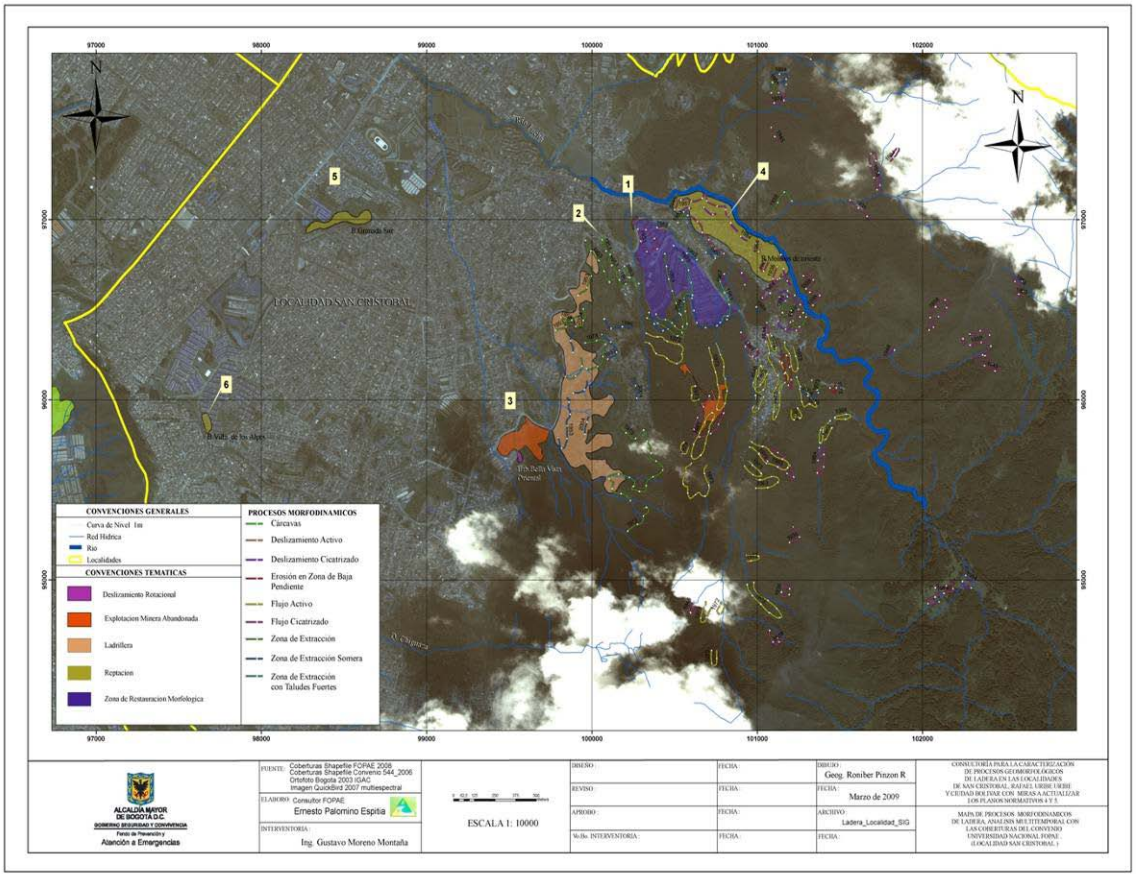


Figura 9. Análisis Multitemporal Localidad de San Cristóbal

De la **Figura 10**, para las canteras que tienen asiento en el sector de la quebrada limas y parte alta del escarpe de la Localidad de Ciudad Bolívar, comparativamente se observa una ampliación de .la zona minera. Un comportamiento distinto se observa para el sector de menor pendiente en donde las explotaciones han dado paso al proceso urbanístico.

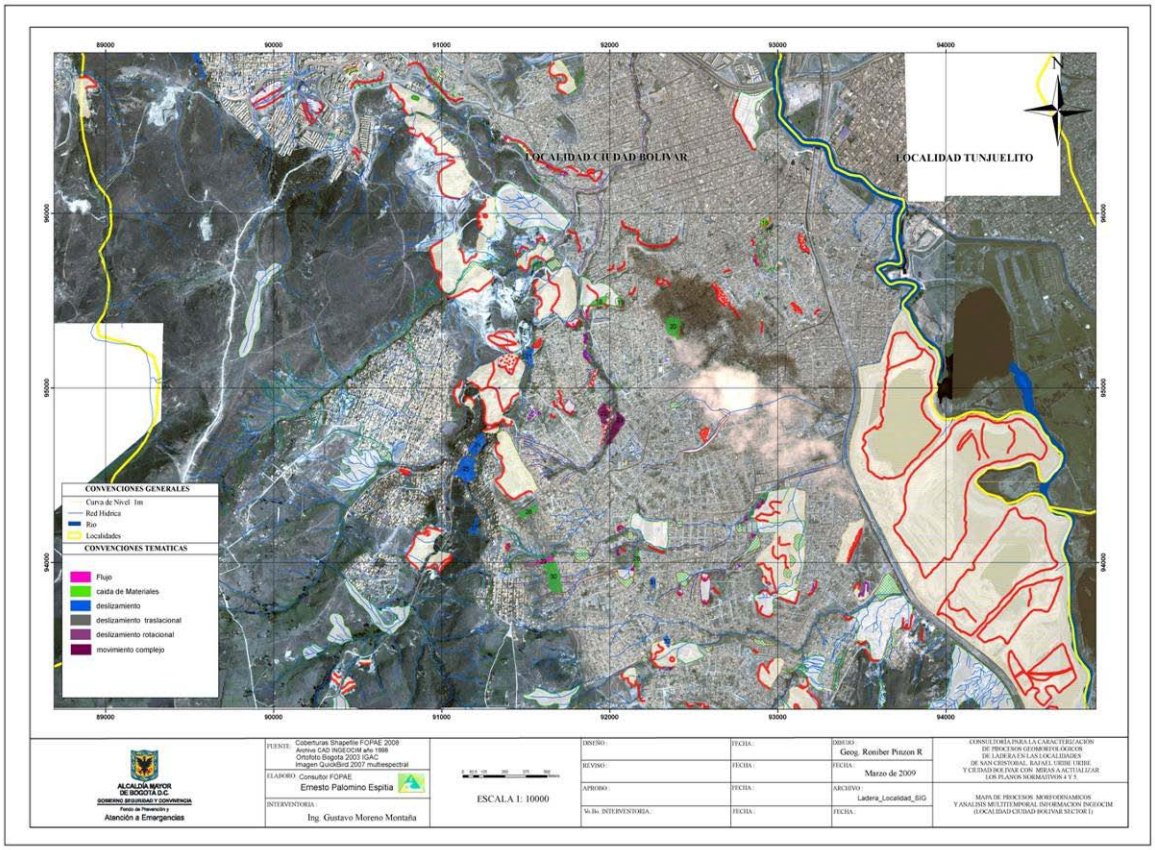


Figura 10. Análisis Multitemporal Localidad de Ciudad Bolívar parte sur Vs Ingeocim 1998

De la **Figura 11,** hacia el año 1998 de acuerdo a lo cartografiado por Ingeocim existe la presencia de grandes explotaciones, a lo largo de la zona de acceso a Sierra Morena, y en donde en el sector donde se localizan las urbanizaciones El Espino I, II y III e Ismael Perdomo, situación que en la actualidad da lugar actualmente a un situación de inestabilidad geotécnica en dicho sector.

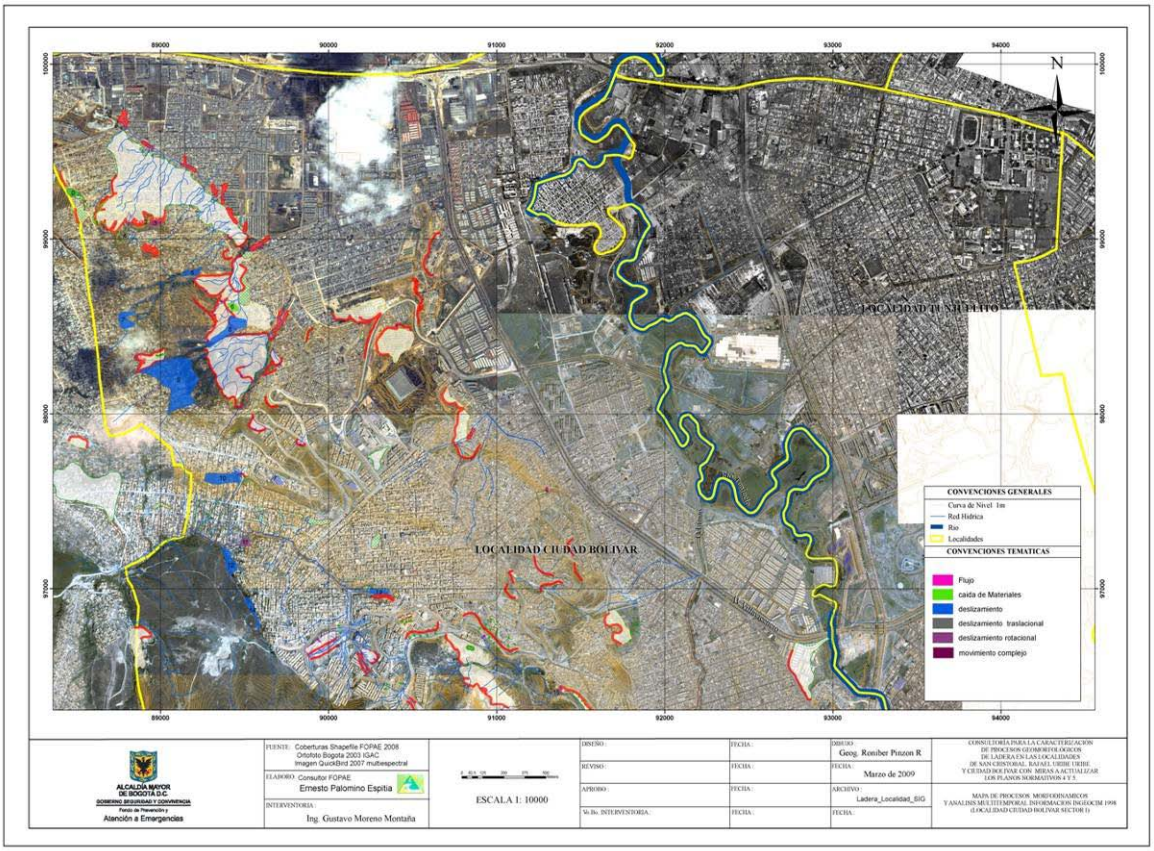


Figura 11. Análisis Multitemporal Localidad de Ciudad Bolívar parte norte Vs Ingeocim 1.998

De la **Figura 12**, de acuerdo a Ingeocim **1998**, coronas de deslizamientos son cartografiadas hacia la parte contigua a la Quebrada San Cristóbal, y que en la actualidad se observa fenómenos de reptamiento, afectando algunas viviendas del sector de Molinos.

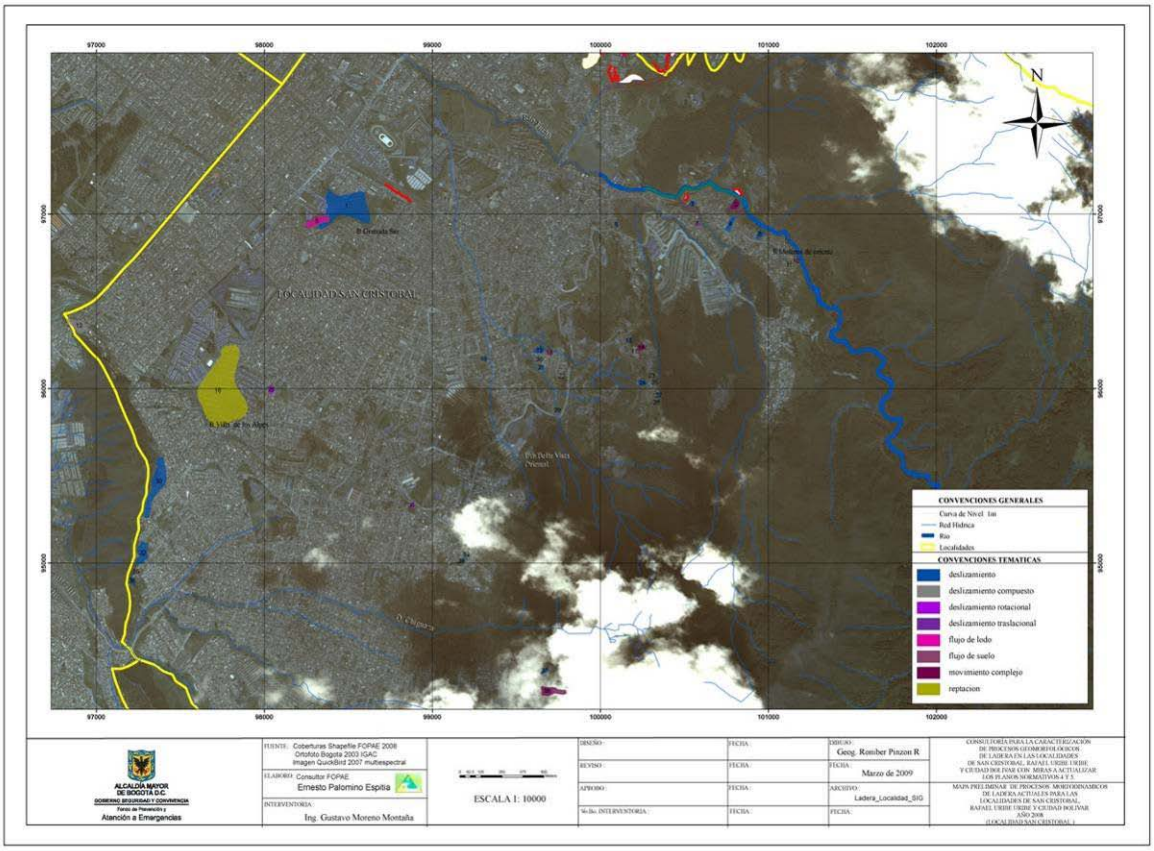


Figura 12. Análisis Multitemporal Localidad de San Cristóbal Vs Ingeocim 1998

CAPÍTULO 5. RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y TOMA DE INFORMACIÓN

A partir de la fotointerpretación realizada en las Localidades de San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe y Ciudad Bolívar, fue posible identificar de manera preliminar las zonas donde posiblemente existan procesos geomorfológicos de ladera de carácter local.

Apoyados en el anterior inventario, se realizó la etapa de campo, la cual consistió en la ubicación y caracterización detallada de los puntos antes identificados (**Ver anexo 2 -Formularios diligenciados**).

De los ciento un (117) sectores identificados preliminarmente a partir de la etapa de fotointerpretación, durante el chequeo de campo, se seleccionó un total de veintisiete (27) procesos morfodinámicos, para su correspondiente levantamiento detallado. Se suprimen los demás puntos identificados teniendo en cuenta la aplicación del siguiente procedimiento:

- Implementación de obra de mitigación.
- Adecuación del terreno, para ocupación urbana.
- Área menor para ser cartografiable a escala hasta 1:5.000.
- No se evidencia grado de actividad.
- Varios procesos multitemporales puntuales están asociados a uno actual.

De esta forma los procesos validados en campo actual, suma un total de veintisiete (27) procesos inventariados, para los cuales se procede al diligenciamiento de los formularios previamente diseñados y los cuales se presentan en el Anexo 2-Formularios diligenciados (**Tablas 8 a 10**).

ID	AREA	PROCESOS	LOCALIDAD	GRADO ACTIDAD	NOMBRE BARRIO	LEY_GEO	UNIDAD GEOLOGIA	LEY_GEOMOR	UNIDAD GEOMORFOLOGIA
1	6563,89	caida de materiales	Ciudad Bolivar	suspendido	EL PENON DEL CORTIJO, SIERRA MORENA	KTgm -Ktgi	Formacion Guaduas, Conjunto Medio, Formacion Guaduas, Conjunto Inferior	I D - I A	Crestas Redondeadas y Pedimentos ,Escarpes y Frentes Estructurales
2	506840,00	movimiento complejo	Ciudad Bolivar	Activo	ISMAEL PERDOMO,PERDOMO ALTO,ESPINO,ESPINO I,SAN ANTONIO DEL MIRADOR,SANTO DOMINGO,SIERRA MORENA,SANTA VIVIANA	Ktgi-KTgm-Ksgt	Formacion Guaduas, Conjunto Inferior, Grupo Guadalupe, Formacion Arenisca Tierna,	II B -I D-I B	Terrenos Ondulados,Crestas Redondeadas y Pedimentos,Pendientes Estructurales
3	626,56	caida de materiales	Ciudad Bolivar	Activo	JUAN JOSE RONDON	Qal -KTgm	Depositos Aluviales	VI B -I A	Valles de Planicie, Escarpes y Frentes Estructurales
4	7108,56	caida de materiales	Ciudad Bolivar	Activo	VILLAS EL DIAMANTE, BELLA FLOR SUR,BRISAS DEL VOLADOR	Ktgi -Ksgt	Formacion Guaduas, Conjunto Inferior, Grupo Guadalupe, Formacion Arenisca Tierna	I D	Crestas Redondeadas y Pedimentos
5	38933,20	caida de materiales	Ciudad Bolivar	Activo	BELLA FLOR SUR, LA TORRE	Qdlt-Ksgd	Despositos de Pendiente - Talus, Grupo Guadalupe, Formacion Arenisca Dura	I A - V A -I D	Escarpes y Frentes Estructurales, Ladera de Acumulacion, Crestas Redondeadas y Pedimentos
6	6284,18	flujo	Ciudad Bolivar	Latente	LOS ALPES SUR, NACIONES UNIDAS	Ktgi -Ksgt	Formacion Guaduas, Conjunto Inferior	I D	Crestas Redondeadas y Pedimentos
7	9301,22	movimiento complejo	Ciudad Bolivar	Activo	CASA DE TEJA,QUIBA,EL MOCHUELO	Qal -Tpb	Depositos Aluviales, Formacion Bogota	VI A -II C	Valles de Montana,Superficies de Aplanamiento o Peneplanicie
8	1101,70	caida de materiales	Ciudad Bolivar	Activo	CASA DE TEJA	Teri	Formacion La Regadera, Conjunto Inferior	II C -I A	Superficies de Aplanamiento o Peneplanicie, Escarpes y Frentes Estructurales
9	576,55	caida de materiales	Ciudad Bolivar	Activo	CASA DE TEJA	Qtb-Teri	Depositos de Terraza Bajas, Formacion La Regadera, Conjunto Inferior	I B	Pendientes Estructurales

Tabla 8. Inventario de procesos actuales Ciudad Bolívar

ID	AREA	PROCESOS	LOCALIDAD	GRADO ACTIDAD	NOMBRE BARRIO	LEY_GEO	UNIDAD GEOLOGIA	LEY_GEOMOR	UNIDAD GEOMORFOLOGIA
1	879,80	deslizamiento rotacional	San Cristobal	Activo	SAN CRISTOBAL SUR,TIBAQUE URBANO	Tpb	Formacion Bogota	I A - I B	Escarpes y Frentes Estructurales , Pendientes Estructurales
2	606,71	caida de materiales	San Cristobal	Activo	EL TRIANGULO	Tpb	Formacion Bogota	I B	Pendientes Estructurales
3	1507,10	deslizamiento rotacional	San Cristobal	Activo	LOS ALPES	Tpb	Formacion Bogota	II B	Terrenos Ondulados
4	125935,00	reptacion	San Cristobal	Activo	HOYA SAN CRISTOBAL,MONTE CARLO,MOLINOS DE ORIENTE,LOS LAURELES I	Qfg-Qal	Depositos Fluvio-Glaciares, Depositos Aluviales	V A	Ladera de Acumulacion
5	44481,50	reptacion	San Cristobal	Activo	GRANADA SUR	Qta -Tpb-Qdlc	Depositos de Terraza Altas-Formacion Bogota-Depositos de Pendiente - Coluvion	VI B-V A-II C	Valles de Planicie-Ladera de Acumulacion-Superficies de Aplanamiento o Peneplanicie
6	4313,52	deslizamiento	San Cristobal	Activo	VILLA DE LOS ALPES,LAS GUACAMAYAS	Qta	Depositos de Terraza Altas	VI A	Valles de Montana

Tabla 9. Inventario de procesos actuales San Cristóbal

ID	AREA (m²)	PROCESOS	LOCALIDAD	GRADO ACTIDAD	NOMBRE BARRIO	LEY_GEO	UNIDAD GEOLOGIA	LEY_GEOMOR	UNIDAD GEOMORFOLOGIA
1	602,80	deslizamiento rotacional	Rafael Uribe	Activo	CERROS DE ORIENTE	Teri	Formacion La Regadera, Conjunto Inferior	I B	Pendientes Estructurales
2	43037,00	explotacion minera activa	Rafael Uribe	Activa	CERROS DE ORIENTE , LOS MOLINOS	Ters-Teri-TQt	Formacion La Regadera, Conjunto Supe-rior,Formacion Tila-ta,Formacion La Regadera, Conjunto Superior	II B -I B-IV	Terrenos Ondula-dos,Pendientes Estructura-les,Laderas de Piedemonte Degradadas
3	4290,39	caida de materiales	Rafael Uribe	Activo	ARRAYANES I,RINCON DEL VALLE	Ters	Formacion La Regadera, Conjunto Superior	I A	Escarpes y Frentes Estructura-les
4	537,33	caida de materiales	Rafael Uribe	Activa	EL PLAYON	Ters	Formacion La Regadera, Conjunto Superior	II B	Terrenos Ondulados
5	1635,16	caida de materiales	Rafael Uribe	Activo	ARBOLEDA SUR, CA-LLEJON SANTA BARBA-RA	Ters	Formacion La Regadera, Conjunto Superior	II B	Terrenos Ondulados
6	1851,11	caida de materiales	Rafael Uribe	Activo	ARBOLEDA SUR	Ters	Formacion La Regadera, Conjunto Superior	II B -II C -I A	Terrenos Ondulados, Superfi-cies de Aplanamiento o Pene-planicie, Escarpes y Frentes Estructurales
7	1467,90	caida de materiales	Rafael Uribe	Estabilizado	EL PLAYON	Ters	Formacion La Regadera, Conjunto Superior	II B -II C	Terrenos Ondulados, Superfi-cies de Aplanamiento o Pene-planicie
8	958,41	caida de materiales	Rafael Uribe	Activo	EL PLAYON	Ters	Formacion La Regadera, Conjunto Superior	II C	Superficies de Aplanamiento o Peneplanicie
9	259,67	caida de materiales	Rafael Uribe	Inactivo	HOSPITAL SAN CARLOS	Teri	Formacion La Regadera, Conjunto Inferior	I A	Escarpes y Frentes Estructura-les
10	951,50	caida de materiales	Rafael Uribe	Inactivo	GRANJAS DE SANTA SOFIA	Ters	Formacion La Regadera, Conjunto Superior	I D	Crestas Redondeadas y Pedi-mentos
11	318,01	caida de materiales	Rafael Uribe	Estabilizado	GRANJAS SAN PABLO	Teri	Formacion La Regadera, Conjunto Inferior	I A - II C_	Escarpes y Frentes Estructura-les, Superficies de Aplana-miento o Peneplanicie
12	3333,02	deslizamiento	Rafael Uribe	Activa	LA PICOTA, LA PICOTA ORIENTAL	Qfg	Depositos Fluvio-Glaciares	V A	Ladera de Acumulacion

Tabla 10. Inventario de procesos actuales Rafael Uribe Uribe

CAPÍTULO 6. ELABORACIÓN DE INVENTARIO Y GENERACIÓN DE COBERTURA DE PROCESOS

A partir del inventario de campo de los procesos morfodinámicos de ladera actuales localizados en el área de estudio, se realizó la cartografía de los procesos actuales (**Fotografías 1 a 48**).

Para la clasificación de los movimientos en masa se utilizó el sistema propuesto originalmente por Varnes (1978), el cual tipifica los principales tipos de movimiento y que para la zona en particular corresponden principalmente a deslizamientos, reptación, caídas de materiales y movimiento complejo, para las tres (3) localidades que comprende San Cristóbal, Rafael Uribe Uribe y Ciudad Bolívar.

De esta forma los procesos validados en campo actual, integran un total de veintisiete (27) procesos inventariados, los cuales se presentan de manera detallada en el Anexo 2: formularios diligenciados y cuya base de datos definitiva aparece en las (**Tablas 8 a 10 – Capítulo 5**).

Asimismo, en relación con la temática de canteras existe una gran concentración de ellas emplazadas en la parte alta del escarpe de la Localidad de Ciudad Bolívar, donde en la actualidad se desarrolla la actividad minera activa, no obstante tener proximidad al perímetro urbano. Con respecto a las unidades extractivas mineras inactivas, estas se localizan de manera preferencial a lo largo del corredor aluvial encajonado de la Quebrada Limas. Para las Localidades de San Cristóbal y de Rafael Uribe Uribe, la mayor parte de ellas son inactivas.

Se reconocieron un total de cuarenta (40) canteras, de las cuales veintiuno (21) que corresponden al 52,50% están localizadas en la Localidad de Ciudad Bolívar, cinco (5) que corresponden al 12,50% pertenecen a San Cristóbal y finalmente catorce (14) que corresponden al 35,00% está localizada en Rafael Uribe Uribe (**Tablas 5 a 7 - Capitulo 4**).

6.1 ELABORACIÓN DE INVENTARIO

6.1.1 Localidad de Ciudad Bolívar

Inventario No 1:

Ubicación: Se localiza en el barrio el Peñón del Cortijo, sobre la prolongación de la vía Gaitán Cortés que conduce al sector de Sierra Morena. En las siguientes coordenadas planas: N= 98513 y E= 90356.

Descripción: El tipo de movimiento identificado corresponde a la caída de materiales de tamaño heterométrico desde la parte media y alta de un talud de 15 metros de

altura aproximadamente, de pendiente irregular comprendida entre los 60 a 70°. El talud en mención, está constituido por niveles potentes de areniscas pertenecientes a la Formación Guaduas (Ktg), en el cual es posible la observación de una familia de discontinuidades paralelas a la cara del talud. En algunos puntos de la parte alta del mismo, las areniscas están cubiertas discordantemente por una capa delgada de material coluvial (**Fotografías 1 y 2 y Figura 13**).

Fotografía 1 y 2 . Talud de material fracturado con depósitos heterométricos en su base

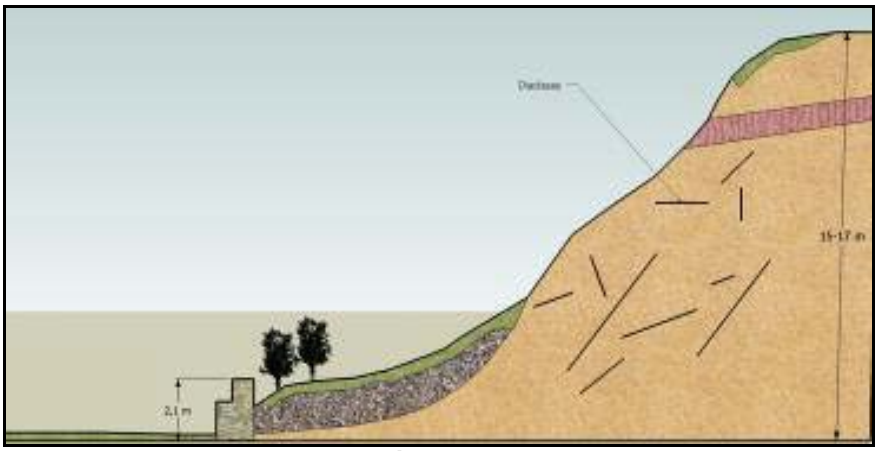


Figura 13. Acumulación de detritos al pie del talud

Hacia la parte baja del talud, se localiza un muro en gavión de hasta 1.70 metros de altura (2 niveles) y una longitud aproximada de ochenta (80) metros, que sirve de escudo de protección. La estructura en gavión se encuentra separada veinte (20) metros de la infraestructura más cercana (viviendas).

Inventario No 2:

Ubicación: Se localiza en el sector noroccidental de la Localidad de Ciudad Bolívar, específicamente hacia la parte alta de Sierra Morena, comprende los barrios Santa Bibiana sector Vista Hermosa, San Antonio del Mirador, Santa Helena, Santa Viviana, El Espino I sector, Santo Domingo, El Espino III sector, Rincón del Porvenir, Mirador

de la Estancia; conocido como el deslizamiento del sector Altos de la Estancia. En las siguientes coordenadas planas: N=98506 y E= 89000.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es complejo, debido a la combinación de deslizamientos rotacionales y traslacionales, y cuyo proceso de inestabilidad es de influencia regional y a gran escala. La corona actual del escarpe principal puede tener un desplazamiento de hasta 5 metros, **(Fotografías 3 y 4**) en donde la DPAE ha decidido el reasentamiento de las familias en el área de influencia del proceso. Se puede apreciar el desplazamiento de dos grandes masas de inestabilidad, teniendo como dirección aparente NE.

Fotografía 3. Panorámica desde la parte baja del movimiento complejo ubicado en la Localidad de Ciudad Bolívar

Fotografía 4. Se observa hacia la parte alta de la ladera un escarpe de falla de aprox. 5 m

Geológicamente afloran las areniscas de la parte media de la Formación Guaduas, con presencia de depósitos de ladera coluvial.

La descarga constante de aguas servidas y el escape constante de las aguas provenientes de la ruptura de las mangueras que proporcionan agua potable a los habitantes es un factor desencadenante del movimiento.

Inventario No 3:

Ubicación: Se localiza en la parte central de la Localidad de Ciudad Bolívar, en el denominado Barrio Juan José Rondón. En las siguientes coordenadas planas: N= 96262 y E=91648.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es caída de materiales, que van desde detritos a cantos y arenas. El talud se encuentra conformado por depósitos coluviales de una altura aproximada de 10 metros, sobre cuya superficie tiene lugar el desencadenamiento de procesos de erosión en surcos que debilitan progresivamente el talud. Las viviendas que estaban muy próximas al sitio del talud

fueron desalojadas por la DPAE. Hacia la corona del talud se localiza una vía pavimentada en donde circula un elevado tráfico vehicular y cuya vibración puede ser un factor desencadenante (**Fotografías 5 y 6 y Figura 14**).

Fotografía 5 y 6. Talud coluvial con depósitos en la base

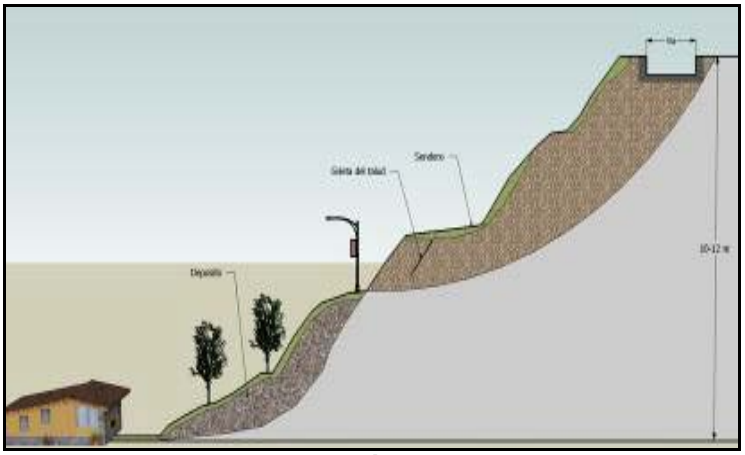


Figura 14. Depósito de detritos

Inventario No 4:

Ubicación: Se localiza en la parte central de la Localidad de Ciudad Bolívar, en el denominado Barrio Bella Flor Sur y Villas el Diamante. En las siguientes coordenadas planas: N=94779 y E= 91377.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es caída de materiales, con un estado activo, a partir de un talud de unos 15 metros de altura, e inclinación aproximada de 70°, el cual geológicamente se encuentra conformado por areniscas fracturadas de la formación labor (Ksl). Adviértase como uno de los bloques desprendidos se sitúa muy cerca a la vivienda (**Fotografías 7 y 8**).

Hacia la corona del talud existe una vía pavimentada la cual presenta una elevada movilidad y la cual podría ser afectada por el proceso descrito. Este proceso se hace

extensivo al barrio Villas del Diamante, por inadecuado proceso de explotación minera mediante la utilización de explosivos, en épocas pasadas.

Fotografía 7 y 8. Proceso de caída de materiales que podría afectar vía principal y al barrio Villas del Diamante

Inventario No 5:

Ubicación: Se localiza en la parte sur de la Localidad de Ciudad Bolívar, en vecindades al barrio Bella Flor. En las siguientes coordenadas planas: N=94050 y E= 99070.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es caída de materiales, con un estado activo, como resultado de la conformación de escarpes de explotación antigua sobre ambas vertientes de la Quebrada Limas. El macizo rocoso lo conforman potentes estratos de areniscas los cuales buzan 20° hacia el SE. Hacia la parte alta de los escarpes tiene lugar el desarrollo urbano del Barrio Bella Flor (**Fotografías 9 y 10**).

El escarpe de explotación minera antigua de la vertiente oriental de la Quebrada Limas se observan fenómenos de erosión acentuados que posibilitan la caída de materiales y el volcamiento de los mismos.

Inventario No 6:

Ubicación: Se localiza en la parte sur de la Localidad de Ciudad Bolívar, en vecindades a los barrios Naciones Unidas y Los Alpes Sur. En las siguientes coordenadas planas: N=40050 y E= 91700.

Fotografía 9 y 10. Antigua excavación minera sobre laderas de la Quebrada Limas

Descripción: El tipo de movimiento identificado puede ser considerado tipo flujo, y donde su zona de influencia puede tener lugar en la parte cercana a la Quebrada Zanjón de la Estrella en el barrio Alpes Sur, debido a su carácter torrencial. En la actualidad por intermedio de la EAAB, para recuperación de la ronda hidráulica de la quebrada han sido demolidas algunas viviendas cercanas a la Quebrada (**Fotografías 11 y 12**).

Fotografía 11 y 12. Depósito de flujos en el sector de Lucero Alto

Inventario No 7:

Ubicación: Se localiza en la parte suroriental de la Localidad de Ciudad Bolívar, en el barrio El Divino Niño y Casa de Teja. En las siguientes coordenadas planas: N=93750 y E= 93450.

Descripción: Las rocas aflorantes en la zona son arcillolitas de la formación Bogotá (Tb), depósitos coluviales y rellenos antrópicos, los cuales son materiales extremadamente sensibles a los procesos denudacionales.

El tipo de movimiento identificado es compuesto, por la combinación de procesos como socavación lateral del cauce de la quebrada trompeta, debilitamiento del

escarpe coluvial por descarga incontrolada de aguas desde la parte alta y sobrecarga por innumerables viviendas subnormales así como recurrentes rellenos antrópicos que concentran el poder socavante de la quebrada e inundaciones (**Fotografías 13 y 14**).

Fotografía 13 y 14. Inundación, socavación lateral y debilitamiento de talud vertiente oriental de la Quebrada Trompeta

Inventario No 8:

Ubicación: Se localiza en la parte suroriental de la Localidad de Ciudad Bolívar, en el barrio Casa de Teja. En las siguientes coordenadas planas: N=93850 y E= 93450.

Descripción: Las rocas aflorantes en la zona son areniscas de la Formación Regadera (Tir), cuya posición estructural es subvertical, y con frecuentes discontinuidades, en algunos casos paralelos al rumbo de los estratos N20W, coincidentes con la dirección del talud principal (**Fotografía 15**).

Fotografía 15. Estratos verticales de arenisca muy diaclasada

El tipo de movimiento identificado es caída de materiales y volcamiento, cuyo estado es latente. El escarpe es el resultado de una antigua explotación minera que hace parte de la vertiente occidental de la quebrada trompeta.

Inventario No 9:

Ubicación: Se localiza en la parte suroriental de la Localidad de Ciudad Bolívar, en el barrio Casa de Teja. En las siguientes coordenadas planas: N=94250 y E=93500.

Descripción: Las rocas aflorantes en la zona son areniscas de la formación Regadera (Tir), cuya posición estructural es subvertical, con frecuentes discontinuidades abiertas, paralelas al talud principal.

El tipo de movimiento identificado es caída de materiales y volcamiento. El escarpe es el resultado de una antigua explotación minera que hace parte de la vertiente occidental de la quebrada trompeta (**Fotografías 16 y 17 y Figura 15**).

Fotografía 16 y 17. Discontinuidades abiertas paralelas al talud principal

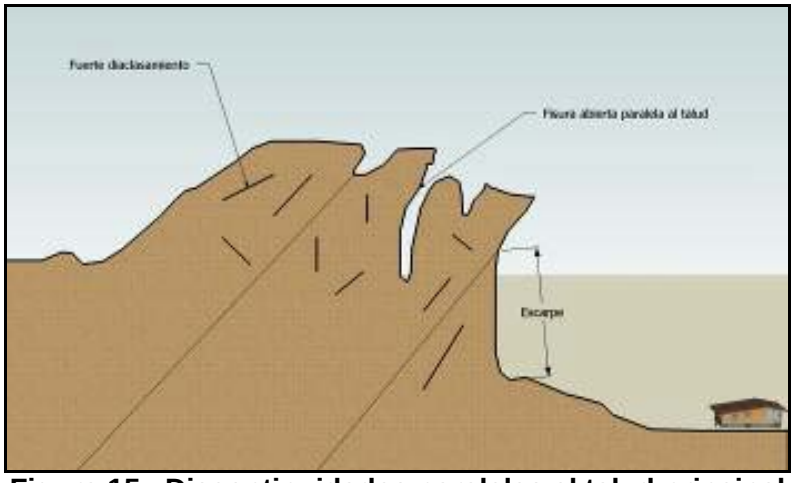


Figura 15. Discontinuidades paralelas al talud principal

6.1.2. Localidad de San Cristóbal

Inventario No 1:

Ubicación: Se localiza en la parte norte de la Localidad de San Cristóbal, en el barrio San Jerónimo. En las siguientes coordenadas planas: N=96991 y E= 100243.

Descripción: Las rocas aflorantes en la zona son estratos arcillosos muy meteorizados que hacen parte de la Formación Bogotá (Tb).

El tipo de movimiento identificado es un deslizamiento rotacional, que trae como consecuencia el hundimiento de la placa de concreto rígido, afectando el corredor vial de bastante transitabilidad para la Localidad de San Cristóbal. La banca externa de la carretera presenta un talud con cobertura de pastos, el cual presenta grietas paralelas al talud y adicionalmente como factor desencadenante del proceso pueden tener infiltración de aguas (**Fotografías 18 y 19 y Figura 16**).

Fotografía 18 y 19. Hundimiento de placa de pavimento rígido Carretera a Oriente

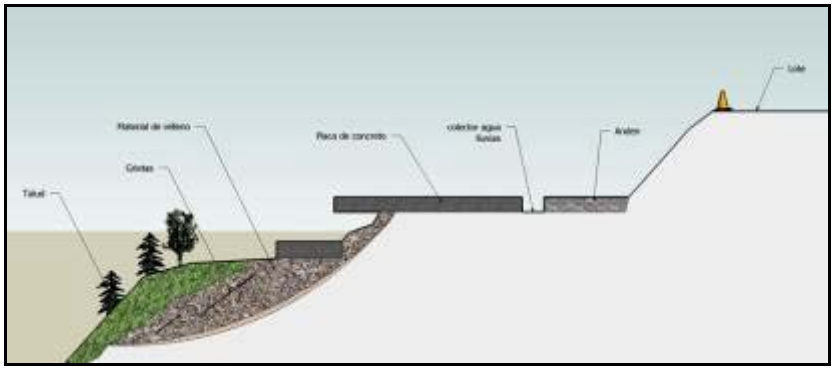


Figura 16. Deslizamiento rotacional en carretera a Oriente

Inventario No. 2:

Ubicación: Se localiza en la parte norte de la Localidad de San Cristóbal en el sector del barrio El Triangulo. En las siguientes coordenadas planas: N=96907 y E= 100058.

Descripción: Geológicamente se trata de una intercalación de estratos de areniscas y arcillolitas pertenecientes a la Formación Bogotá (Tb).

Dichos estratos de arcillolitas conforman suelos residuales que debido a su comportamiento mecánico en función del estado de humedad provocarían asentamientos diferenciales en los niveles arenosos, trayendo como consecuencia la caída de materiales, conformando depósitos heterométricos, con acumulación de bloques, muy cerca al borde de la vía, lo cual podría acarrear problemas de accidentalidad en este punto (**Fotografía 20**).

Fotografía 20. Caída de materiales carretera a Oriente

Inventario No 3:

Ubicación: Se localiza en la parte central de la Localidad de San Cristóbal en el sector del barrio Buenavista Oriental. En las siguientes coordenadas planas: N=96907 y E= 99600.

Descripción: El escarpe principal se encuentra conformado por suelos residuales, cuyo material parental pertenece a la formación Bogotá (Tb). El día de la visita es declarada la situación de emergencia de la urbanización Buenavista Oriental, con la presencia de todos los organismos competentes y la decisión de reasentamiento de algunas familias).

El tipo de movimiento identificado es un deslizamiento rotacional, que ha provocado daños en la parte alta de la ladera a una cancha deportiva y en la parte plana a las

viviendas de la urbanización Buenavista oriental, inclinando las dos últimas viviendas del conjunto residencial, por la dirección NW del movimiento y afectando a las de la siguiente fila de casas con algunas fisuras en la parte frontal y latera (**Fotografías 21 a 24 y Figura 17**).

Fotografía 21 y 22. El poste de luz indica la dirección del movimiento Barrio Buenavista Oriental

Fotografía 23 y 24. Fisuras en las viviendas

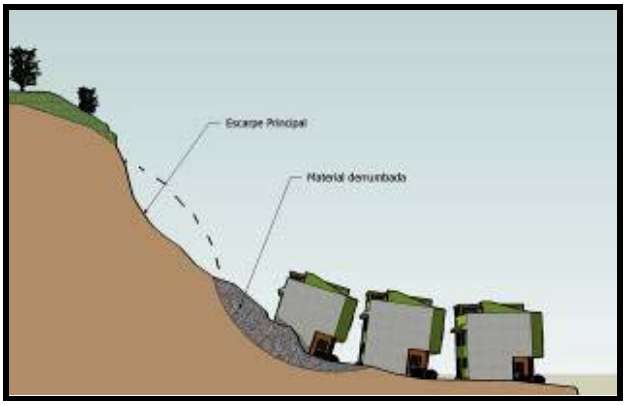


Figura 17. Perfil movimiento rotacional

Durante el reconocimiento se observa además la existencia de una explotación minera inactiva aledaña al sitio de las viviendas.

Inventario No 4:

Ubicación: Se localiza en la parte nororiental de la Localidad de San Cristóbal en el sector del barrio Montecarlo y Molinos de Oriente, Laureles I. En las siguientes coordenadas planas: N=996969 y E= 1000816.

El tipo de movimiento identificado es el de reptación, encontrándose algunas viviendas reubicadas en la parte alta del barrio.

Descripción: Tiene lugar en la vertiente occidental de la Quebrada Fucha o San Cristóbal, donde existe la presencia de material coluvial.

Como factor condicionante se trata de un material colapsable, y como factores detonantes la acción de la corriente de agua de la quebrada Fucha o San Cristóbal, la cual presenta en el sector un encajonamiento en materiales blandos de la formación Bogotá (Tb), incidiendo en el movimiento y la sobrecarga de viviendas las cuales un importante número se encuentra dentro del espacio de ronda demarcado por la EAAB (**Fotografías 25 y 26**).

Fotografía 25 y 26. Deformaciones del terreno causadas por movimiento de reptación, con frecuentes encharcamientos

Inventario No 5:

Ubicación: Se localiza en la parte noroccidental de la Localidad de San Cristóbal en el sector del barrio Granada Sur y Montebello. En las siguientes coordenadas planas: N=97152 y E= 98768.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es el de suelos en reptación, con desplazamiento hacia el occidente. Algunas viviendas del costado sur han sido gradualmente desalojadas. El lote donde se visualiza el problema se encuentra con cobertura en pastos y con formas escalonadas en su superficie (**Fotografías 27 y 28**).

En los factores condicionantes se puede tener un material colapsable, y como factores detonantes la interrupción de drenajes para dar paso a las viviendas no planificadas y la sobrecarga de éstas.

Fotografía 27 y 28. Lote con movimiento de reptación activo en el sector Granada Montebello

Inventario No 6:

Ubicación: Se localiza en la parte occidental de la Localidad de San Cristóbal en el sector del barrio Villa de los Alpes. En las siguientes coordenadas planas: N=95874 y E=97652.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es el de deslizamiento sobre suelos residuales, con desplazamiento hacia el occidente. En algunas viviendas de la urbanización Villas de los Alpes se observan problemas de agrietamiento severo, así como en los bordes de la vía que conduce a la ciudad de Villavicencio (**Fotografías 29 y 30**).

Fotografía 29 y 30. Daños en fachadas de viviendas y borde vía a Villavicencio Villas de los Alpes

6.1.3 Localidad de Rafael Uribe Uribe

Inventario No 1:

Ubicación: Se localiza en la parte oriental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en la urbanización San Cayetano. En las siguientes coordenadas planas: N=95758 y E= 96712.

Descripción: Geológicamente la ladera principal se encuentra conformada por estratos de areniscas pertenecientes a la Formación Regadera (Tir).

El tipo de movimiento identificado es de deslizamiento rotacional de carácter local suspendido con composición en roca y suelo. El proceso observado se encuentra estabilizado, cuyo estilo es único y de distribución confinado. Como factor condicionante es la deforestación o ausencia de vegetación y como factores detonantes las lluvias y el mantenimiento deficiente del sistema de drenaje (**Fotografías 31 y 32 y Figura 18**).

Fotografía 31 y 32. Antiguo deslizamiento rotacional en la urbanización San Cayetano

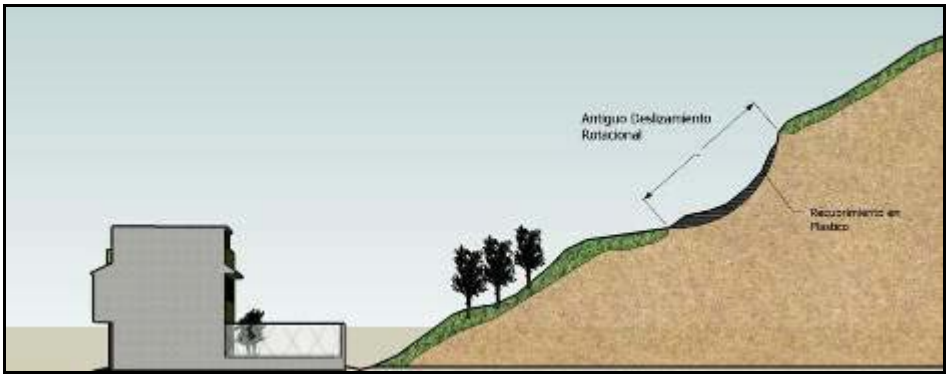


Figura 18. Perfil movimiento rotacional San Cayetano

Inventario No 2:

Ubicación: Se localiza en la parte oriental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el área adyacente a la urbanización San Cayetano. En las siguientes coordenadas planas: N=95800 y E= 96710.

Descripción: El tipo de movimiento identificado corresponde a caída de materiales y volcamiento, cuyo material está compuesto bloques. El estado del movimiento es activo (**Fotografías 33 y 34 y Figura 19**).

La litología corresponde a niveles de areniscas y arcillolitas. Para el momento de la visita la cantera se encontraba activa.

Fotografía 33 y 34. Aspecto de la cantera activa contigua a la urbanización San Cayetano

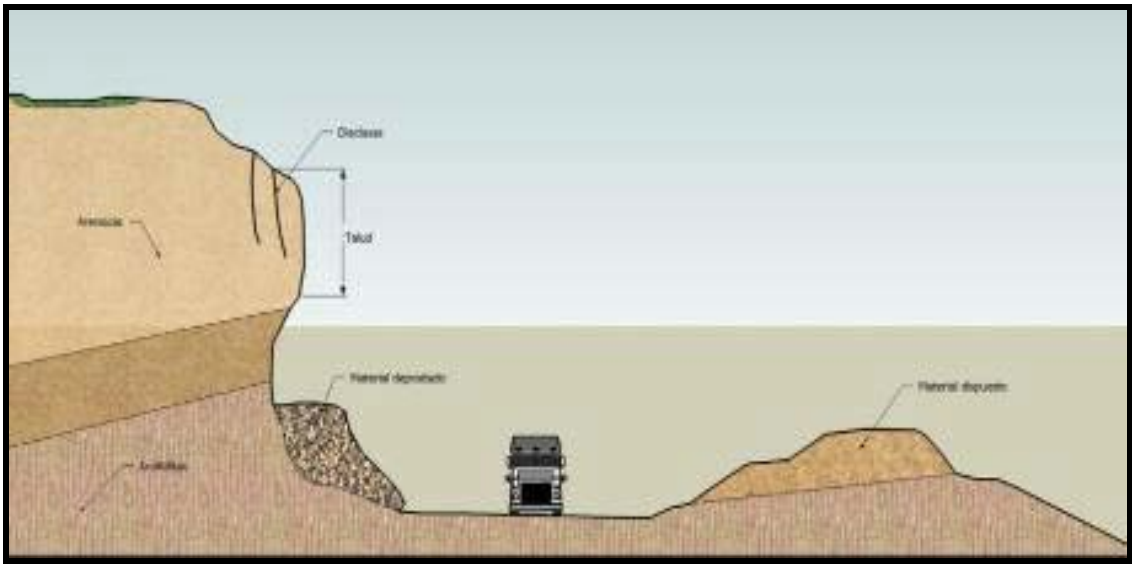


Figura 19. Caída de materiales y volcamiento cantera activa

Inventario No 3:

Ubicación: Se localiza en la parte suroriental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sector Rincón del Valle Y Nueva Esperanza. En las siguientes coordenadas planas: N=94107 y E= 97156.

Se localiza en la parte suroriental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sector Rincón del Valle (N=94107, E= 97156).

Fotografía 35 y 36. Delimitación del parque Entrenubes en el sector Rincón del Valle

Descripción: El tipo de movimiento identificado especialmente hacia la ladera occidental donde la pendiente es abrupta es la caída de materiales.

El drenaje de la zona ha desaparecido y en su lugar aparece la vía de acceso al barrio Valle del Zea (Figura 29).

Hacia el flanco oriental del valle se observan lotes vacíos como consecuencia de los procesos de reubicación de familias.

Inventario No 4:

Ubicación: Se localiza en la parte centro-occidental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el tramo vial ubicado en la calle 47 sur con carrera 12 A. En las siguientes coordenadas planas: N=96400 y E= 95380. Esta vía pavimentada de acceso principal de la carrera 11 B con calle 48 sur, es la antigua vía que conducía a los antiguos frentes de explotación mineros

Descripción: El tipo de movimiento identificado es la caída de material.

Se observan grietas paralelas al talud, causadas por el tipo de material geológico (coluvión), el libre escurrimiento de aguas y el estado de permanente vibración

artificial por tráfico vehicular. Existe en la zona inadecuada disposición de escombreras como terraplén para el uso como parqueaderos (**Fotografías 37 y 38 y Figura 20**).

Fotografía 37 y 38. Grietas paralelas al talud en depósitos de la Formación Tilatá

Inventario No 5:

Ubicación: Se localiza en la parte central de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sector Callejón de Santa Bárbara. En las siguientes coordenadas planas: N=95828 y E= 95962.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es la caída de material.

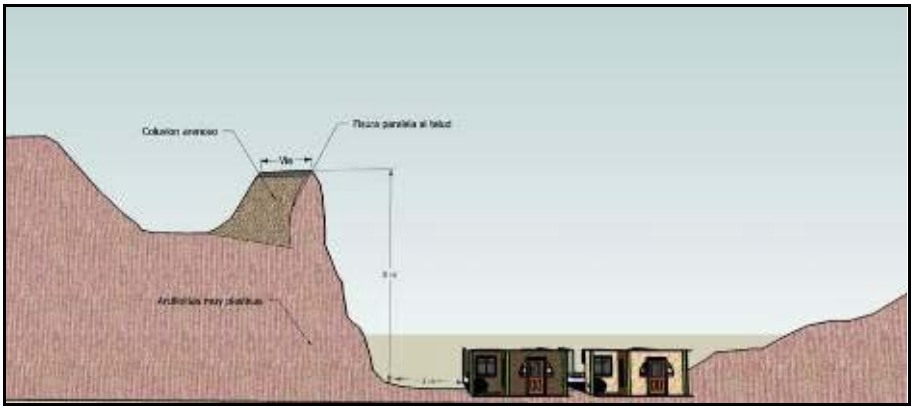


Figura 20. Potencial caída de materiales en vía de acceso

Geológicamente se trata de una intercalación de niveles de arcillolita y areniscas en la parte superior horizontales que hacen parte de la Formación regadera (Tir).

La altura del talud es de 15 metros, con una separación de las viviendas de unos 7 metros. Existen fenómenos erosivos en la cara del talud, lo cual debilita severamente la ladera, por el libre escurrimiento de aguas. Como detonante adicional existe

vibración artificial por paso vehicular en cercanías a la parte alta (**Fotografías 39 y 40**).

Fotografía 39 y 40. Erosión en surcos y caída de material

Inventario No 6:

Ubicación: Se localiza en la parte noroccidental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, colindante con el barrio Marco Fidel Suárez. En las siguientes coordenadas planas: N=96709 y E= 95100.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es la caída de material.

Geológicamente se trata de niveles de areniscas horizontales muy diaclasadas que pertenecen a la Formación Regadera (Tir).

La altura del talud es de 10 metros. En el sector han existido procesos de reubicación de algunas familias por encontrase muy próximos a la cara libre del talud, lo que en la actualidad es un corredor de protección y dedicado como zona verde (**Fotografías 41 y 42 y Figura 21**).

Fotografía 41 y 42. Corredor de seguridad y caída de materiales

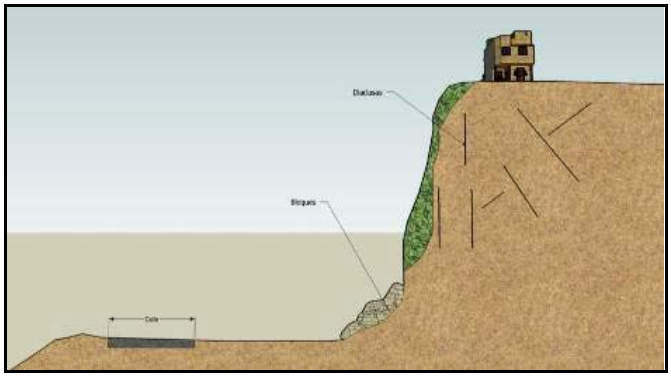


Figura 21. Caída de material Fm Regadera

Inventario No 7:

Ubicación: Se localiza en la parte occidental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sector El Playón. En las siguientes coordenadas planas: (N=96015 y E= 94920.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es la caída de material.

Geológicamente se trata de niveles de areniscas horizontales diaclasadas que pertenecen a la Formación Regadera (Tir).

En el sector contiguo al talud existe un equipamiento educativo adecuado como jardín infantil. La altura del talud es de 8 metros. El talud en el momento actual se encuentra en proceso de estabilización por recubrimiento en concreto lanzado (**Fotografías 43 y 44**).

Fotografía 43 y 44. Estabilización de talud

Inventario No 8:

Ubicación: Se localiza en la parte occidental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sector El Playón. En las siguientes coordenadas planas: N=96115 y E= 95220.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es la caída de material.

Geológicamente se trata de niveles de areniscas pseudohorizontales diaclasadas intercaladas con delgados niveles de arcillolitas de color gris que hacen parte de la Formación Regadera (Tir). En la actualidad el proceso es activo y con una distribución confinada (**Fotografías 45 y 46 y Figura 22**).

Fotografía 45 y 46. Caída de materiales Formación Regadera

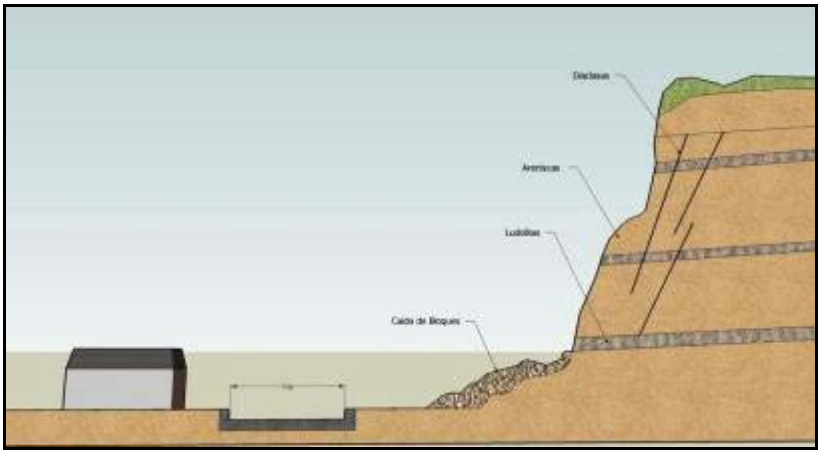


Figura 22. Perfil de caída de materiales borde de la vía de acceso.

Inventario No 9:

Ubicación: Se localiza en la parte noroccidental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sector del barrio Quiroga. En las siguientes coordenadas planas: N=97600 y E= 95990.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es la caída de material.

Geológicamente se trata de niveles de areniscas horizontales muy diaclasadas que hacen parte de la Formación Regadera (Tir).

En la actualidad el proceso es activo y con una distribución creciente. En el sector han existido procesos de reubicación de algunas familias por encontrase muy próximos a la cara libre del talud, lo que en la actualidad es un corredor de protección y dedicado como zona verde (**Fotografías 47 y 48**).

Fotografía 47 y 48. Reasentamiento de familias por caída de roca

Inventario No 10:

Ubicación: Se localiza en la parte noroccidental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sector Granjas de Santa Sofía. En las siguientes coordenadas planas: N=97340 y E= 96100.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es la caída de material.

Geológicamente se trata de niveles de areniscas horizontales muy diaclasadas que hacen parte de la Formación Regadera (Tir).

En la actualidad el proceso es suspendido y con una distribución confinado. En el sector han existido procesos de reubicación de algunas familias por encontrasen sobre el talud, o articulados a él. Los espacios contiguos son aprovechados como zonas verdes. Sobre la parte alta del talud se tienen trazos viales por lo que resiste vibración artificial por paso vehicular (**Fotografías 49 y 50**).

Fotografía 49 y 50. Caída de materiales en estado suspendido

Inventario No 11:

Se localiza en la parte noroccidental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sector Granja San Pablo (N= 97315; E= 95980).

Fotografía 51 y 52. Estabilización mediante malla anclada

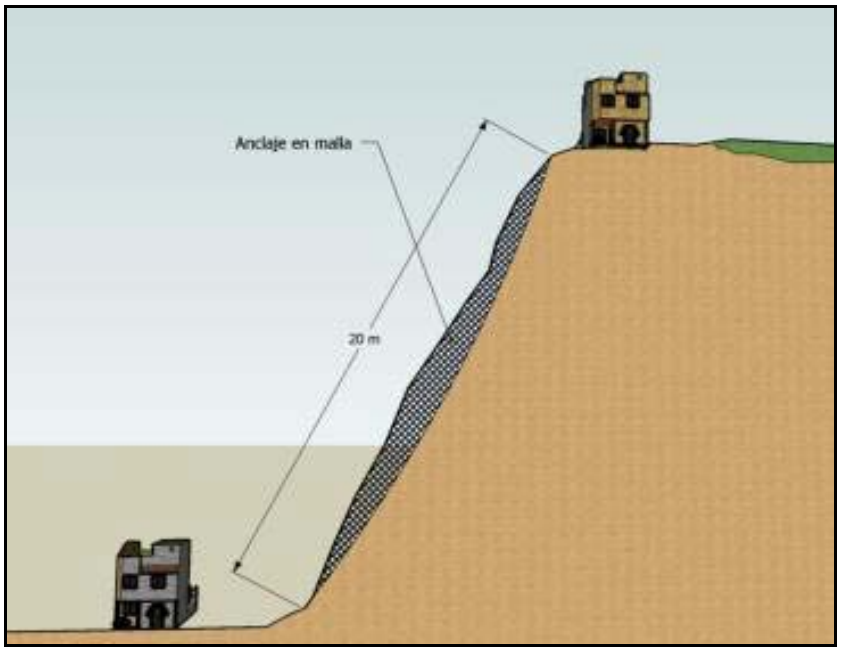


Figura 23. Perfil de talud estabilizado mediante malla anclada.

Descripción: El tipo de movimiento identificado es la caída de material.

Geológicamente se trata de niveles de areniscas horizontales muy diaclasadas que hacen parte de la formación regadera (Tir). En la actualidad el proceso es estabilizado mediante malla anclada.

Inventario No 12:

Ubicación: Se localiza en la parte sur-occidental de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, en el sector del barrio El Portal (N= 994338; E= 995817).

Fotografía 53 y 54. Deslizamiento activo Barrio El Portal

Descripción: El tipo de movimiento identificado es un deslizamiento traslacional en suelos blandos, donde el movimiento de la masa se desplaza a lo largo de la ladera hacia abajo.

Geológicamente se trata de un depósito fluvioglacial. En la actualidad el proceso es activo con una longitud total de 25 metros, y de distribución creciente. Se declara la situación de emergencia el 26 de febrero de 2.009, con un saldo trágico de dos viviendas destruidas a consecuencia del deslizamiento, una persona muerta y varios heridos. La amplitud de la masa deslizada es de 40 metros, con una pendiente de 70° (**Fotografías 53 y 54**).

6.2 COBERTURA DE PROCESOS ACTUALES

La cobertura de los procesos actuales por localidad se muestran en el (anexo 3: mapa de cobertura de procesos actuales) y el inventario de procesos actuales se muestra en las tablas 8 a 10.

CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se plasma de manera conceptual la caracterización morfodinámica general, en el marco de los procesos morfodinámicos de ladera para las Localidades de Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Rafael Uribe Uribe. Posteriormente se presenta un análisis estadístico por tipo de proceso, geología donde se presentan los procesos y grado de actividad. Por último se precisa la priorización de sectores por Localidad donde es necesario adelantar estudios para determinar las medidas de mitigación, que faciliten la toma de decisiones.

7.1 CARACTERIZACIÓN MORFODINÁMICA GENERAL

La localidad de **San Cristóbal**, se encuentra delimitada en su costado oriental por un escarpe abrupto del Grupo Guadalupe el cual coincide con los cerros orientales, siendo el área restante una ladera de menor pendiente y que coinciden con rocas más blandas de la formación Bogotá, las cuales son más susceptibles a los procesos denudacionales (deslizamientos) y algunos depósitos coluviales, que debido a factores detonantes externos como las lluvias hace que se produzcan movimientos de reptación. Se destaca por su carácter torrencial, la quebrada San Cristóbal, la cual no presenta durante su recorrido dentro del área obras de canalización.

.

Delimitando el Parque Entrenubes, la Localidad de **Rafael Uribe Uribe** representa una zona de transición entre la ladera alta de la Localidad de San Cristóbal y la zona plana del valle del Tunjuelo, donde tienen importancia los depósitos coluviales y los niveles escarpados de la formación Regadera, donde se presentan procesos recurrentes de caídas de material. Se destaca por su carácter torrencial la quebrada chiguaza, la cual no presenta durante su recorrido en la zona obras de canalización.

La Localidad de **Ciudad Bolívar**, se destaca por un escarpe montañoso el cual coincide con el grupo Guadalupe y que desarrolla hacia la parte sur la prolongación de la franja del Sumapaz y que por concentración sin control de canteras antitécnicas la mayoría de ellas inactivas las cuales se localizan de manera preferencial a lo largo del corredor fluvial de la Quebrada Limas, la cual se encuentra en la parte más alta de la Localidad, la cual es de carácter torrencial, encajonado y rectilíneo. Esta característica y la fuerte actividad antrópica, en sus laderas mediante la presencia iterada de canteras, se convierten en los aportes de material heterométrico de notable impacto en las zonas bajas, siendo las causas de obstrucción a las redes de alcantarillado y obras pluviales, y detonante de los procesos torrenciales. Lo anterior asociado a desarrollos urbanos no planificados al interior de ellas da lugar a procesos morfodinámicos como caídas de material en los escarpes del Grupo Guadalupe y formación Regadera y a deslizamientos complejos sobre las rocas blandas de la formación Guaduas.

Especialmente para las Localidades de San Cristóbal y Rafael Uribe Uribe, la mayoría de procesos morfodinámicos de ladera, se asocian a la presencia de antiguas explotaciones, que sin las debidas actividades de restauración morfológica sirven de emplazamiento para la ampliación de la frontera urbana, y cuya malla vial, es adquirida de la antigua infraestructura minera.

7.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO POR TIPO DE PROCESOS

Para el presente análisis se definen los tipos de proceso encontrados para las Localidades de Ciudad Bolívar, San Cristóbal y Rafael Uribe Uribe.

7.2.1 Ciudad Bolívar. Para esta Localidad (**Tabla 2 – Capítulo 4**) se cartografiaron un total de 39 procesos preliminares, cuya distribución, en donde 12 (31%) corresponde a caída de materiales, 13 (32%) se clasifican como deslizamientos, 2 (5%) son deslizamientos rotacionales 8 (21%) hacen parte de los deslizamientos translacionales, 1 (3%) son flujos y finalmente 3 (8%) hacen parte de los movimientos complejos (**Figura 24**).

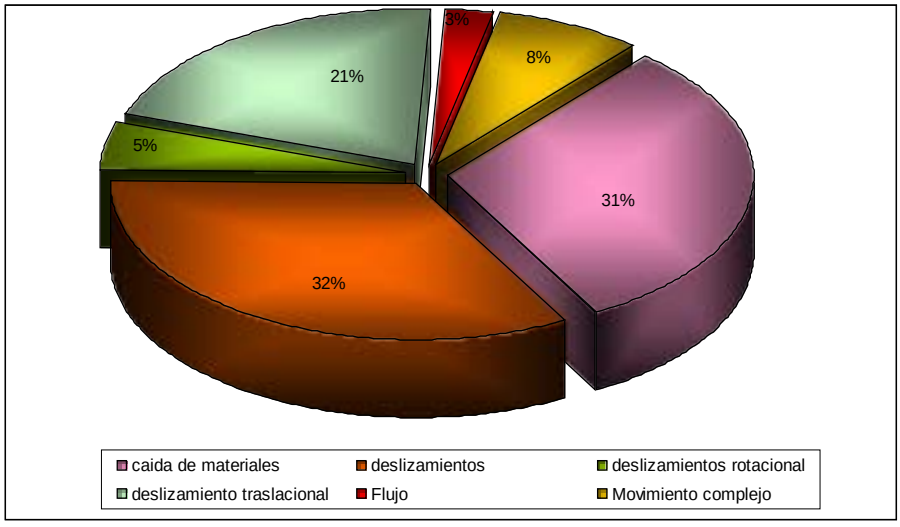


Figura 24. Distribución porcentual preliminar de los procesos en Ciudad Bolívar

Desde el punto de vista de los procesos morfodinámicos finales, se cartografiaron un total de 9 procesos morfodinámicos de ellos 6 (67%) son caída de materiales, 2 (22%) son movimientos complejos y finalmente 1 (11%) es un proceso de flujo, (**Tabla 8 - Capítulo 5 y Figura 25**).

Con respecto al grado de actividad de la cobertura de los procesos morfodinámicos actuales (**Tabla 8 - Capítulo 5**) se tiene que 7 (78%) de los procesos inventariados son activos, 1 (11%) corresponde a un proceso de flujo comprendido en la

urbanizaciones Alpes Sur y Naciones Unidas son latentes, y 1 (11%) se encuentra suspendido en el Peñón del Cortijo, por existir una obra de mitigación (**Figura 26**).

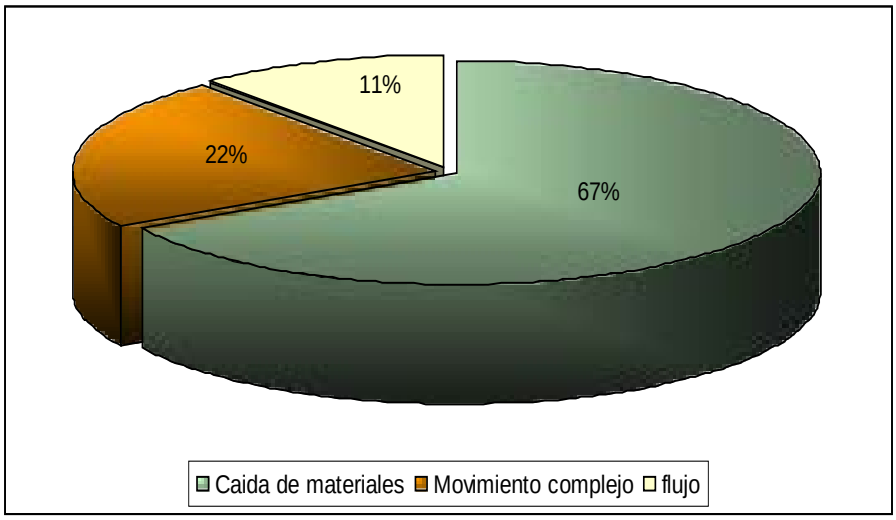


Figura 25. Distribución porcentual de procesos final en la Localidad de Ciudad Bolívar

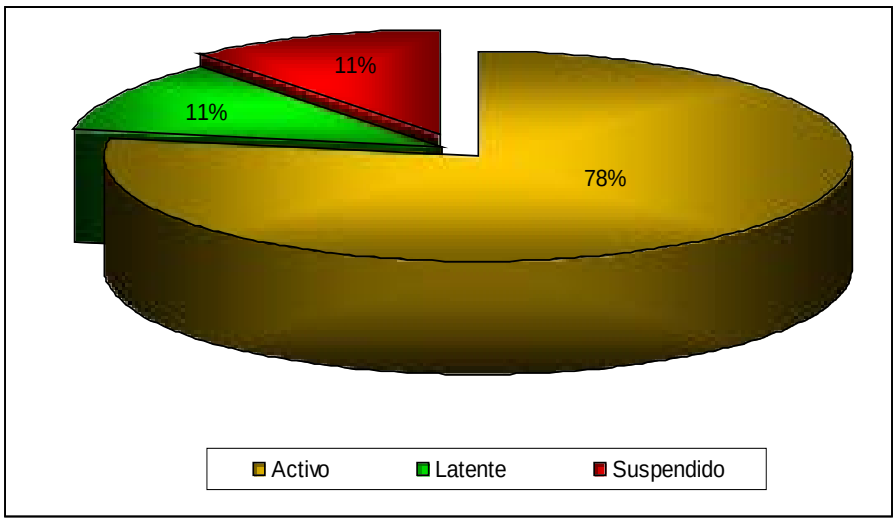


Figura 26. Distribución porcentual de grado de actividad en la Localidad de Ciudad Bolívar

El tipo de material en el cual tiene lugar los procesos como deslizamientos y movimientos complejos ocurre principalmente en unidades geológicas de la Formación Guaduas y Formación Bogotá (niveles arcillosos predominantes), en tanto que los procesos de caída de materiales se presentan de manera principal en las unidades sedimentarias de la Formación Regadera (intercalaciones de arcillolitas y arenitas arcillosas). La distribución de los materiales geológicos, donde tienen lugar

los procesos morfodinámicos. La **Figura 27** ilustra la distribución de los materiales geológicos presentes.

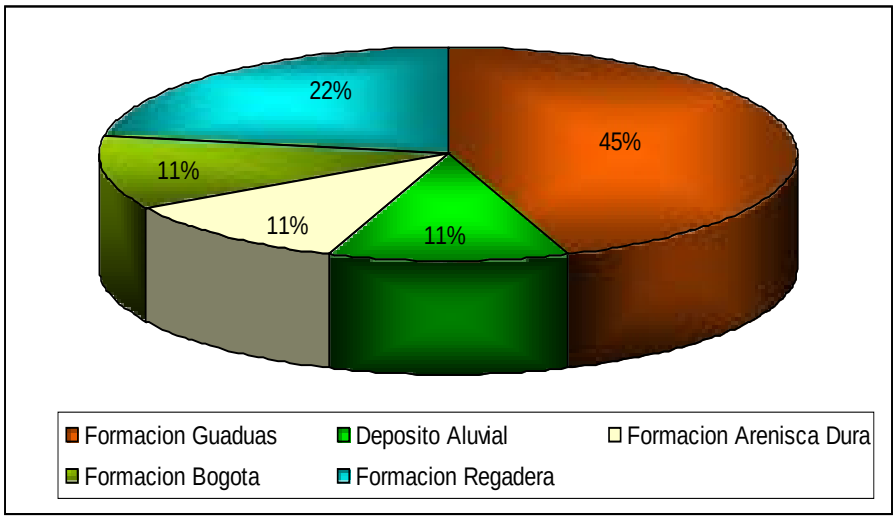


Figura 27. Tipo de Materiales en la Localidad de Ciudad Bolívar

7.2.2 San Cristóbal. Para la Localidad de San Cristóbal se cartografiaron un total de 46 procesos preliminares, en donde 1 (2%) corresponde a caída de materiales, 24 (51%) se clasifican como deslizamientos, 4 (9%) son deslizamientos compuestos, 4 (11%) hacen parte de deslizamientos rotacionales, 1 (2%) hacen parte de los deslizamientos translacionales, 5 (11%) son flujos, 3 (7%) son movimientos complejos y finalmente 3 (7%) hacen parte de los procesos de reptación (**Figura 28**).

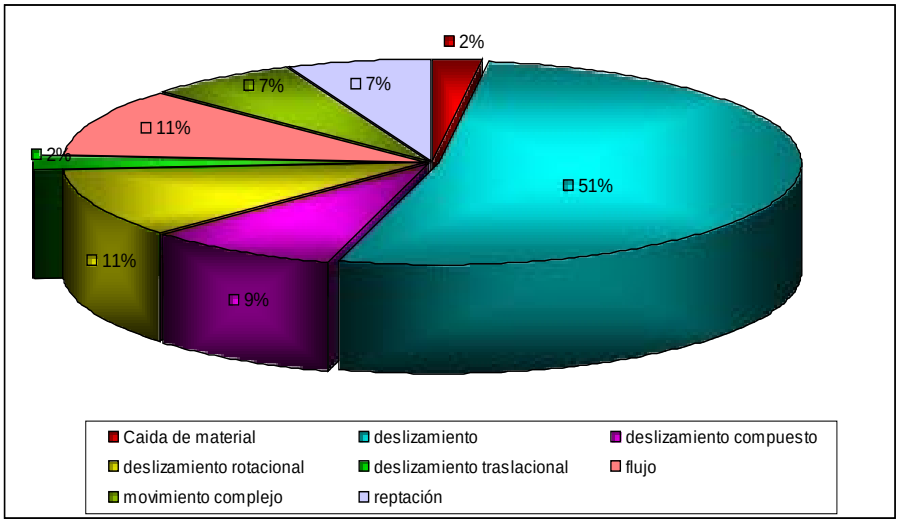


Figura 28. Distribución porcentual preliminar de los procesos en San Cristóbal

Para la cobertura de los procesos morfodinámicos finales para la Localidad de San Cristóbal se tiene que deslizamiento rotacional y reptación, son 2 procesos cada una lo que equivale al 33%, mientras que deslizamiento de materiales y caída de materiales equivale a un solo proceso, que representa el 17% (**Figura 29**).

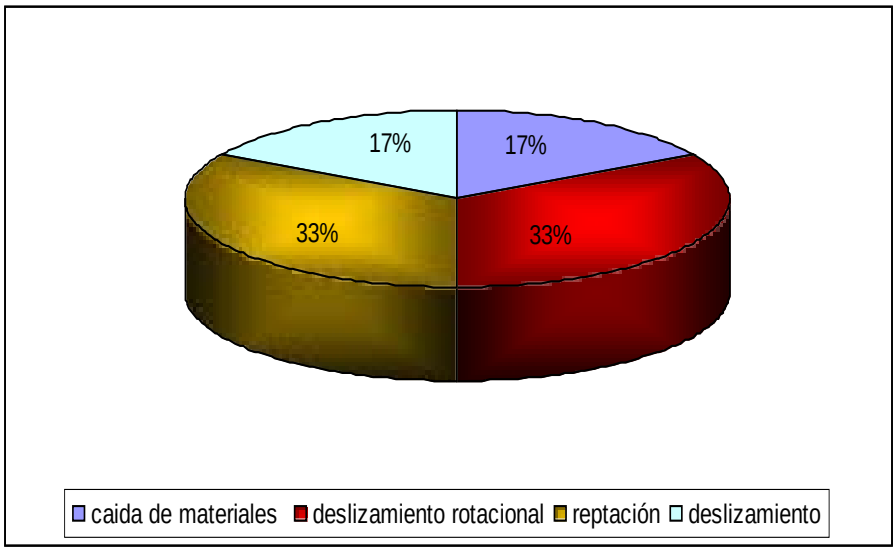


Figura 29. Distribución porcentual de procesos definitivos en la Localidad de San Cristóbal

Con respecto al grado de actividad de la cobertura de los procesos morfodinámicos actuales, para la Localidad de San Cristóbal, se tiene que la totalidad de los procesos son activos, (**Tabla 9 – Capítulo 5**).

Los tipos de materiales donde ocurren los procesos como los deslizamientos, son intercalaciones de arcillolitas y arenitas de la Formación Bogotá, en tanto que el restante 50%, para los procesos de reptación y deslizamiento ocurren sobre depósitos inconsolidados de origen fluvioglaciar, (**Tabla 9 – Capítulo 5**)

7.2.3 Rafael Uribe Uribe. Para la Rafael Uribe Uribe se cartografiaron un total de 32 procesos morfodinámicos preliminares (**Tabla 10 – Capítulo 5**), en donde 13 (43%) corresponde a caída de materiales, 11 (35%) se clasifican como deslizamientos, 2 (6%) hacen parte de los deslizamientos rotacionales, 1 (3%) son flujos y finalmente 4 (13%) hacen parte de los movimientos complejos (**Figura 20**).

Para la cobertura de los procesos morfodinámicos finales para la Localidad de Rafael Uribe Uribe se tiene que: caída de materiales 11 (92%) y los restantes 1 (8%) representa el reciente deslizamiento ocurrido en la urbanización El Portal (**Figura 31**).

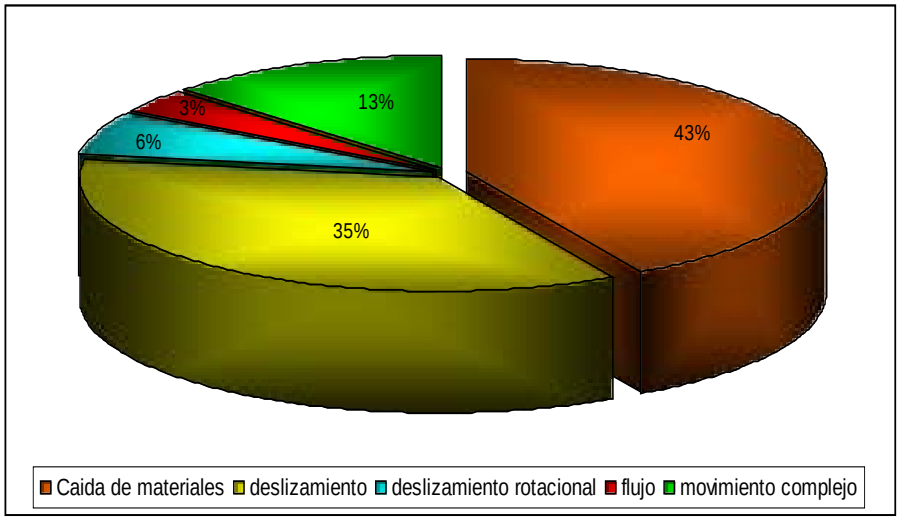


Figura 30. Distribución porcentual preliminar de los procesos en Rafael Uribe

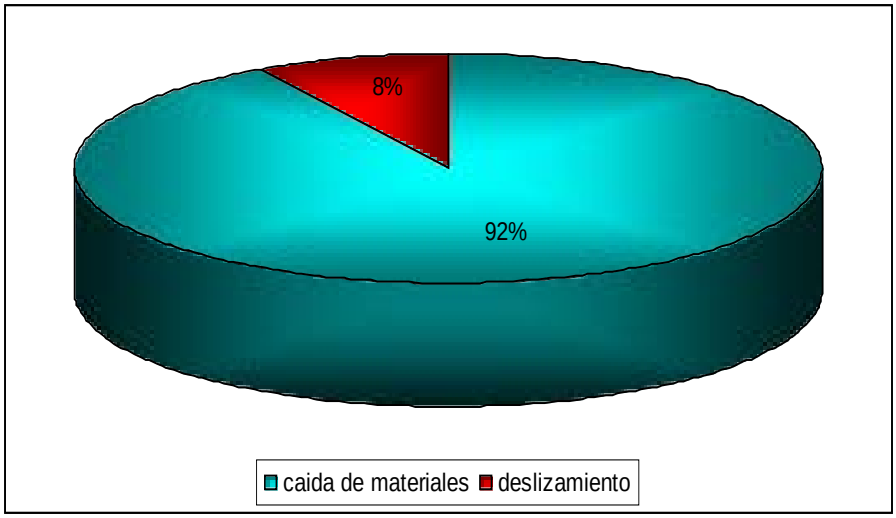


Figura 31. Tipo de procesos definitivos Localidad de Rafael Uribe Uribe

Con relación a los tipos de materiales del sector hacen parte de la Formación Regadera (bancos de arenitas arcillosas), que da lugar a fuertes pendientes y que por diaclasamiento da lugar a caída de materiales. El proceso restante tiene lugar sobre materiales fluvioglaciares, que dieron origen al reciente deslizamiento.

7.3 PRIORIZACIÓN DE LOS SECTORES DONDE ES NECESARIO ADELANTAR ESTUDIOS PARA DETERMINAR LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Los criterios con los cuales se llevo a cabo la priorización de los sectores donde es necesario adelantar estudios para determinar las mediadas de mitigación tuvieron en

cuenta entre otros aspectos: área de influencia, grado de actividad y las afectaciones a las viviendas e infraestructura expuesta.

De acuerdo a lo anterior los resultados de este proceso se presentan en las (**Tablas 11 a 13**) y que en su orden son:

LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

No de Inventario	Barrios	Coordenadas		Proceso	Afectaciones
		Norte	Este		
2	Espino I, II y III; Santo Domingo, Rincón del Porvenir, Mirador de la **Estancia**, conocido como deslizamiento del sector **Altos de la Estancia**	98506	89000	Complejo	Regional viviendas e infraestructura en general

Tabla 11. Priorización de procesos Ciudad Bolívar

LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL

No de Inventario	Barrios	Coordenadas		Proceso	Afectaciones
		Norte	Este		
1	San Jerónimo	96991	100243	Deslizamiento Rotacional	Malla vial principal vía a oriente
3	Buenavista Oriental*****	96907	99600	Deslizamiento	Urbanización Buenavista

Tabla 12. Priorización de procesos San Cristóbal

*****Emergencia reciente

LOCALIDAD DE RAFAEL URIBE URIBE

No de Inventario	Barrios	Coordenadas		Proceso	Afectaciones
		Norte	Este		
13	El portal*	94338	95817	Deslizamiento	Viviendas destruidas y afectaciones de vida a sus habitantes.

Tabla 13. Priorización de procesos Rafael Uribe Uribe

*****Emergencia reciente

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los análisis de la información mencionada en los capítulos precedentes se tienen las siguientes conclusiones:

Fotointerpretación:

- Para la identificación de los procesos que fueron cartografiados en el mapa preliminar se tuvieron en cuenta Identificación de las áreas de extracción minera, los lugares de asentamientos urbanos aledaños a las rondas de las corrientes en la zona de estudio, la desaparición de cobertura vegetal en antiguos sectores de explotaciones mineras, la interrupción de drenajes para el desarrollo de asentamientos urbanísticos o de infraestructura, y finalmente la evolución en las coberturas y uso del suelo, tomando como base los análisis multitemporales tomando como base la ortofotografía 2003 y la imagen satelital del año 2007, a la escala conveniente.

- Se identificaron preliminarmente un total de 117 procesos morfodinámicos de ladera, distribuidos en las localidades de Ciudad Bolívar 39 (33,33%), San Cristóbal 46 (39,32%) y Rafael Uribe Uribe 32 (27,35%), para su posterior chequeo en la etapa de campo.
- Se reconocieron un total de 40 canteras de las cuales 21 (52,50%) corresponden a la Localidad de Ciudad Bolívar, 5 (12,50%) pertenecen a San Cristóbal y finalmente 14 (35,00%) corresponden a Rafael Uribe Uribe.

Análisis Multitemporal

- En el sector aledaño a la Quebrada San Cristóbal para el año 1998, la presencia permanente de procesos de flujos se daba en condiciones de explotación minera y cuya evolución en los usos del suelo dio paso a densos asentamientos urbanos, paralelos a la dirección de la corriente, observándose actualmente fenómenos de reptamiento, perturbando algunas viviendas del sector Molinos.

- Para las canteras que tienen asiento en el sector de la quebrada Llimas y parte alta del escarpe de la Localidad de Ciudad Bolívar, comparativamente del año 1.998 a la época actual se observa una ampliación de .la zona minera. Un comportamiento distinto se observa para el sector de menor pendiente en donde las explotaciones han dado paso al proceso urbanístico.

Inventario Definitivo:

- De los ciento un (117) sectores identificados preliminarmente a partir de la etapa de fotointerpretación, durante el chequeo de campo, se seleccionó un total de veintisiete (27) procesos morfodinámicos, para su correspondiente levantamiento detallado de los cuales 9 (33,33%) de ellos se localizan en la Localidad de Ciudad Bolívar, 6 (22,22%) se localizan en la Localidad de San Cristóbal y finalmente 12 (44,45%) de ellos tienen lugar en la Localidad de Rafael Uribe Uribe.

Análisis de Resultados:

Ciudad Bolívar

- Para esta Localidad de Ciudad Bolívar, se cartografiaron un total de 39 procesos preliminares, cuya distribución, en donde 12 (31%) corresponde a caída de materiales, 13 (32%) se clasifican como deslizamientos, 2 (5%) son deslizamientos rotacionales 8 (21%) hacen parte de los deslizamientos translacionales, 1 (3%) son flujos y finalmente 3 (8%) hacen parte de los movimientos complejos.
- Desde el punto de vista de los procesos morfodinámicos finales, se cartografiaron un total de 9 procesos morfodinámicos de ellos 6 (67%) son caída de materiales, 2 (22%) son movimientos complejos y finalmente 1 (11%) es un proceso de flujo.
- Con respecto al grado de actividad de la cobertura de los procesos morfodinámicos actuales se tiene que 7 (78%) de los procesos inventariados son activos, 1 (11%) corresponde a un proceso de flujo, y su estado es latente y finalmente y 1 (11%) se encuentra suspendido, por existir una obra de mitigación.

San Cristóbal

- Para la Localidad de San Cristóbal se cartografiaron un total de 46 procesos preliminares, en donde 1 (2%) corresponde a caída de materiales, 24 (51%) se clasifican como deslizamientos, 4 (9%) son deslizamientos compuestos, 4 (11%) hacen parte de deslizamientos rotacionales, 1 (2%) hacen parte de los deslizamientos translacionales, 5 (11%) son flujos, 3 (7%) son movimientos complejos y finalmente 3 (7%) hacen parte de los procesos de reptación.
- En cuanto a la cobertura de los procesos morfodinámicos finales para la Localidad de San Cristóbal se tiene que deslizamiento rotacional y reptación, corresponden a 2 procesos respectivamente lo que equivale al 33%, mientras que deslizamiento de materiales y caída de materiales equivale a un proceso, que representa el 17%.

- Con respecto al grado de actividad de la cobertura de los procesos morfodinámicos actuales, para la Localidad de San Cristóbal, se tiene que la totalidad de los procesos son activos.
- Los tipos de materiales donde ocurren los procesos como los deslizamientos, son intercalaciones de arcillolitas y arenitas de la Formación Bogotá, en tanto que el restante 50%, para los procesos de reptación y deslizamiento ocurren sobre depósitos inconsolidados de origen fluvioglaciar.

Rafael Uribe Uribe

- Para la Rafael Uribe Uribe se cartografiaron un total de 32 procesos morfodinámicos preliminares, en donde 13 (43%) corresponde a caída de materiales, 11 (35%) se clasifican como deslizamientos, 2 (6%) hacen parte de los deslizamientos rotacionales, 1 (3%) son flujos y finalmente 4 (13%) hacen parte de los movimientos complejos.
- Para la cobertura de los procesos morfodinámicos finales para la Localidad de Rafael Uribe Uribe se tiene que: caída de materiales 11 (92%) y los restantes 1 (8%) representa el reciente deslizamiento ocurrido en la urbanización El Portal.
- Los tipos de materiales hacen parte de la Formación Regadera (bancos de arenitas arcillosas), que da lugar a fuertes pendientes y que por diaclasamiento da lugar a caída de materiales. El proceso restante tiene lugar sobre materiales fluvioglaciares, que dieron origen al reciente deslizamiento de la urbanización El Portal.
- Los criterios con los cuales se llevo a cabo la priorización de los sectores donde es necesario adelantar estudios para determinar las mediadas de mitigación tuvieron en cuenta entre otros aspectos: área de influencia, grado de actividad y las afectaciones a las viviendas e infraestructura expuesta por lo cual la priorización de sectores donde es necesario adelantar estudios para determinar las medidas de mitigación son:

LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR

No DE INVENTARIO	BARRIOS	COORDENADAS		PROCESO	AFECTACIONES
		NORTE	ESTE		
2	Espino I, II y III; Santo Domingo, Santa Bibiana ;Ismael Perdomo	998506	989000	Complejo	Regional viviendas e infraestructura en general

LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL

No DE INVENTARIO	BARRIOS	COORDENADAS		PROCESO	AFECTACIONES
		NORTE	ESTE		
1	San Jerónimo*****	996991	1000243	Deslizamiento Rotacional	Malla vial principal vía a oriente
3	Buenavista Oriental*****	996907	999600	Deslizamiento Rotacional	Urbanización Buenavista

RAFAEL URIBE URIBE

No DE INVENTARIO	BARRIOS	COORDENADAS		PROCESO	AFECTACIONES
		NORTE	ESTE		
13	El portal	94338	95817	Deslizamiento	Viviendas destruidas y afectaciones de vida a sus habitantes.

Dentro del contexto de las **recomendaciones** se destacan los siguientes apartes:

- Poner en conocimiento de la autoridad competente, para que se produzca el cierre de la actividad minera activa en el sector contiguo a la urbanización San Cayetano, donde existe una convivencia conflictiva entre minería y urbanismo.
- Poner en conocimiento de la autoridad competente para que se conmine a los antiguos propietarios de las antiguas actividades mineras, en el diseño y ejecución de los planes de restauración morfológica y ambiental (PRRMA)de las canteras inactivas, localizadas en el curso alto de la corriente de la Quebrada Limas y donde sus frecuentes aportes de materiales heterométricos, originan evento de amenazas a los barrios bajos de la Localidad de Ciudad Bolívar, como escenario de frecuentes fenómenos de riesgos por inundación.
- Realizar las labores de seguimiento y control a las corrientes de naturaleza torrencial como: **zanjón de la estrella** en el barrio los Alpes del sur; **Quebrada Limas y su afluente**, en la Localidad de Ciudad Bolívar, a fin de dimensionar posibles flujos.
- Diseñar y poner en marcha la construcción de alamedas paralelas a las franjas de seguridad de la quebrada zanjón de la estrella, en razón de que las viviendas próximas a esta corriente han sido demolidas por parte de la EAAB, como medida de delimitación de la ronda hidráulica de la quebrada y como espacio de esparcimiento y sentido de apropiación de la población urbana y como medida de aumento de las zonas verdes al sur de la Ciudad. Realizar el control a la construcción ilegal que se establezca en los espacios de la cabecera de este drenaje.
- No aumentar la vulnerabilidad en la parte alta del barrio "Rincón del Valle" de la Localidad de Rafael Uribe Uribe, puesto que el drenaje de la zona ha

desaparecido y en su lugar surge una vía pavimentada, en donde son frecuentes los fenómenos de colmatación de sedimentos en sumideros, los cuales actúan como desarenadores. Existen indicios de flujos en la zona.

- Poner en marcha las obras que permitan la estabilización en un punto del corredor vial de alta transitabilidad de la carretera a oriente en el sector denominado San Jerónimo que pertenece a la Localidad de San Cristóbal.
- Sistematizar una base de datos de los procesos que se desarrollen para el caso de emergencias, a fin de realizar los análisis de recurrencia de los procesos morfodinámicos, teniendo presente la georreferenciación y área de influencia del proceso.

Dentro del contexto de las **limitantes** se destacan los siguientes apartes:

- La precisión de la escala de trabajo fue hasta 1:5.000.
- Acorde a los alcances y la escala de trabajo, el presente informe describe los procesos morfodinámicos observados de manera cualitativa, por lo que no se puede precisar la condición de riesgo de cada zona y la efectividad de las obras como medidas de mitigación.
- El estrecho margen de tiempo para el desarrollo del actual informe.
- Los diagnósticos de emergencia del año 2.008 y 2009, no fueron tomados puesto que no presentan un sistema de georeferenciación.
- La información del inventario de la DPAE es puntual y multitemporal, lo que dificulta su comparación con el actual que es reciente y dispone de un área de influencia.

CAPÍTULO 9. BIBLIOGRAFÍA

DPAE (2.006): Coberturas SHAPE-FILE para origen Bogotá de los siguientes aspectos: Desarrollos urbanos, Geología, Geomorfología, UPZ, Suelo de protección, Áreas de tratamiento especial, Amenaza de inundación, Humedal, Ronda Hidráulica, Quebrada, Limite de localidades, curvas, malla vial, Manzana y Mapa de Amenaza para Bogotá.

DPAE (2.005): Coberturas de diagnósticos de emergencia, para diferentes Localidades desde el año 2.000.

INGEOCIM (2.008): Estudio de zonificación de riesgos por inestabilidad del terreno para diferentes localidades en la Ciudad de santa fe de Bogotá-1.998.

IGAC (2.003): Ortofotografía georreferenciada, con resolución a 1 metro, sobre el sistema de proyección Gauss Transversal Mercator, falso origen Norte – Este 100000; 100000. - Bogotá.

QUICKBIRD (2.007): Imagen satelital georreferenciada Multiespectral Quickbird a tres bandas de color visible pancromática 2.007, - Bogotá.

LILIANA SIERRA (2.007): Información consolidada para legalización de Barrios y Planes Parciales y de Diagnósticos Técnicos emitidos elaborados por personal de la DPAE, desde el año 1.999 hasta el año 2.007.

PLANEACIÓN DISTRITAL (2.000): Planos Normativos Nos 4 y 5 del POT.

UNIVERSIDAD NACIONAL (2.006): Análisis e investigación de procesos de avenidas torrenciales como eventos generadores de riesgo en la cuenca alta del Río San Cristóbal.

ANEXO 1. MEMORIA EXPLICATIVA DEL FORMULARIO

CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO

TIPO DE MOVIMIENTO

En esta clasificación, los tipos de movimientos de falla de taludes se dividen en:

- **Caídas.**
- **Volcamientos**
- **Deslizamientos.**
- **Movimientos complejos.**
- **Reptaciones.**
- **Flujos.**
- **Avalanchas.**

Caídas (C): En este tipo de movimiento una masa rocosa de cualquier tamaño se desprende de un talud empinado o acantilado, a lo largo de una superficie sobre la cual ocurre muy poco o ningún desplazamiento cortante, y desciende por lo común a través del aire por caída libre, a saltos, rodando.

Volcamiento (V): Consiste en la rotación hacia delante de una unidad o varias, alrededor de algún punto de giro o pivote en su parte inferior, debajo de la unidad, por acción de la gravedad y por fuerzas ejercidas por unidades adyacentes o por fluidos en las grietas.

Deslizamientos (D): El movimiento consiste de deformación por corte y desplazamiento, a lo largo de una o varias superficies que son visibles o pueden inferirse de forma razonable, o dentro de una zonas más o menos estrecha. Estos se pueden dividir en deslizamientos rotacionales y translacionales.

Movimientos Complejos: Es posible que ocurra una combinación de los tipos básicos de movimientos de falla de taludes.

Reptaciones (R): Son movimientos superficiales y lentos del terreno sin que exista una superficie de ruptura; puede ocurrir en cualquier tipo de material (residual, transportado o roca).

Flujos (F): Son movimientos de velocidad variable cuya característica principal es que los materiales en movimiento, o una gran proporción de ellos, se comportan como un fluido viscoso. Se pueden dividir en:

- **Flujos de Lodo:** Se presentan en materiales predominantemente finos, saturados y móviles, en los cuales la velocidad se incrementa hacia la superficie.

Pueden presentarse con velocidades medias a altas y pueden transportar algunos bloques.

- **Flujo de suelo:** Se presentan en materiales granulares o finos. Saturados; pueden ser de muy rápidos a moderados y pueden conllevar bloques. Incluyen la solifluxión.

Avalanchas (A): Consisten en movimientos muy rápidos de masas de materiales gruesos, tales como grandes bloques de roca, cascajo y arena, con ciertas cantidades de suelo fino como limo o arcilla junto con agua y aire atrapado.

TIPO DE MATERIAL

Los términos siguientes han sido adoptados como descripción de los materiales que componen un determinado movimiento del talud.

Roca: roca firme o dura, la que estaba intacta en su sitio natural antes de la iniciación del movimiento.

Detritos: generalmente depósitos superficiales que contienen una proporción notable de material grueso. Puede referirse a material en el cual del 20% al 80% de los fragmentos son de tamaño mayor de 2mm.

Tierra: material en el cual alrededor del 80% o más de los fragmentos son menores de 2 mm; incluye bloques de roca y fragmentos minerales, desde arenas sin finos plásticos hasta arcillas de alta plasticidad.

Relleno Antrópico: material heterogéneo ya sea producto de materiales sobrantes o excavaciones.

SUELOS INGENIERIA

Las partículas que conforman la roca y el suelo pueden determinar el comportamiento de los materiales. El tamaño de las partículas puede variar desde grandes bloques de varios metros de diámetro hasta las partículas de arcilla, a saber:

Bloques: Tamaños superiores a 300 mm.

Cantos: Tamaños de 150 a 300 mm.

Grava: Gruesas de 18 a 150 mm y finas de 4.76 a 18 mm.

Arena: Gruesas de 2 a 4.76 mm, medias de 0.42 a 2 mm y finas de 0.074 a 0.42 mm.

Finos y M.O.: Partículas menores a 0.074 mm.

HUMEDAD DEL SUELO

Se proponen los siguientes términos para definir las condiciones de humedad, a saber:

Seco: No contiene humedad "visible".

Húmedo: Contiene algo de agua pero no posee agua (corriente) libre y puede comportarse como un sólido plástico pero no como un liquido.

Mojado: Contiene suficiente agua para comportarse en parte como un líquido y posee cantidades visibles de agua que puede salir del material.

PLASTICIDAD

La magnitud de la plasticidad depende de su composición mineralógica y contenido de humedad. Pasando por un estado plástico con altos contenidos de humedad aún estado sólido en condición seca (variando desde alta hasta baja). En caso contrario, independiente de los contenidos de humedad los suelos granulares no presentan plasticidad (no plástico).

ORIGEN DE L SUELO

Residual: Los suelos residuales se formaron "in-situ" por meteorización mecánica y química de las rocas. Estos suelos son muy comunes en zonas tropicales. Entre los tipos de suelos residuales se encuentran las lateritas y los saprolitos.
Las lateritas son suelos rojizos producto de meteorización de las rocas ígneas y el subsecuente lavado de los materiales más finos, que forman un material gravoso. Los saprolitos son zonas en las cuales existe una estructura de la roca pero el material se ha meteorizado.

Sedimentario: Formadas a partir de la sedimentación y cementación de partículas de arcilla, arena, grava o cantos . Sus características de estabilidad dependen generalmente, del tamaño de los granos, los planos de estratificación, las fracturas normales a la estratificación y el grado de cementación.

Coluvial: Bates y Jakson (1980) definen un coluvión como una masa incoherente de materiales sueltos y heterogéneos, de suelos o fragmentos de roca depositados por lavado de la lluvia, reptación o deslizamiento, los cuales comúnmente se depositan en la base de las laderas. El material típico es una mezcla de fragmentos angulares y materiales finos.

Volcánico: Son producto de la cristalización de los materiales expulsados por los volcanes. Las propiedades ingenieriles de las rocas dependen del grado de solidificación y de acuerdo con ésta, presentan una variedad de resistencias y

permeabilidades. El principal problema de las rocas volcánicas es su fácil desintegración al secarse y humedecerse y la presencia de arcillas activas, como la motmorillonita, subproducto del proceso de meteorización.

VELOCIDAD

Ext. Rápido: Catástrofe de violencia mayor. Velocidad 5 x 10 3 mm/seg. Desplazamiento 5 **m/segundo.**

Muy rápido: Alguna pérdida de vidas. Velocidad 5 x 10 1 mm/seg. Desplazamiento 3 **m/segundo.**

Rápido: Escarpe posible; estructuras, propiedades y equipos destruidos. Velocidad 5 x 10 – 1 **mm/seg. Desplazamiento 1.8 m/hora.**

Moderado: Algunas estructuras temporales y poco sensitivas pueden mantenerse temporalmente. Velocidad 5 x 10 – 3 mm/seg. Desplazamiento 13 m/mes.

Lento: Construcciones remediales pueden llevarse a cabo durante el movimiento. Velocidad 5 x 10 – 5 mm/seg. Desplazamiento 1.6 m/año.

Muy lento: Algunas estructuras permanentes no son dañadas por el movimiento. Velocidad de 5 x 10 – 7 mm/seg. Desplazamiento 16 mm/año.

Ext. Lento: Imperceptibles sin instrumentos.

ACTIVIDAD DEL MOVIMIENTO

ESTADO

Activo: Cuando la masa se mueve de una forma claramente apreciable.

Reactivado: Movimiento que está nuevamente activo, después de haber estado inactivo. Por ejemplo, deslizamiento reactivado sobre una antigua superficie de falla.

Suspendido: Deslizamiento que han estado activos durante los últimos ciclos estacionales pero que no se esta moviendo en la actualidad.

Latente: deslizamiento inactivo pero que las causas del movimiento aparentemente permanecen.

Abandonado: Es el caso de un río que cambio de curso y que estaba produciendo un deslizamiento.

Estabilizado: Una masa previamente inestable se encuentra ahora en un estado de equilibrio estable. Los movimientos son lentos.

Relicto: Deslizamiento que ocurrió posiblemente, hace varios miles de años.

ESTILO

Complejo: Es aquel que tiene al menos dos tipos de movimientos.

Compuesto: Cuando ocurren simultáneamente varios tipos de movimiento en diferentes áreas de la masa desplazada.

Múltiple: Se denomina como múltiple un deslizamiento que muestra movimientos repetidos del mismo tipo, generalmente ampliando la superficie de falla.

Sucesivo: Corresponde a movimientos repetidos pero que no comparten la misma superficie de falla.

Único: Corresponde a un solo tipo de movimiento.

DISTRIBUCION

Se refiere a movimientos que inician en un área local y progresan o se repiten en una determinada dirección. Varnes (1979) recomienda utilizar la siguiente terminología

Retrogresivo: La superficie de falla se extiende en la misma dirección del movimiento.

Ensanchando: La superficie de falla se extiende hacia una u otra de las márgenes laterales.

Confinado: Se refiere a movimientos que tienen un escarpe visible pero no tienen superficie de falla visible en el pie de la masa desplazada.

Creciente: La superficie de falla se alarga agregando continuamente volumen de material desplazado. La superficie de falla puede alargarse en una o más direcciones.

Decreciente: El volumen de material siendo desplazado, disminuye con el tiempo.

LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

Estructura: Se refiere al sistema de discontinuidades en la masa de roca y el término discontinuidad se utiliza para describir las diversas superficies a lo largo de las cuales la consistencia de la roca intacta se interrumpe. Si en la roca sana o

meteorizada aparecen discontinuidades o planos de debilidad, estos pueden definir el mecanismo de falla del talud.

Orientación: La dirección o rumbo de la discontinuidad va a definir junto con el ángulo de la pendiente del talud y su rumbo, la ocurrencia o no de ciertos tipos de movimiento especialmente, en rocas. Si la orientación de las discontinuidades favorece una falla, la importación de otros parámetros disminuye.

Espaciamiento: El espaciamiento de las discontinuidades indica la extensión hasta donde las propiedades de la roca intacta y de las propiedades de la discontinuidad separadamente, afectan las propiedades mecánicas del bloque de roca.
Una roca es muy débil si el espaciamiento es muy cercano y más fuerte, si el espaciamiento es más grande:

Espaciamiento extremadamente ancho	mayor a 6m.
Espaciamiento muy ancho	2m – 6m.
Espaciamiento ancho	600m – 2m.
Espaciamiento medio	200mm – 600mm.
Espaciamiento cercano	60mm – 200mm.
Espaciamiento muy cercano	20mm – 60mm.
Espaciamiento extramadamentye cercano	menor a 20mm.

MORFOMETRIA

DEFORMACION DEL TERRENO

Profundidad de superficie de falla, Dr (m): Máxima profundidad de la masa movida perpendicular al plano conformado por Wd y Ld**.**

Ancho de la superficie de falla, Wr (m): Ancho máximo entre los flancos del deslizamiento perpendicularmente a la longitud Lr.

Longitud de la superficie de falla, Lr (m): Distancia mínima desde el pie de la superficie de falla y la corona.

Espesor de la masa desplazada, Dd (m): Máxima profundidad de la masa movida perpendicular al plano conformado por Wd y Ld.

Ancho de la masa desplazada, Wd (M): ancho máximo de la masa desplazada perpendicularmente a la longitud, Ld.

Longitud de masa desplazada, Ld (m): Distancia mínima desde la punta y la cabeza.

Longitud total, L (m): Distancia mínima desde la punta a la corona del deslizamiento.

ANEXO 2. FORMULARIOS DILIGENCIADOS

ANEXO 3. MAPA DE COBERTURA DE PROCESOS ACTUALES