

CLASIFICADO



**FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS
FOPAE**



**CONSORCIO ALTOS DE LA ESTANCIA 2009
Carrera 19A No. 84 – 14 Oficina 204
BOGOTÁ, COLOMBIA**

**MONITOREO GEOTECNICO ESPECIALIZADO EN EL SECTOR ALTOS DE LA
ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, EN BOGOTÁ D.C.**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No 755 - 2009

VOL. 1 - INFORME PARCIAL 1

ORIGINAL

IGR-132-09

Versión 1

MARZO 6 DE 2010

Nota: De acuerdo con el artículo 20 de la Ley 23 de 1982, los Derechos de Autor pertenecen al FOPAE. La solicitud de reproducir este documento parcial o totalmente, se debe dirigir por escrito al Director del FOPAE



CONTROL DE CAMBIOS

Tipo de Documento: FORMATO	
Código: F-IGR-45	
Versión Versión 1	
Fecha Aprobación: 2005-01-17	Pág. 2/13

ENTREGA DE INFORMES	ENTIDAD	Unidades
Original	Dirección de Prevención y Atención de Emergencias	1
Copia No 1	Dirección de Prevención y Atención de Emergencias	1
Copia No 2	Consorcio Altos de la Estancia 2009	1
Copia No 3		
Copia No 4		

CAMBIOS REALIZADOS

Versión	Cambios realizados respecto a la versión anterior	Fecha
2		
3		
4		
5		

APROBACIÓN CAMBIOS

Versión	Realizó	Revisó	Aprobó	Observaciones	Fecha
1	CJB	ERG	JVA		02/03/2010
2					
3					
4					
5					



Secretaría

GOBIERNO

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

FOPAE

TITULO:

“MONITOREO GEOTECNICO ESPECIALIZADO EN EL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, EN BOGOTA D.C. ”

AUTOR:

CONSORCIO ALTOS DE LA ESTANCIA 2009

RESUMEN:

El presente informe parcial contiene los resultados de las actividades realizadas durante los primeros 30 días del desarrollo del proyecto. Se presenta los resultados de la inspección de la zona, los lugares de localización de los instrumentos, la definición de las secciones topográficas a controlar y las labores realizadas hasta la fecha.

PALABRAS CLAVES:

ALTOS DE LA ESTANCIA, LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, MONITOREO, AMENAZA, VULNERABILIDAD, RIESGO, FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA.

TERMINOS PARA GLOSARIO E INDICE:

AMENAZA, VULNERABILIDAD, RIESGO, FENOMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, INDICE DE DAÑO, PIEZOMETRO, INCLINOMETRO, ESTABILIDAD.

CLASIFICACIÓN DE SEGURIDAD:

CLASIFICADO

DE

CONTRATO:

No:755-2009

IDIOMA:

ESPAÑOL

NUMERO DE PAGINAS:

NUMERO DE COPIAS:

1

TABLA DE CONTENIDO

1	GENERALIDADES	10
1.1	INTRODUCCIÓN	10
1.2	ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	10
1.3	OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO	13
1.4	ORGANIZACIÓN DEL INFORME.....	13
1.5	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS.....	13
1.5.1	Visita de campo	13
1.5.2	Reunión social.....	13
1.5.3	Recopilación de información.....	13
1.5.4	Evaluación de las condiciones del proyecto	13
1.5.5	Monitoreo topográfico	13
1.5.6	Monitoreo geotécnico	13
1.5.7	Monitoreo estructural.....	13
1.6	DELIMITACIÓN GEOMETRICA DEL AREA DE ESTUDIO	13
1.7	PROFESIONALES PARTICIPANTES CAMPAÑA No. 1.....	13
2	METODOLOGÍA	13
2.1	MONITOREO GEOTECNICO	13
2.2	MONITOREO ESTRUCTURAL.....	13
3	DEFINICION DE LA INSTRUMENTACIÓN	13
3.1	DEFINICIÓN DE SECCIONES TOPOGRAFICAS Y SELECCIÓN DE VIVIENDAS.....	13
3.1.1	Definición de las secciones topográficas y localización de los puntos de control	13
3.1.2	Selección de las viviendas a monitorear.....	13
3.2	LOCALIZACIÓN DE NUEVOS INSTRUMENTOS.....	13
4	METODOLOGÍA EVALUACIÓN DEL RIESGO	13
4.1	SELECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS EDIFICACIONES DE ESTUDIO.....	13
4.2	FORMATO UTILIZADO PARA LA INSPECCIÓN DE VIVIENDAS.....	13
4.2.1	Información general.....	13
4.2.2	Características de la edificación	13
4.2.3	Criterios para la evaluación de amenaza.	13
4.2.4	Criterios para la evaluación de la condición estructural.	13
4.2.5	Observaciones.	13
4.2.6	Amenaza	13

4.2.7	Vulnerabilidad.....	13
4.2.8	Observaciones	13
5	MONITOREO TOPOGRÁFICO	13
5.1	GENERALIDADES.....	13
5.2	ALCANCE ESPECÍFICO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO.....	13
5.3	METODOLOGÍA DE CAMPO	13
5.3.1	Georeferenciación de los puntos de control.....	13
5.4	CONTROL TOPOGRÁFICO	13
5.4.1	Planimetría	13
5.4.2	Altimetría	13
5.5	EQUIPO UTILIZADO	13
5.5.1	Estación total electrónica	13
5.5.2	Nivel de precisión	13
6	RESULTADOS MONITOREO TOPOGRAFICO Y GEOTECNICO	13
6.1	MONITOREO TOPOGRAFICO.....	13
6.2	MONITOREO GEOTÉCNICO	13
6.2.1	Inclinómetros.....	13
6.2.2	Piezómetros	13
7	RESULTADOS DEL MONITOREO ESTRUCTURAL	13
7.1.1	Descripción general del área de estudio	13
7.1.2	Información de las viviendas monitoreadas.....	13
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13
8.1	CONCLUSIONES.....	13
8.2	RECOMENDACIONES	13
9	LIMITACIONES	13
10	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	13

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1-1 Localización del sector denominado “Altos de la Estancia” de la Localidad Ciudad Bolívar.	10
Figura 1-2 División del sector Altos de la Estancia, definida por el DPAE para el reasentamiento de la población.	13
Figura 1-3. Zona de monitoreo, Altos de la estancia (líneas discontinuas).....	13
Figura 4-1 Matriz para la Cuantificación Global del Riesgo	13
Figura 6-1 Desplazamiento acumulado Inclinómetro IN-1	13

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1-1 Información secundaria (estudios y monitoreos).....	13
Tabla1- 2 Parámetros de resistencia promedio para el estudio de.....	13
Tabla 1-3 Parámetros de resistencia promedio estudio INGEOMINAS.....	13
Tabla 1-4 Parámetros de resistencia promedio para el estudio de.....	13
Tabla 1-5 Personal participante en la campaña de monitoreo N° 1	13
Tabla 3-1 Identificación de viviendas a monitorear.....	13
Tabla 4-1 Calificación de la Condición de la edificación.....	13
Tabla 4-2 Calificación de daño Estructural.....	13
Tabla 4-3 Calificación del índice de daño.....	13
Tabla 4-4 Recomendaciones preliminares según Índice de Daño.....	13
Tabla 5-1 Coordenadas geodésicas utilizadas para el procesamiento.....	13
Tabla 5-2 Coordenadas geodesicas MAGNA SIRGAS de los puntos georeferenciados con GPS.....	13
Tabla 5-3 Relación de equipos y elementos por comisión.....	13
Tabla 6-1 Coordenadas planas cartesianas de los puntos de control topográfico.	13
Tabla 6-2 Coordenadas planas cartesianas de los puntos georeferenciados.....	13
Tabla 7-1 Identificación de viviendas a monitorear.....	13

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A – TOPOGRAFIA

ANEXO B – DATOS MONITOREO GEOTÉCNICO

ANEXO C – MONITOREO ESTRUCTURAL

GLOSARIO

Amenaza: Condición latente derivada de la posible ocurrencia de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antrópico no intencional, que pueda causar daño a la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la económica pública y privada. Es un factor de riesgo externo.

Base topográfica: Mapa que contiene información topográfica, utilizable para referenciar localizaciones de otros elementos, y elaboración de mapas temáticos.

Buzamiento (geología): Ángulo de inclinación que forma un filón, estructura o capa rocosa con un plano horizontal, medido perpendicularmente a la dirección o rumbo del filón.

Daño: Es la materialización del riesgo en el tiempo y en el espacio.

Escarpe principal: una superficie muy inclinada a lo largo de la periferia del deslizamiento, causado por el desplazamiento del material de derrumbe fuera del terreno original. .

Estabilidad (geotecnia): Resistencia de una estructura, talud o muro de contención a la falla por deslizamiento o colapso bajo condiciones normales, para las que fue diseñado.

Estrato: Capa de material caracterizada por sus propiedades litológicas particulares y los atributos que la distinguen de las capas adyacentes.

Flujos: En un flujo existen movimientos relativos de las partículas o bloques pequeños dentro de una masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla.

Geomorfología: Ciencia que tiene por objeto el estudio y la explicación de las formas del relieve terrestre.

Inclinómetro: instrumento que permite medir y determinar los movimientos laterales y cambios progresivos en el grado de inclinación del suelo con respecto a la horizontal, indicando desplazamientos generados en el terreno.

Movimiento complejo: combinación de dos o más de los principales tipos de movimiento.

Piezómetro: instrumento que identifica las variaciones respecto al nivel freático en la zona de estudio, así mismo la infiltración del agua a través de porciones relativamente permeables del suelo y los aportes de agua asociados con los factores hidrológicos locales.

Riesgo: Es la combinación de la probabilidad de ocurrencia de un incidente o evento no deseado y de la severidad de sus consecuencias.

Superficie de falla: continuación de la superficie del escarpe dentro del material alterado

Vulnerabilidad: característica propia de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, relacionada con su incapacidad física, económica, política o social de anticipar, resistir y recuperarse del daño sufrido cuando opera dicha amenaza. Es un factor de riesgo interno.

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

- **kPa:** kilo Pascal.
- **m:** Metros.
- **Ha:** Hectárea
- **Tc:** Tiempo de concentración en horas,
- **L:** Longitud del cauce.
- **S:** Pendiente del cauce.
- **F de S:** Factor de seguridad.
- **RQD:** Rock Quality Designation.
- **SPT:** Ensayos de penetración estándar
- **wN %:** Humedad natural.
- **$\gamma T/m^3$:** Peso unitario.
- **IL:** Índice de Liquidez
- **N'i:** Número de golpes corregido para un esfuerzo de confinamiento de 1 kg/cm²
- **ϕ_{eq} :** Ángulo de fricción equivalente.
- **c':** Cohesión.
- **ϕ' :** Ángulo de fricción.

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE a través de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias del Distrito - DPAE suscribió el Contrato de Consultoría No. 755 de 2009 con EDGAR EDUARDO RODRIGUEZ GRANADOS Y/O Consorcio Altos de la Estancia 2009, cuyo objeto es el “*Monitoreo geotécnico especializado en el sector Altos de la Estancia de la localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá D.C.*”

El presente informe contiene los resultados de las actividades realizadas durante el primer mes del contrato. Se presenta el diagnóstico de la zona de acuerdo a la inspección realizada, los lugares seleccionados para ubicar la nueva instrumentación, la ubicación de las secciones y mojones para el control topográfico y las viviendas inicialmente a monitorear.

1.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La zona de estudio se enmarca entre las quebradas Carbonera, Rosales y Santa Rita, en cuyas microcuencas se han desarrollado múltiples fenómenos de inestabilidad de variadas proporciones, entre los que se destacan los ocurridos en las últimas décadas: el deslizamiento de **La Carbonera** y el de **El Espino**; los cuales han desplazado cientos de miles de metros cúbicos y han generado la inclusión de 3081 familias en el programa de reasentamiento de familias en alto riesgo no mitigable, en un área aproximada de 110 hectáreas, llamada de manera genérica **Sector Altos de la Estancia**, de acuerdo con el esquema de localización aproximada del área es presentada en la Figura 1-1.



Figura 1-1 Localización del sector denominado “Altos de la Estancia” de la Localidad Ciudad Bolívar.

Debido al impacto que se ha generado sobre la población, el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, FOPAE, ha adelantado una serie de estudios para la evaluación de las condiciones de amenaza y riesgo por remoción en masa a niveles de zonificación, evaluación detallada por sectores y monitoreo geotécnico.

A continuación se presenta una descripción, en orden cronológico, sobre los procesos de inestabilidad y las acciones que se han desarrollado en el sector:

- En el año de 1999 se encontraba activo el deslizamiento del barrio Santa Viviana Sector Vista Hermosa y se presentaba desprendimiento de bloques del antiguo frente de explotación de la cantera de Santa Rita hacia el extremo nororiental del barrio El Espino III Sector, sector conocido como El Rodeo. En estos sectores se efectuó el reasentamiento de las familias involucradas en la zona de influencia directa de los procesos activos y se construyeron obras de ingeniería para reducir el riesgo de obstrucción de la quebrada La Carbonera por efecto de la posible acumulación de material inestable, lo cual podría generar eventos mayores.

- A finales de 2000 se activó un nuevo deslizamiento que afectó los barrios Santa Helena y San Antonio del Mirador, que implicó el reasentamiento de estas familias y la construcción de obras de emergencia por parte del FOPAE para el control de las aguas lluvias evitando su infiltración en el cuerpo del deslizamiento, así como la ejecución de obras de drenaje por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB ESP, con el fin de controlar el aporte de aguas lluvias y negras al cuerpo del deslizamiento.

- Entre Agosto y Diciembre de 2001 se registró la aparición de agrietamientos en el barrio El Cerro del Diamante, que fueron conformando la corona de un nuevo deslizamiento, haciéndose necesaria la evacuación de cerca de 85 familias hacia marzo de 2002. A finales de mayo de 2002 se produjo un incremento importante en la inestabilidad de la zona, por el desconfinamiento del material ubicado al oriente de la corona de deslizamiento, motivando a partir de este momento el desarrollo de un proceso masivo de evacuación de familias en la zona de influencia directa del deslizamiento.

- En noviembre de 2002 se remitió al Departamento Administrativo de Planeación Distrital, DAPD, la delimitación de la Zona de Alto riesgo No Mitigable para ser declarada como Suelo de Protección por Riesgo y los Conceptos Técnicos de riesgo de los barrios El Cerro del Diamante, El Espino I y III Sector para modificar las resoluciones de legalización.

- Ante la dinámica y la evolución del proceso de inestabilidad se amplió el polígono declarado como zona de alto riesgo no mitigable y se definió otra fase de intervención en virtud a lo cual se emitieron los Conceptos Técnicos para once barrios a saber: Santa Viviana, Santa Viviana Sector Vista Hermosa, Santo Domingo, El Espino I Sector, El Espino III Sector, La Carbonera, La Carbonera II, San Rafael del Alto de La Estancia. Rincón del Porvenir, Mirador de la Estancia, Tres Reyes Primera Etapa y la recomendación de la declaratoria de suelos de protección por riesgo.

El 13 de Agosto de 2004 el Departamento Administrativo de Planeación Distrital, DAPD, emitió la Resolución Nº 0436 por medio de la cual se define y se delimita el polígono declarado como Suelos de Protección por Riesgo, que comprende los predios de las Fases I y II, que se incorporaron al Programa de Reasentamiento de Familias que adelanta la Caja de Vivienda Popular.

Con base en la información disponible, la Dirección de Atención y Prevención de Emergencias (DPAE) hizo una división del área en tres zonas denominadas Fase I, Fase II y Fase III, con el

objeto de tomar decisiones sobre evacuación de la población de toda la zona (Ver Figura 1-2). En la actualidad se encuentran evacuadas la totalidad de las viviendas de la Fase I y su gran mayoría ya finalizaron el proceso de reasentamiento; mientras que la Fase II se halla en proceso avanzado de reasentamiento y la Fase III se mantiene en observación dado que a la fecha no registra evidencias de inestabilidad asociada a la posible retrogresión de los procesos activos del sector oriental.

De acuerdo con la división realizada por la DPAE en el sector, los movimientos en el escenario más pesimista, alcanzarían la divisoria de aguas de la ladera, afectando zonas al oriente y sur de la zona Fase III, por lo que en el año 2004 con financiación de la Agencia Colombiana de Cooperación Internacional, ACCI, se realizó el “ESTUDIO DE RIESGO Y DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA, LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, BOGOTÁ D.C.” con la firma Ingeniería y Georiesgos. El objetivo principal del citado estudio fue la elaboración del estudio de riesgo, planteamiento de las medidas de mitigación de riesgo y de las obras de adecuación urbanística y paisajística en el sector de Altos de la Estancia, de la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C., tomando como base la zonificación en fases hecha por la DPAE, con énfasis en el área de Fase III y consultando los estudios anteriores de fenómenos de remoción en masa y otras propuestas institucionales para manejo de la zona de alto riesgo.

Los resultados obtenidos en el estudio fueron enmarcados en un Plan de Acción, en el cual se definieron dos grandes grupos, el primero comprende las actividades tendientes a la reducción de la amenaza y el segundo las medidas encaminadas a la reducción de la vulnerabilidad social y funcional. Dentro de las medidas para la reducción de la amenaza el estudio plantea la ejecución de varias acciones, entre otras, el manejo del drenaje, la construcción de obras de estabilización geotécnica como anclajes y subdrenajes, la reconformación del terreno, el sellado de grietas y la instrumentación, seguimiento y monitoreo de la zona y los cauces de las quebradas; mientras que las medidas para la reducción de la vulnerabilidad se centran en la recuperación ambiental y manejo paisajístico del sector, así como la aceleración en el reasentamiento de las viviendas de Fase I. Es de aclarar que el mencionado estudio no presenta diseños detallados de las obras, los cuales se deben realizar para poder adelantar las mismas.

De otro modo, el 12 de junio de 2.006 se ordenó mediante un fallo de cumplimiento a una acción de tutela expedida por el juzgado noveno penal de descongestión que “.....en forma conjunta y solidaria a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y a la DPAE, pongan a disposición de inmediato material humano y operativo para que inicie las obras tendientes a erradicar definitivamente las irregularidades que se presentan en los barrios tres Reyes, Espino, Santo Domingo, Santa Viviana , Mirador, San Rafael, Rincón del Porvenir, Porvenir de la Estancia II, Altos de la estancia. Respecto a las filtraciones subterráneas, aguas estancadas y deslizamiento de tierras, para que se proceda a estabilizar el terreno y conjuntamente instalar en forma adecuada y en su totalidad el sistema de acueducto y alcantarillado que requieren con urgencia, y que es lo que ha ocasionado estos desastres, conforme a las recomendaciones del perito oficial Arquitecto, que conoció del asunto, sin que en ningún caso, se excusen en que la iniciación de las obras, prenda o se someta a disponibilidad presupuestal, pues es asunto de su competencia, buscar de qué forma obtienen dichos recursos; así mismo, el tiempo que requieran para llevar a cabo dichas labores debe ser el necesario y prudencial para este tipo de obras, sin dilaciones injustificadas, so pena de desacato. Para tal efecto se nombrará una Comisión institucional, con los miembros de la Junta de Acción comunal de los barrios afectado, para la inspección y vigilancia de las obras,

además del informe de su gestión que debe rendir las entidades demandadas al juzgado de conocimiento de esta tutela...”

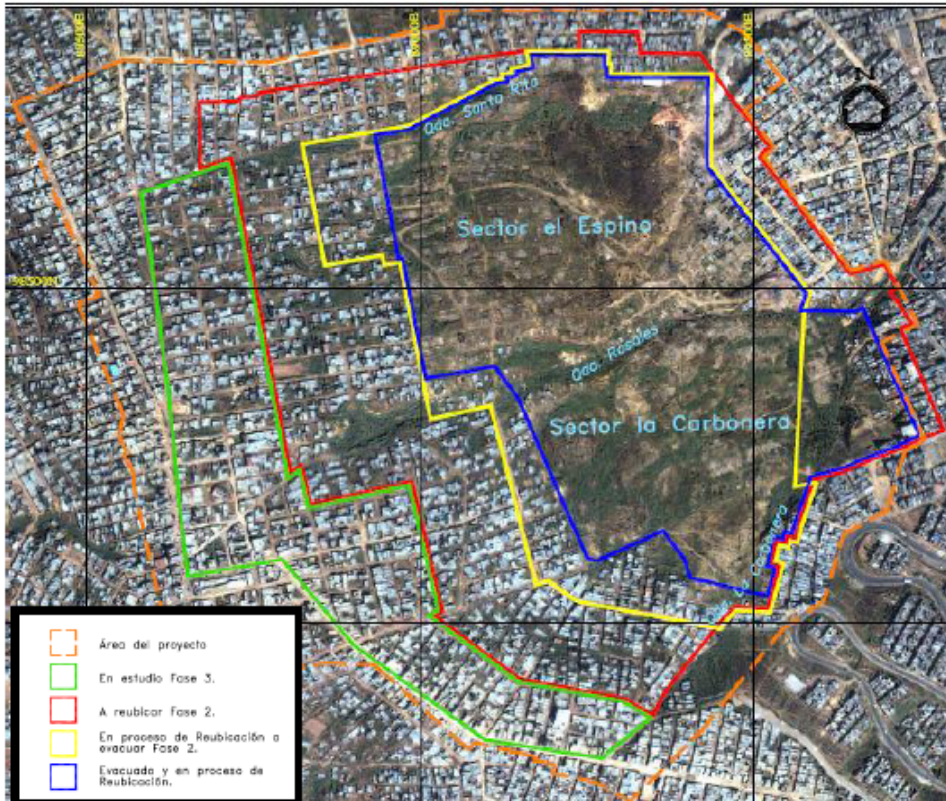


Figura 1-2 División del sector Altos de la Estancia, definida por el DPAE para el reasentamiento de la población.

En cumplimiento de la tutela la EAAB inició los trabajos para la construcción de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial en la fase III, con el fin de garantizar el manejo y control de las aguas, evitando que se infiltren en la zona inestable siguiendo las recomendaciones presentadas en el estudio realizado por IGR 2004, que redundan en la mitigación de las condiciones de riesgo por la intervención en uno de los factores que favorece la actividad de los procesos de inestabilidad en el sector .

Así mismo, la DPAE realizó en el mes de septiembre de 2007 la contratación de los “Diseños detallados, presupuestos y especificaciones técnicas de las obras de mitigación de riesgo en el sector de Altos de la Estancia en la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C.”, con base en los planteamientos presentados en el estudio realizado por IGR 2004, por el cual se considera que las alternativas de solución conllevarían la implementación de un sistema de contención tipo anclajes, elementos verticales anclados, pantallas en concreto reforzado, pernos, con el fin proteger los diferentes sectores de las inestabilidades.

Estas alternativas se complementarán con obras hidráulicas tales como caissons o pozos drenantes, canales colectores, cunetas, drenes subhorizontales, etc. Adicionalmente y con el propósito de monitorear el comportamiento de estas obras y/o de los sectores inestables se recomienda implementar un sistema de instrumentación geotécnica conformada por inclinómetros, piezómetros y puntos de control.

1.3 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

- a. Levantamiento topográfico general del sector de Altos de la Estancia, para identificar el estado actual del terreno, ubicando planimetría y altimetría de los elementos de control, los cuales servirán como referencia para el seguimiento.
- b. Analizar la vigencia de las condiciones de amenaza evaluadas en los estudios existentes a la luz de la interpretación de los resultados de controles topográficos, instrumentales y estructurales, definiendo la necesidad de ajustar la zonificación de amenaza y/o riesgo establecida para el área del proyecto, en los estudios precedentes.
- c. Suministrar e instalar un sistema de instrumentación geotécnica conformada por inclinómetros, piezómetros y puntos de control, teniendo en cuenta las necesidades evidenciadas y con previa aprobación de la Interventoría y el DPAE.
- d. Evaluar incremento en los daños de las viviendas monitoreadas ubicadas en fase III, para determinar el nivel de habitabilidad de acuerdo con la clasificación global de riesgo, según la estabilidad de la estructura y del terreno.
- e. Evaluar la actividad de los fenómenos de remoción en masa del sector denominado Altos de la Estancia y su afectación a las viviendas de fase III y obras ejecutadas y/o en ejecución, además, de identificar nuevas zonas posibles de afectación por dichos movimientos; apoyados tanto en el control topográfico como en los resultados obtenidos en la instrumentación.
- f. Realizar por doce meses un total de veinticuatro (24) campañas de monitoreo con una frecuencia quincenal, que incluyen: lecturas de instrumentos instalados e existentes, aspectos topográficos, geotécnicos y de tipo estructural (los cuales se amplían en el siguiente numeral).
- g. Identificar las viviendas ubicadas en fase III con mayor grado de deterioro y determinar las acciones a seguir con cada una de ellas.
- h. Realizar un seguimiento periódico de las viviendas seleccionadas por el DPAE para determinar la evolución de los daños.
- i. Levantar, para cada una de las viviendas a monitorear, una ficha predial de acuerdo con el formato suministrado por la DPAE y hacer una base de datos que contenga toda la información levantada en cada una de las fichas conforme a estándar DPAE.
- j. Realizar (para cada campaña) una cobertura (en formato *.shp ó *.e00) georreferenciada (acorde con el sistema de coordenadas planas cartesianas origen Bogotá – 100.000N y 100.000 E) que contenga los resultados obtenidos en cada campaña de seguimiento estructural. La cobertura debe contener la base de datos en su totalidad o un atributo con el cual se pueda vincular a dicha base.

1.4 ORGANIZACIÓN DEL INFORME

El informe parcial 1 se divide en 10 capítulos, cada capítulo tiene incluido los planos de referencia, figuras, tablas y fotografías, los cuales están entrelazados entre sí manteniendo una secuencia lógica de la información. A continuación se presenta una breve descripción de cada capítulo:

- ◆ Capítulo 1: Generalidades. Este capítulo presenta una introducción, la justificación del estudio, los objetivos y alcance del estudio, la organización del informe, la descripción de

las actividades realizadas, la delimitación del área de estudio y los profesionales participantes en la primera campaña.

- ◆ Capítulo 2. Metodología: En este capítulo se presenta la metodología para adelantar los trabajos de monitoreo geotécnico y estructural.
- ◆ Capítulo 3. Diagnostico de la instrumentación. En este capítulo se presenta el diagnostico de la instrumentación, en donde se hace una descripción de las actividades de instalación de los instrumentos.
- ◆ Capítulo 4. Metodología de evaluación del riesgo. En este capítulo se presenta la propuesta de la metodología para la evaluación del riesgo.
- ◆ Capítulo 5. Monitoreo Topográfico. Se hace la descripción de los procedimientos, puntos de amarre, equipos utilizados para el desarrollo de la campaña de monitoreo topográfico.
- ◆ Capítulo 6. Análisis de resultados monitoreo geotécnico. Se presentan los resultados de los trabajos orientados al control topográfico y la instrumentación.
- ◆ Capítulo 7. Resultados del monitoreo estructural. Se presentan los trabajos adelantados para el monitoreo estructural.
- ◆ Capítulo 8. Conclusiones y recomendaciones. Se presentan las conclusiones y recomendaciones resultantes de las labores ejecutadas.
- ◆ Capítulo 9. Limitaciones. Se describen las limitaciones más importantes para la ejecución de los trabajos objeto del contrato.
- ◆ Capítulo 10. Referencias Bibliográficas.

1.5 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

A continuación se hace una descripción de las actividades realizadas por parte de la consultoría en desarrollo del contrato 755 de 2009.

1.5.1 Visita de campo

Se realizó inicialmente una primera visita de inspección el día 13 de Febrero de 2010, a la cual asistió el ingeniero José Vicente Amórtegui por parte de la supervisión, el representante encargado de la topografía y los ingenieros Edgar Rodríguez (Especialista en Geotecnia), Carlos Valero, Carlos Bacca y Daniza López por parte de la Consultoría.

Durante la visita se realizó un recorrido general por la urbanización y se desarrollaron las siguientes actividades:

- Identificación visual de los movimientos.
- Reconocimiento de algunos puntos de control topográfico.
- Identificación visual de algunos posibles puntos de instrumentación y monitoreo.

Posterior a esta primera actividad de reconocimiento, el día 16 de Febrero de 2010 se realizó una segunda visita de inspección en la cual se desarrollaron las siguientes actividades:

- Reconocimiento de los lugares de monitoreo propuestos por el diseñador de las obras de mitigación (Consorcio Altos de la Estancia contrato 410 de 2007).
- Definición de los lugares más representativos para la localización de los nuevos instrumentos de control.

- Identificación y localización de las secciones topográficas
- Identificación de algunos inclinómetros previamente instalados.

1.5.2 Reunión social

Con el fin de socializar ante la comunidad el proyecto, el día 13 de Febrero de 2019 se llevó a cabo la presentación del proyecto ante los líderes de la comunidad de la zona de estudio, en donde se explicó el alcance y las actividades a desarrollar dentro del contrato. En esta reunión participaron los profesionales encargados por la DEPAE, el representante del supervisor del contrato y los ingenieros participantes en el proyecto por parte del consultor (Ver Fotografía 1-1).

Para informar a las personas de los predios por monitorear, la DEPAE diseñó un volante el cual será repartido dentro del sector abarcado por el proyecto, para indicar las actividades que desarrollará el Consultor durante la vigencia del contrato.



Fotografía 1-1 Reunión de socialización para la presentación del proyecto.

1.5.3 Recopilación de información

Para la ejecución de este informe se tomó como base la información técnica suministrada por la DPAE, correspondiente a conceptos, diagnósticos técnicos, estudios y monitoreos realizados en sector de Altos de la Estancia.

En la Tabla 1-1 se presenta la información de los estudios y proyectos realizados en la zona de estudio.

Tabla 1-1 Información secundaria (estudios y monitoreos)

NOMBRE	ENTIDAD	AÑO
Zonificación por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santafé de Bogotá, D.C.	UPES – INGEOCIM Ltda	1998
Estudio Geotécnico, Evaluación de Alternativas de Medidas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar la Zona Comprendida entre las Quebradas Santo Domingo (Rosales) y Santa Rita, Barrio El Espino.	Consortio Civiles Ltda – Hydroconsulta Ltda	1999
Estudio Geotécnico, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar la Cuenca de la Quebrada La Carbonera en la Localidad de Ciudad Bolívar..	Ingeniería y Geotecnia Ltda.	1999
Diseño e Instrumentación para el Monitoreo y Seguimiento del Deslizamiento en la Cuenca de la Quebrada Carbonera.	Ingemétrica	2000
Diseño e Instalación de la Instrumentación para el Monitoreo y Seguimiento de los Fenómenos de Remoción en Masa del Barrio El Espino.	Geotecnia y Cimentaciones	2001
Monitoreo y Seguimiento al Deslizamiento de los barrios San Antonio del Mirador, Santa Helena, Santa Vivian, Vista Hermosa, Santo Domingo (Rosales) y la Carbonera.	Geotecnia y Cimentaciones	2002
Estudio de Evaluación de Amenaza por Deslizamiento para los Barrios El Espino y Cerro del Diamante, e Instalación y Monitoreo de Instrumentación Geotécnica.	INGEOMINAS	2003
Monitoreo y Seguimiento al Deslizamiento que Afecta los Barrios San Antonio del Mirador, Santa Helena, Santa Viviana, Santa Viviana Sector Vista Hermosa, Santo Domingo (Rosales) y La Carbonera de la Localidad de Ciudad Bolívar.	Moya y García Ltda.	2003
Monitoreo y Seguimiento a los Deslizamientos Activos que Afectan el Sector de Altos de la Estancia	Ingeniería & Georiesgos Ltda.	2003
Estudio de Riesgo por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras de Protección	Geocing Ltda	2003

NOMBRE	ENTIDAD	AÑO
y Control en el Barrio San Rafael, de la Localidad de Ciudad Bolívar de Bogotá D.C.		
Estudio de Riesgo y Diseño de Medidas de Mitigación en el Sector Altos de La Estancia, Localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.	Ingeniería & Georiesgos Ltda.	2004
Monitoreo y Seguimiento a los deslizamientos activos que afectan el Sector Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.	Geotecnia y Cimentaciones	2005
Estudio – diseño detallado de obras de mitigación para el sector Altos de la Estancia – localidad ciudad Bolivar.	Geotecnia y Cimentaciones	2007

En estos informes se encontraron levantamientos topográficos, mapas geológicos y geomorfológicos, exploración geotécnica, mapas de amenaza, riesgo y vulnerabilidad, diseño de obras, monitoreos y evaluación de costos. A continuación se presentan los principales aspectos extraídos de algunos de estos informes.

1.5.3.1 Ingeniería y Geotecnia 1999

Este estudio fue realizado para la DPAE en 1999. Se concentró en el sector de La Carbonera y se basó principalmente en proponer mas no diseñar medidas de estabilización del sector. Para este estudio se efectuaron 7 perforaciones entre 3.50 y 12 m y 31 trincheras desde 1.3 m de longitud hasta 5.80 m De los ensayos realizados se obtuvieron los parámetros promedio que se presentan en la Tabla 1-2.

Tabla1- 2 Parámetros de resistencia promedio para el estudio de Ingeniería y Geotecnia

ESTRATO	γ^t gr/cm ³	C' t/m ²	ϕ'
Depósito	1.95	0.12-0.24	22.1-25.4
Roca			
	2.10	0	35.3-42.9
Subyacente			

1.5.3.2 Consorcio Civiles Ltda. – Hidroconsulta Ltda. 1999

Este estudio fue realizado para la DPAE en 1999. El resultado de dicho estudio arroja una zonificación por niveles de amenaza, riesgo y vulnerabilidad de la zona de estudio en donde el 80% del área analizada posee amenaza y riesgo alto. Se realiza un planteamiento de obras para la reducción de la amenaza mediante drenaje superficial, reconfiguración de materiales, paisajismo y urbanismo.

Con las obras se plantea la construcción de cunetas con filtros en la parte alta de la quebrada Santa Rita, para recoger escorrentía y aguas servidas, la construcción de una alcantarilla cajón aguas abajo en la quebrada Santa Rita, la conformación de diques en gaviones y siembra de especies vegetales con el fin de proteger el cauce contra la erosión y garantizar la ronda hidráulica de dicha quebrada. Como medida adicional se recomienda el retiro de materiales inestables y reconfiguración del sector en terrazas.

En el área de urbanismo y paisajismo se plantea la reubicación de 33 viviendas, la construcción de un parque y andenes. Se recomienda reforestar la parte alta del sector El Espino con algunas especies de pino. En las actividades de campo realizadas se identificó la modificación del cauce de la quebrada Santa Rita con el fin de facilitar las actividades de explotación de materiales. Para este estudio se efectuaron dos sondeos mecánicos de 3.4m y 6.65 m de profundidad. Con ellos se caracterizó un perfil compuesto por un relleno heterogéneo hasta una profundidad máxima de 6,5 m. El relleno contiene gravas y escombros y en general muestra una matriz de arcilla caolinítica.

1.5.3.3 Geotecnia y Cimentaciones Ltda. 2001

Este estudio fue realizado para la DPAE en 2001. En este informe se encuentra el resultado de las siete campañas de monitoreo realizadas desde diciembre de 2004 a julio de 2005. En cada una de estas campañas se desarrollaron las siguientes actividades:

- Control topográfico de 10 secciones.
- Campañas de instrumentación geotécnica a inclinómetros existentes y nuevos.
- Evaluación geológica y geotécnica.
- Monitoreo estructural de las 250 viviendas seleccionadas.

Para este estudio se efectuaron cuatro perforaciones con profundidades entre 9.2 m y 16.8 metros. Con ellas se definió un perfil caracterizado por una capa de relleno heterogéneo hasta unos 1,80 m de espesor, seguido por un conglomerado de arenisca hasta una profundidad máxima de 4,0 y por debajo de este una secuencia de intercalaciones de arenisca y arcillolita de 3 m de espesor promedio.

1.5.3.4 Ingeominas – Fopae 2003

Estudio realizado en el año de 2003 como objeto de un Convenio entre el INGEOMINAS y el FOPAE. Este estudio se concentró principalmente en el sector de El Espino. Las principales conclusiones se resumen a continuación:

La zona de El Espino y Cerro del Diamante está conformada por rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Guaduas, consistente de intercalaciones de arenisca y arcillolita, inclinadas en la misma dirección de la pendiente y afectadas por fallamiento. Esta circunstancia las hace naturalmente muy inestables y susceptibles a los movimientos en masa.

Las fallas principales que atraviesan el sector, son inversas, de dirección N80°E a E-W, controlan los cauces de las quebradas Santa Rita y Santo Domingo (Rosales) y delimitan el deslizamiento El Espino y Cerro del Diamante. También se presentan fallas de rumbo, posiblemente dextrales, con dirección NNW. Estas marcan cambios de pendiente bruscos en la parte media del cuerpo mayor del movimiento en masa.

El movimiento principal del Espino y Cerro del Diamante se ha considerado como un deslizamiento traslacional de detritos con corona retrogresiva. A partir de este fenómeno se han originado gran cantidad de grietas de distensión que afectaron las viviendas de los barrios Cerros del Diamante y El Espino.

El volumen de infiltración y percolación profunda de agua en el suelo puede ser del orden de un 15% de la diferencia entre la precipitación promedio y la evapotranspiración real promedio. El valor así estimado de infiltración en este sector puede estar alrededor de 14.56 mm al año. Por otra parte, para el sector inferior del movimiento, dada la presencia de grietas y en general el estado de remoción del material, podría considerarse que en el cuerpo del movimiento la infiltración correspondiera al 95% de dicha diferencia, o sea, 92.25 mm.

No se encontró relación entre los reportes de eventos con la ocurrencia de lluvias acumuladas precedentes al mismo.

La velocidad de avance del movimiento principal, controlada mediante mojones registró velocidades de desplazamiento desde mediados de abril a finales de julio del orden de 0.04 – 0.14 m/d, desde inicio de agosto a mediados de septiembre se presenta la aceleración máxima del movimiento con velocidades de 0.10 – 0.18 m/d, de allí comienza la máxima desaceleración hasta finales de noviembre con velocidades inferiores a 0.02 m/d, finalmente continua disminuyendo su velocidad hasta terminar a finales de marzo de 2003 con velocidades inferiores a 0.01 m/d. La dirección de los desplazamientos varía entre 30 y 40° NE.

Los desplazamientos en profundidad en la zona de retrogresión del movimiento principal evidenciados en los inclinómetros 2, 4 y 5 nos muestran una tendencia a la ruptura (superficie de falla) en el inicio del estrato de arcillolitas compactas, cercano a los 20 m de profundidad, desplazándose el bloque superior sobre el inferior.

A partir de las perforaciones se obtuvo que el plano de falla tiene una dirección de buzamiento de 280 y un buzamiento de 130 sin embargo no se descarta la presencia de pequeños pliegues en profundidad.

Un factor que influyó en la disminución de los parámetros de resistencia del material, fue la pérdida de succión de la arcillolita al entrar en contacto con el agua.

El desarrollo del movimiento en masa que afecta El Espino y Cerro del Diamante se ve fuertemente influido por las propiedades de los materiales –ubicados en zonas de fallas o cerca de ellas con bajos parámetros de resistencia al corte en condición residual - y la disposición de los mismos – intercalaciones de arcillolitas y areniscas fracturadas que descansan en un estrato de arcillolita compacta, con buzamientos muy cercanos a las pendientes de las laderas siguiendo una disposición similar a la topografía del terreno. Sin embargo, se ha visto durante el estudio que la intervención antrópica ha sido decisiva en la detonación del fenómeno en lo que se refiere a la instalación de sistemas de redes de acueducto y aguas servidas que posteriormente han sufrido roturas provocando fugas considerables. Uno de los ejes de las redes instaladas coincide con el eje del escarpe principal del movimiento, que según habitantes del sector fue construido realizando explosiones. La influencia de la lluvia como detonante del movimiento principal no es considerable, sin embargo esta ha llegado a acelerar movimientos. De acuerdo con este estudio, el perfil en la zona de El Espino está caracterizado por una capa de hasta 3,0 m de espesor conformada por un relleno heterogéneo. Posteriormente se encuentra una capa de matriz arcillosa con fragmentos de arenisca hasta una profundidad máxima de 20m. Luego se encuentra una capa de arcillolita con algunos fragmentos de arenisca hasta una profundidad máxima de 21 m. A una mayor profundidad se encuentra la roca arenisca altamente fracturada hasta una profundidad máxima de 26 m. Finalmente se encontró una capa de arcillolita blanda con presencia de materia orgánica. Para este estudio se efectuaron 11 perforaciones entre 20 Y 40 m y se obtuvieron los parámetros promedio que se relacionan en la Tabla 3-3.

Tabla 1-3 Parámetros de resistencia promedio estudio INGEOMINAS

ESTRATO	ESPEJOR DEL ESTRATO m	γ_t gr/cm ³	Is (50) Paral Kg/cm ²	Is (50) Perp Kg/cm ²	C'p Kg/cm ²	ϕ_p	C'r Kg/cm ²	ϕ_r	RSC	K cm/s
Suelo Residual	0.5-1.6									
Arenisca	13-19	2.3	30.1	33.5						
Arenisca - Arcillolita	1.8-4.6	2.1			0.2	30	0	12.5	1.3-1.1	6.5E-08
Arcillolita	-	2.11			0.1	45	0	25	1	8.5E-08

1.5.3.5 MGL Moya y García Ltda. 2003

Este estudio fue realizado para la DPAE en 2003. El estudio consistió de la observación y medición de la evolución del deslizamiento y su influencia sobre las viviendas del sector con el objeto de servir a la DPAE para tomar las medidas preventivas necesarias para proteger a los habitantes. Incluyó el seguimiento al deslizamiento y sus desplazamientos, la evaluación de daños en un grupo representativo de viviendas del sector para establecer el nivel de riesgo permisible, el establecimiento de un sistema de alarma para priorizar los sectores que deben ser objeto de evacuación o reubicación de familias y afinar el modelo geotécnico, incorporando la información obtenida a partir de los resultados de la instrumentación.

1.5.3.6 Ingeniería y Georiesgos 2004

Estudio realizado en 2004 para la DPAE con el fin de estabilizar la zona de estudio correspondiente al sector de la Carbonera y el del Espino. Del estudio se resumen los siguientes aspectos:

- Litoestratigráficamente en la zona de estudio se presentan dos unidades de roca de tipo sedimentario clástico conformando las Formaciones Guadalupe de edad Cretáceo superior con su unidad Arenisca Tierna y la Formación Guaduas de edad Cretáceo – Terciario y de composición predominantemente arcillosa y en menor proporción arenosa.
- El estudio y análisis litoestratigráfico del subsuelo permitió establecer que a partir del trazo de la falla de Los Rosales ubicada en la parte central se presentan en el área de interés, dos bloques tectónicos, uno hundido que corresponden a la zona de El Espino permitiendo aflorar una secuencia predominantemente arenosa de la parte media de la Formación Guaduas (Segmentos 3, 4 y 5) y otro bloque levantado que corresponde a la zona de la Carbonera y en donde subyace bajo los depósitos cuaternarios una secuencia predominantemente arcillosas de la Formación Guaduas (segmentos 1 y 2).
- En cuanto a la caracterización de las formaciones litológicas superficiales se puede resaltar la presencia de una espesa secuencia de materiales inconsolidados, particularmente en la zona de la Carbonera, con la presencia de depósitos de residuos de construcción (>1m de espesor), depósitos fluvioglaciales con espesores máximos de 40 metros y en menor proporción suelos residuales y depósitos coluviales y aluviales menores. En el sector de El Espino los materiales inconsolidados se relacionan principalmente con suelos residuales y localmente con algunos coluviones y depósitos aluviales menores de las quebradas.
- La evaluación hidrogeológica de las fallas del sitio de estudio muestra que los sistemas con orientación Oriente-Occidente se constituyen en barreras impermeables para el flujo de agua, mientras las fallas con orientación preferencial Norte-Sur tienen comportamiento variable desde barrera impermeable como las falla Mochuelo, El Morro y Sierra Morena a barreras permeables como El Espino E y Carbonera S.

- Mediante los estudios de exploración de campo y laboratorio y, con base en los estudios geológicos, el área de estudio se puede subdividir en 12 subzonas de comportamiento geotécnico similar, mostrando gran heterogeneidad y complejidad de comportamiento mecánico, es así como se encuentran depósitos antrópicos de residuos de construcción (zona 1), suelos residuales de areniscas (zona 3), depósitos fluvio-glaciales (zona 4), areniscas (zona 5) y arcillositas (zona 2).
- Los análisis realizados muestran que la pérdida de resistencia de los materiales arcillosos en los primeros metros del subsuelo, causan que toda la masa del sector del deslizamiento del Espino trate de desplazarse ladera abajo, sin embargo al encontrar el talud de la margen izquierda de la quebrada Santa Rita esta trata de levantarse y causa grandes esfuerzos que comprimen la masa de suelo y producen levantamientos de la parte posterior del talud de la quebrada.
- Se concluyó, que las medidas más adecuadas son obras de manejo del agua (drenes y cunetas) para el sector de la Carbonera, con lo que se mitigan los niveles de amenaza. Por otra parte, en el sector el Espino se recomienda la construcción de anclajes y drenes.
- De acuerdo con el estudio, el perfil se caracteriza por una capa de relleno antrópico de máximo 80 cm de espesor. Posteriormente se encuentra una capa de materiales arcillosos y arenosos hasta una profundidad máxima de 4m. Sigue una capa de fragmentos de arenisca en matriz limo arcillosa hasta una profundidad máxima de 22m. A partir de esta profundidad de manera general se encuentra la roca correspondiente a arenisca aunque en algunos sitios ésta puede aparecer hasta los 40m de profundidad según lo reportado en los SEV. Para este estudio se efectuaron 4 Sondeos mecánicos entre 14 y 37 m de profundidad, 17 Trincheras (de 1.40 a 10 m), 8 líneas de refracción sísmica y 7 Sondeos eléctricos verticales. De acuerdo con la exploración y ensayos de laboratorio se obtuvieron los parámetros que se relacionan en la Tabla 3.4 para cada uno de los estratos definidos en el perfil típico:

Tabla 1-4 Parámetros de resistencia promedio para el estudio de Ingeniería y Georriesgos

ESTRATO	ESPEJOR DEL ESTRATO (m)	% humedad	LL %	γ_t gr/cm ³	q_u t/m ²	C' t/m ²	ϕ'
Relleno Antrópico	0.0 - 0.8	5-10	50	2.0			
Depósito arcillo-arenoso	0.8 - 4.0	5-10	30-90	1.9-2.2	12-160	0.6-6.9	14-34
Fragmentos de arenisca en matriz limoarcillosa	4.0 - 22.0	20-25	16-64	2.0-2.1	12-160	0.6-6.9	14-34
Arenisca	22.0	1-16	-	2.0-2.5	1400-9500		

1.5.3.7 Geotecnia y Cimentaciones y ambiental Ltda. 2008

Estudio realizado en 2008 para la DPAE con el fin de diseñar las obras de mitigación de la zona de estudio correspondiente al sector de la Carbonera y el del Espino. Del estudio se obtienen las siguientes conclusiones:

- Los deslizamientos de La Carbonera y El Espino se observan bien delimitados en su escarpe principal. El cuerpo de estos movimientos presenta numerosas grietas y escarpes secundarios, que son especialmente notables en el sector de El Espino. En ambos casos, se reconocen sectores con movimientos más activos que otros. En cuanto a las dimensiones de las zonas evidentemente inestables, en el sector de La Carbonera se tiene un área de aproximadamente 132.000 m² (13.2 Ha) y en El Espino de 160.000 m² (16 Ha). En general se encuentran algunos afloramientos desprovistos de vegetación en donde se pueden apreciar las pobres características geomecánicas de los materiales involucrados en el proceso. Por otro lado, existen también algunas zonas que se encuentran bien cubiertas por vegetación herbácea con una fuerte pigmentación verde indicando que son sectores de alta concentración de humedad.
- Desde el punto de vista Geológico, la cartografía muestra una secuencia de unidades litoestratigráficas del cretáceo al terciario cubierta parcial y discordantemente por materiales y depósitos cuaternarios de diferente origen. Esta secuencia se presenta en franjas orientadas en dirección NW-SE. Desde la base en la parte Sur del área afloran rocas del cretáceo de la formación Guadalupe y sus miembros Plaeners (Ksgp), Labor (Ksgl) y Arenisca Tierna (Ksgt) en contactos normales. Encima de esta secuencia se presentan las rocas de la formación Guaduas de edad terciario - cretáceo subdividida en tres unidades inferior (Tkgi), medio (Tkgm) y superior (Tkgs). Los materiales semiconsolidados que se presentan en la planicie de la Sabana de Bogotá corresponden a la Formación Tiltá de edad Terciario, superior.
- Los depósitos cuaternarios más importantes en el Cerro Altos de la Estancia corresponden a depósitos de ladera como coluviones y derrubios (Qd), depósitos fluviolacustres asociados a la zona de depresión morfológica del embalse de Terreros (Qfl), un depósito remanente de origen fluvioglaciario (Qfg), localizado en la ladera nororiental del cerro en inmediaciones de Sierra Morena y materiales depositados por corrientes aluviales superficiales y humedales (Qah). Localmente se identifican materiales de rellenos y botaderos de escombros antrópicos (Qb). Igualmente la dinámica de las laderas por procesos de remoción en masa ha originado depósitos de deslizamientos en los que se encuentran El Espino y La Carbonera.
- El área en estudio se encuentra afectada por dos grandes movimientos de ladera conocidos como La Carbonera y El Espino, de tipo retrogresivo, es decir su avance se realiza ladera arriba generando daños a numerosas viviendas que han sido incluidas al programa de reasentamiento. Debido a la dinámica y la evolución del proceso de inestabilidad y de acuerdo con las recomendaciones del estudio de Ingeominas de 2003, la DPAE dividió el área en tres fases denominadas Fase I, en la parte inferior y media de la ladera, la Fase II en la parte intermedia superior y la Fase III localizada en

la parte superior de la ladera. A la fecha se han reubicado todas las viviendas de la Fase I, se encuentran en proceso de reasentamiento las de la Fase II y la Fase III paso de su categorización de zonas sujetas a análisis de riesgo por fenómenos de remoción en masa a amenaza media y riesgo medio.

- Desde el punto de vista hidrológico, el régimen de precipitación alrededor de la zona de estudio, es bimodal. En la estación El Sierra Morena, al igual que en la estación Casablanca, los valores altos se presentan entre los meses de marzo, abril, mayo y junio, como el primer periodo de lluvias en el año, y octubre y noviembre como el segundo periodo lluvioso del año. El valor promedio más alto se presenta en el mes de octubre para la estación Sierra Morena (88 mm), en tanto que para la estación Casablanca, éste se presenta en el mes de mayo (81 mm). Por otro lado, Los valores más bajos se presentan para las dos estaciones entre los meses de diciembre a febrero y julio a septiembre, siendo los promedios mínimos de 20 mm y 23 mm para las estaciones Sierra Morena y Casablanca respectivamente.
- Para el planteamiento de las obras de mitigación tanto geotécnica como hidráulicas, se realizaron análisis para la condición actual del terreno y para varios escenarios de nivel de agua y sismo. Con base en estos análisis de estabilidad, se evaluaron distintas alternativas teniendo como criterios generales los escenarios y factores de seguridad establecidos en la Resolución 227 de 2006 del DPAE.
- Teniendo en cuenta la magnitud del movimiento, las obras de mitigación proyectadas se analizaron en los deslizamientos de La Carbonera y El Espino, para lo cual se dividió la zona en tres sectores denominados superior, medio e inferior. El sector superior corresponde a la parte alta o corona del movimiento y para éste se analizaron obras de mitigación para que el nivel de amenaza sea bajo, el sector intermedio corresponde al cuerpo de cada deslizamiento para el cual se analizaron y cuantificaron obras de mitigación para que el nivel de amenaza pase a medio y bajo y finalmente, el sector inferior corresponde al pie del deslizamiento en donde se plantearon obras para que el nivel de amenaza sea bajo. Con el fin de estabilizar los deslizamientos se propones cuatro alternativas que son:

ALTERNATIVA 1: FS < 1.0

Reubicación de las viviendas de la Fase III y la implementación de obras hidráulica e instalación de la instrumentación geotécnica, con la cual se tendría un Factor de Seguridad menor a 1.0. El presupuesto para esta alternativa es de **\$ 87,930,808,225.**

ALTERNATIVA 2: FS > 1.3 (SECTOR SUPERIOR E INFERIOR)

Comprende la construcción de obras geotécnica de mitigación en la parte superior e inferior de los deslizamientos de La Carbonera y El Espino y la implementación de obras hidráulicas e instalación de instrumentación geotécnica para tener un nivel de amenaza bajo. En la parte intermedia se realizará una conformación del terreno continuando en un nivel de amenaza alto. El presupuesto para esta alternativa es de **\$ 53,018,648,504.**

ALTERNATIVA 3: FS 1 - 1.3

Esta alternativa comprende la implementación de las obras en la parte superior e inferior de los deslizamientos de La Carbonera y El Espino para un nivel de amenaza bajo y en la parte intermedia de los deslizamientos de La Carbonera y El Espino, las obras proyectadas permiten un nivel de amenaza medio a alto.

Adicionalmente y con el objeto de obtener recursos adicionales para el proyecto, se propone el aprovechamiento de los materiales provenientes de las excavaciones para la conformación de taludes especialmente del deslizamiento de El Espino. El presupuesto para esta alternativa es de \$ **65,776,329,602** teniendo en cuenta el aprovechamiento de los materiales de excavación.

ALTERNATIVA 4: FS >1.3

Esta alternativa contempla la implementación de obras de mitigación tanto geotécnicas como hidráulicas, la instalación de la instrumentación geotécnica y el aprovechamiento de los materiales excavados para la obtención de otros recursos para el desarrollo del proyecto. El presupuesto para esta alternativa es de \$ **100,025,523,389** teniendo en cuenta el aprovechamiento de los materiales de excavación.

- De acuerdo a lo anteriormente expuesto se recomienda la implementación de la Alternativa 3 ya que presenta los costos más favorables al implementarse las obras de mitigación proyectadas y para los niveles de amenaza bajo que se obtienen tanto para los sectores superior como inferior en donde se encuentran viviendas habitadas. Los impactos ambientales generados a la población vulnerable con respecto a las obras de mitigación propuestas son positivos las cuales tienen como objetivo ambiental generar cambios en cuanto al saneamiento básico (Salud y Calidad de vida), que es una prioridad para los residentes del sector, teniendo en cuenta que una de las deficiencias en los barrios de Ciudad Bolívar que conforman el sector Altos de la Estancia, es la falta de zonas verdes, la ausencia de parques y de áreas de recreación como también antejardín, caracterizándola como un paisaje saturado por las construcciones. Los espacios (zona de las inestabilidades) a recuperar ambientalmente se conciben como oportunidades de trabajo, de fortalecimiento de grupos con intereses comunes y como espacios de apropiación colectiva e individual, bien sea a través de acciones concretas en escenarios de participación que faciliten establecer nuevas interpretaciones y relaciones entre los actores sociales, tanto los institucionales como los locales ente los que se destacan las comunidades.
- Las obras diseñadas se encuentran ubicadas en los polígonos de la Fase I y II, los cuales están declarados en amenaza alta y riesgo alto no mitigable.

1.6 Diagnóstico del estado de la instrumentación

Durante la visita de reconocimiento del día 16 de Febrero de 2010, se identificó en la zona del Espino un inclinómetro en las coordenadas 98458 N, 88951E. Durante la inspección se observó que dicho inclinómetro presenta obstrucción desde la superficie, por lo cual se intentará recuperarlo con el objetivo de incluir esta medición en la toma de datos. Adicionalmente, se identificó un Tiltmeter electrónico instalado por JICA el cual se intentará

medir a través de un equipo especial. La Fotografía 1-2 y 1.3 muestran el inclinómetro encontrado en el área del Espino y el inclinómetro de JICA respectivamente.

Por otra parte, fue imposible localizar la instrumentación de los puntos referenciados en los estudios anteriores, debido a la magnitud de los desplazamientos y a la alteración de la zona causada por el movimiento. De esta forma, los instrumentos que se instalarán durante el presente contrato servirán como punto de partida para verificar el comportamiento de los deslizamientos.

Si la entidad contratante dispone de los registros de las campañas de monitoreo anteriores, es importante que remitan esta información con el propósito de hacer las comparaciones históricas.



Fotografía 1-2. Inclinómetro encontrado durante la visita de inspección en el sector del Espino. **Fotografía 1.3.** Tiltmeter electrónico instalado por JICA.

1.5.4 Evaluación de las condiciones del proyecto

La evaluación de las condiciones iniciales del proyecto se realizó a partir del recorrido de la zona de Altos de la Estancia por parte del grupo de trabajo.

Se hizo una identificación y localización referenciada de las obras propuestas por Geotecnia y Cimentaciones en su informe de 2007, para la mitigación del riesgo en Altos de la Estancia. Durante el recorrido se observó que en el sector de la Carbonera las grietas avanzaron aproximadamente 30 metros respecto a la localización del escarpe principal, donde se proyectó la construcción de pantallas de concreto reforzado con anclajes. Las Fotografías 1-4 y 1-5 muestran una de las grietas encontradas en la zona y su vista detallada. Las grietas identificadas pueden alcanzar un ancho de 30 cm tal como se observa en la Fotografía 1-5. La presencia de estas grietas indica el avance del movimiento, lo que requeriría medidas adicionales a las mencionadas en los estudios de obras de mitigación del 2007.



Fotografía 1.4. Vista general de las grietas identificadas en la zona de la Carbonera.



Fotografía 1.5. Vista detallada de la grieta localizada en la parte superior de la Carbonera.

1.5.5 Monitoreo topográfico

Con el objetivo de realizar los controles topográficos se instalaron tres mojones georeferenciados. Adicionalmente se materializaron los mojones de control interno y las cuatro secciones para el monitoreo del movimiento. Las Fotografías 1-6 y 1-7 muestran la instalación y georeferenciación de uno de los mojones.



Fotografía 1-6 Instalación de mojón georeferenciado



Fotografía 1-7. Georeferenciación de mojón utilizando GPS.

1.5.6 Monitoreo geotécnico

Durante este primer mes se definió la localización de los lugares de monitoreo, se instaló el primer inclinómetro y se esta terminando la instalación del primer piezómetro en la zona. La

Fotografía 1-8 y 1-9 muestra las labores de perforación para la colocación del inclinómetro. En el Anexo 2 se adjunta el registro de perforación.



Fotografía 1-8 Instalación de inclinómetro.



Fotografía 1-9 Instalación de piezómetro.

1.5.7 Monitoreo estructural

En total se verificaron 468 viviendas con su respectiva ficha predial. Los formatos de levantamiento del monitoreo estructural se adjuntan en el Anexo C.

1.6 DELIMITACIÓN GEOMETRICA DEL AREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicada al suroccidente de la ciudad de Bogotá, en la localidad (19) de Ciudad Bolívar, UPZ 69 Ismael Perdomo. En ella se encuentran 11 barrios dentro del polígono mostrado en la.Figura 1-3.



Figura 1-3. Zona de monitoreo, Altos de la estancia (líneas discontinuas)

1.7 PROFESIONALES PARTICIPANTES CAMPAÑA No. 1

El equipo de trabajo del CONSORCIO ALTOS DE LA ESTANCIA 2009 para el desarrollo de las actividades de monitoreo topográfico, geotécnico y estructural estuvo conformado por el personal profesional relacionado a continuación:

Tabla 1-5 Personal participante en la campaña de monitoreo N° 1

NOMBRE	PROFESIONAL
Edgar Eduardo Rodríguez Granados	Especialista en geotecnia
Wilson Moreno Bernal	Especialista en Estructuras
Omar Alberto Cagua Ramos	Especialista en SIG
Carlos José Bacca	Instrumentación Geotécnica
Danixa López	Ingeniera de apoyo
Mauricio Ruda	Estructuras
Stevenso Pico	Topógrafo

2 METODOLOGÍA

En el siguiente capítulo se presenta una descripción general de la metodología utilizada para la ejecución del Monitoreo Geotécnico y Estructural de Altos de la Estancia, de la localidad Ciudad Bolívar en Bogotá D.C. La metodología básicamente involucra actividades de campo y oficina.

2.1 MONITOREO GEOTECNICO

La metodología utilizada para la ejecución del monitoreo geotécnico se compone de los siguientes aspectos:

- Revisión preliminar de la información geotécnica existente en los diferentes estudios realizados.
- Ejecución de la visita de campo para el reconocimiento del área de estudio, ejecución de levantamiento de campo de información como localización y tipología de procesos de remoción en masa recientes y antiguos, definición de su actividad y tipología correspondiente. Evaluación de las obras de mitigación a realizar e identificación actual de la zona.
- Definición de los puntos de control topográfico y secciones para el monitoreo de los desplazamientos de la zona.
- Monitoreo de los niveles piezométricos. Teniendo en cuenta que no se encontraron piezómetros existentes en la zona, se tomará como base la información obtenida a partir de la nueva instrumentación objeto del presente contrato.
- Monitoreo de inclinómetros. En la zona se encontraron dos inclinómetros, uno manual es cual se encontraba obstruido y otro electrónico instalado por JICA. Se intentará reutilizar para las próximas campañas. Adicionalmente, se instalarán nuevos inclinómetros y se intentará buscar algunos existentes.
- Procesamiento y análisis de la información. La información levantada en campo se procesa y analiza con el fin de tener un concepto general sobre las características del movimiento que se está presentando en el área de estudio. Se propone presentar los movimientos topográficos a través de vectores de desplazamientos.
- Recomendaciones. De lo encontrado en campo y con los resultados del monitoreo geotécnico se presentan recomendaciones y conclusiones respecto el comportamiento del movimiento de la ladera y sobre las acciones que se requieren implementar en el corto plazo.

2.2 MONITOREO ESTRUCTURAL

La inspección se desarrolla en la zona correspondiente al barrio Altos de la Estancia localizado en la localidad de Ciudad Bolívar en la ciudad de Bogotá D.C. El motivo de esta inspección es

verificar el estado de las viviendas localizadas en la zona de fase tres y la actualización de las condiciones de riesgo de las edificaciones.

La inspección se está realizando con la iniciativa del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias DPAAE, a través del CONSORCIO ALTOS DE LA ESTANCIA 2009 y con soporte en el área estructural del Ing. MSc. Wilson E. Moreno B. de Ingeniería y Proyectos de Infraestructura Ltda.

El objeto del monitoreo de las edificaciones de las viviendas ubicadas en la zona de Fase 3, consiste en la inspección de los daños existentes, que comprometan la estabilidad estructural de las mismas.

Se inspeccionarán 468 viviendas en el área de estudio, se determinarán y materializarán los puntos de monitoreo, se realizara el análisis de los elementos estructurales que presentan daños, se calificarán por medio del índice de daño las edificaciones y finalmente se emitirá un concepto del riesgo.

En general la metodología para ejecutar la parte de monitoreo estructural en el marco del proyecto es la siguiente:

- Análisis de la información existente suministrada por DPAAE
- Descripción del área de estudio
- Inspección general del área de estudio
- Resultados de inspección general del área de estudio
- Selección e inspección de las edificaciones de estudio
- Selección y materialización de puntos de monitoreo
- Metodología de evaluación - Inspección - calificación vulnerabilidad estructural - calificación de la condición de la edificación (estado) - calificación del daño de la edificación - Análisis - calificación del índice de daño de la edificación.
- Resultados - calificación vulnerabilidad estructural - calificación de la condición de la edificación (estado) - calificación del daño de la edificación - Análisis - calificación del índice de daño de la edificación.
- Monitoreos
- Análisis de monitoreos.
- Calificación de riesgo (amenaza - vulnerabilidad)
- Conclusiones y recomendación

3 DEFINICION DE LA INSTRUMENTACIÓN

3.1 DEFINICIÓN DE SECCIONES TOPOGRAFICAS Y SELECCIÓN DE VIVIENDAS

3.1.1 Definición de las secciones topográficas y localización de los puntos de control

Con el objetivo de verificar el cambio en el tiempo, de la ladera, se delinearón cuatro secciones transversales dibujadas en el Plano No. 2. Estas secciones se definieron de acuerdo con las direcciones de los movimientos observados en estudios previos e identificados en la visita de inspección del día 16 de Febrero de 2010. Las secciones serán controladas por diferentes mojones localizados en los principales bloques de movimiento. Cada una ellas se marcarán con puntos cada 20 metros para permitir su seguimiento. Los cambios en el tiempo de un mismo sector de ladera se obtendrán mediante la superposición de las secciones levantadas desde un mismo punto fijo en fechas diferentes. Esta herramienta aportará seguimiento tanto cuantitativo como cualitativo de los movimientos en masa.

Para el control del perfil se marcaron tres puntos fijos con coordenadas conocidas. Con estos puntos fijos se conformara una poligonal cerrada con procedimiento de precisión de primer orden ó de tipo geodésico, para lo que se realizará un levantamiento topográfico inicial ubicando planimetría y altimetría de los elementos de control, los cuales servirán como referencia para el seguimiento.

3.1.2 Selección de las viviendas a monitorear

La DEPAE selecciono 468 viviendas para monitorear en la fase III del proyecto. Se establecerá el nivel de riesgo permisible, de acuerdo con la metodología de Clasificación Global de Riesgo, que tiene en cuenta la estabilidad estructural y del entorno; identificando las viviendas con mayor grado de deterioro.

Se han realizado visitas a campo con el propósito de confirmar las viviendas a monitorear. Se comenzó con un recorrido general de la zona y luego se comenzó la inspección detallada de las edificaciones.

A continuación se presentan las viviendas definidas para monitoreo:

Tabla 3-1 Identificación de viviendas a monitorear

Barrio	Manzana	Lote
Santa Viviana	24	26
	25	27,28,29,30
	26	27,28,29,30
	27	29,30

Barrio	Manzana	Lote
	28	27,29,30
	29	27,28,30
	30	27
	31	26,27
	32	13,14,15,16,17,18,19,20,25,26,27,28
	35	2,5,7,11,13,15
	36	1,3,5,7,9,12
	52	1,2,3,4,5
Santo Domingo	19	1,3,5A,5B,5C,7,11
	29	1,2,4
	33	2,4,6,8,10,14,16,24,30
	35	13,14,15,16,17
	36	13,16,18
	37	6,7,8,9,10,11,13,14,24,26
Espino I Sector	18	7,8,9,10,13,17,19,23
	19	7,8,13,15,16,18,20
	20	11,12,13,16,19,21
	21	8,11,13,14,15,19,20
	22	11,12,13,14,17,18,19
	23	1,11,13,16,18,19,20,21,22,23,24
	24	8,10,12,13,14,15,16,18,19,20,21,24
	25	1,9,11,12,13,16,17,18,20,22,23
	26	7,12,14,15,16,18,19,24
	27	3,14,15,18,19,23
	28	11,12,14,15,18,19
	29	1,13,17,18,21,22
	30	6,17
	31	12,13,15,16
32	13	
Tres Reyes	1	20,21,22,23,24,25,26,27,28,29
	2	21,22,23,24,25,26,29,30
	3	23,25,27,30,31,33,35
	7	14,15,16,17
Mirador de la Estancia	7	14,15,16,17
	10	1,3,4,9,10

Barrio	Manzana	Lote
	11	8,9,10,11,12,15,16
	12	7,8,10,12,13,14,15,17
	13	7,8,9,10,13,15,18,20
	14	8,10,11,13,16,20
	15	8,9,11,12,13,16,17,18
	16	7,10,12,13,18,19
Rincon Del Porvenir	M	15,16,17,18,20,21,22,24
	N	16,17,18,19,21,22,23,24,25,26,27,28
	O	10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,26,27
San Rafael Altos de La Estancia	A	2,3,4,5,6,7,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30
	M	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,39,39
	N	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,14,15,17,18,18,19,22,23,25,26,27,28,29
Santa Viviana – Sector de Vista Hermosa	G4	7,8,9,10,11,11A,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,
	G5	1,2,3,4,5,6,6A,7,8,9,10,11,11A,12,13,14,15,17,18,19
	G6	2,2A,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13
	G7	1,2,3,4,5,6,7,7A,8,9,10,11,12,13,14
	G8	2,3,4,5

3.2 LOCALIZACIÓN DE NUEVOS INSTRUMENTOS

Para la medición y control de los desplazamientos de los deslizamientos en La Carbonera y en El Espino, se instalan 17 inclinómetros y 10 piezómetros. De acuerdo a los vectores de movimientos definidos en estudios previos (Ingeniería y Georriesgos 2007 y Geotecnia y

Cimentaciones 2008) y la visita de inspección realizada en la zona, se plantea que los instrumentos se ubiquen de acuerdo con los lineamientos planteados por el diseñador de las obras de mitigación. Sin embargo, durante la inspección de campo se identificó que antes del escarpe principal del deslizamiento de la Carbonera han aparecido nuevas grietas lo que probablemente obligaría a desplazar los inclinómetros superiores hacia la zona sin agrietamientos.

Adicionalmente, se propone que los instrumentos se instalen a una distancia no menor de 10 metros de las posibles obras de mitigación, con el objetivo de proteger la instrumentación de los trabajos que serán ejecutados. De esta manera, se podrá controlar los movimientos antes de las obras y después de las mismas. Es importante anotar que de acuerdo con los trabajos de mitigación que finalmente se definan, los puntos de control localizados en el cuerpo del deslizamiento podrían verse afectados por las obras definitivas, sin embargo se mantiene esta configuración con el objetivo de monitorear el comportamiento del deslizamiento durante la etapa previa a la construcción de las obras. La ubicación definida de los instrumentos se muestra en el Plano 1 del presente informe.

Teniendo en cuenta que los deslizamientos se mueven en forma retrogresiva, los inclinómetros y piezómetros se colocaran sobre la roca o suelo firme. En general, se estima que estos elementos deberán tener 30m de longitud cada uno, con el fin de identificar la tasa de movimiento, la dirección y el plano de falla. Adicionalmente, durante la construcción de los instrumentos se realizara la identificación de los materiales existentes.

De acuerdo con el plan de campaña, los registros de los inclinómetros se tomarán mediante la utilización de un torpedo biaxial para lectura de inclinómetros, con su respectiva caja de registro de datos, o con un torpedo, con su respectiva caja de registro de datos. Por otra parte, en los pozos de inspección y los piezómetros se tomarán lecturas de acuerdo con el plan de campaña. El certificado de calibración de los equipos utilizados en esta actividad, se anexará en los respectivos informes mensuales.

4 METODOLOGÍA EVALUACIÓN DEL RIESGO

La metodología de evaluación para la cuantificación global del riesgo en el estudio y monitoreo del sector Altos de la Estancia se presenta en la siguiente matriz de riesgo:

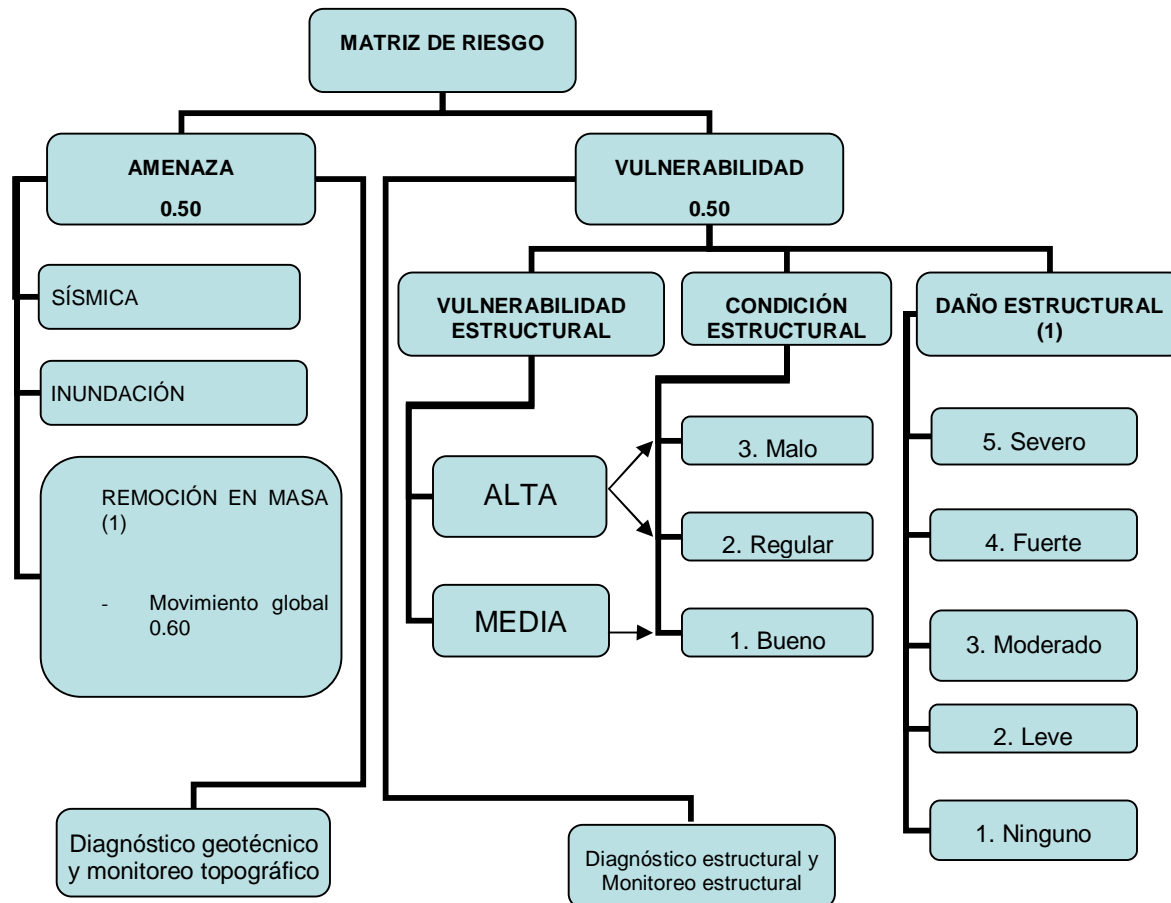


Figura 4-1 Matriz para la Cuantificación Global del Riesgo

4.1 SELECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS EDIFICACIONES DE ESTUDIO

La selección de la muestra de edificaciones a inspeccionar fue dispuesta por la interventoría. Se seleccionaron inicialmente 386 de 450 edificaciones de la muestra total. Sin embargo posteriormente la DEPAE aprobó 82 viviendas adicionales para un total de 468 viviendas. Para la inspección se hace uso del formato INV-001 "FORMATO DE CAMPO PARA EL MONITOREO GEOTÉCNICO Y ESTRUCTURAL EN EL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA" tomando como referencia el formato 1407 "FORMATO DE EVALUACIÓN DE

VIVIENDAS” del DPAE. No se toma propiamente el formato 1407, ya que contiene ítems de información que no se puede obtener por el nivel de estudio que este necesita; no obstante se direcciona a que proporcione lo más claro y objetivamente la información primordial del estudio.

4.2 FORMATO UTILIZADO PARA LA INSPECCIÓN DE VIVIENDAS

El formato utilizado se divide en 5 partes, las cuales se desarrollan a continuación:

4.2.1 Información general

Proporciona la identificación del predio (UAECD), dirección de la edificación, nombre e identificación del propietario o residente del predio y estado de ocupación de la vivienda. La información esta direccionada a obtener la información básica como: localización del predio e identificar la persona.

4.2.2 Características de la edificación

Los siguientes aspectos son tenidos en cuenta para definir las características de las edificaciones:

- **Sistema estructural.** Se identifica el sistema de respuesta a las solicitudes de la edificación.
 - (1) Pórticos en concreto reforzado
 - (2) Mampostería estructural
 - (3) Mampostería Confinada
 - (4) Mampostería No reforzada
 - (5) Otro

- **Tipo de edificación.** Con la finalidad de identificar el uso de la edificación (cargas vivas).
 - (1) Vivienda unifamiliar
 - (2) Vivienda multifamiliar
 - (3) Comunitaria
 - (4) Comercial
 - (5) Otro

- **Forma de construcción.** Se identifica la técnica de construcción además del control en el proceso constructivo.

- (1) Constructora
- (2) Autoconstrucción

- **Número de pisos.** Es importante determinar la vulnerabilidad sísmica (altura y fuerzas horizontales).
 - (n) “n” pisos

- **Estado de construcción de la edificación.** Muestra el avance constructivo a la fecha o intenciones de ampliaciones, modificaciones estructurales, etc. Esta se puede catalogar completa o incompleta.
 - (1) Completa
 - (2) Incompleta

- **Edad de la edificación.** Identifica la época de construcción. Norma vigentes consecuentes con el momento de construcción de la edificación.
 - (m) “m” Años

- **Calidad de la construcción.** Se refiere al cumplimiento de las especificaciones mínimas de construcción durante el proceso constructivo.
 - (1) Buena
 - (2) Regular
 - (3) Mala

- **Irregularidad en planta.** Evalúa la forma geométrica regular y simetría de la edificación en planta.
 - (1) Baja
 - (2) Media
 - (3) Alta

- **Irregularidad en altura.** Evalúa la continuidad (de transmisión de cargas) de cimentación a cubierta.
 - (1) Baja
 - (2) Media
 - (3) Alta

- **Topografía de la edificación.** Describe el grado de inclinación donde se construyo la edificación.
 - (1) Plano
 - (2) Inclinado
 - (3) Muy inclinado

4.2.3 Criterios para la evaluación de amenaza.

- **Levantamientos y/o hundimientos.**
 - (1) Ninguno
 - (2) Leve
 - (3) Moderado
 - (4) Fuerte
 - (5) Severo
- **Humedad.**
 - (1) Ninguno
 - (2) Leve
 - (3) Moderado
 - (4) Fuerte
 - (5) Severo
- **Separación Suelo Cimentación.**
 - (1) Ninguno
 - (2) Leve
 - (3) Moderado
 - (4) Fuerte
 - (5) Severo
- **Fisuras y/o grietas en el entorno.**
 - (1) Ninguno
 - (2) Leve

- (3) Moderado
- (4) Fuerte
- (5) Severo

4.2.4 Criterios para la evaluación de la condición estructural.

- (1) Ninguno
 - (2) Leve
 - (3) Moderado
 - (4) Fuerte
 - (5) Severo
-
- Cimentación. Pretende identificar el sistema utilizado para transmitir las cargas de la edificación al suelo de fundación. Califica de manera muy general (siempre y cuando sea posible) la condición de competencia para transmitir cargas al suelo de fundación.
 - Muros. Describe la tipología utilizada. Pretende evaluar de forma preliminar las condiciones de irregularidad en planta, geométrica, irregularidad en altura, etc.
 - Entrepiso. Pretende identificar la tipología utilizada. Se identifican las características de las condiciones de uso, disposición, longitud de las luces, condiciones de apoyos, entre otras características de evaluación.
 - Cubierta. Describe la topología utilizada. Se identifican las características de las condiciones de uso, disposición, longitud de las luces, condiciones de apoyos, entre otras características de evaluación.

La evaluación de la condición de cimentación, muros, entresijos y/o cubierta, se realiza de forma cualitativa, en una escala de

- (1) Buena
- (2) Regular
- (3) Mala

En todos los Ítems anteriores se considera el grado de afectación y compromiso que tiene el conjunto, es decir daño sufrido por algún evento presentado (deslizamiento - remoción en masa); este se evalúa en una escala de daño:

- (1) Ninguno
- (2) Leve
- (3) Moderado
- (4) Fuerte

(5) Severo

4.2.5 Observaciones.

Se hacen las anotaciones respecto a la inspección visual y puntos de control de las edificaciones.

4.2.6 Amenaza

Movimientos Globales

Se tienen tres criterios básicos, a cada uno de los cuales se le asigna un peso específico, teniendo en cuenta la importancia de cada uno de ellos. La calificación se presenta de la siguiente manera:

LEVANTAMIENTOS O HUNDIMIENTOS –MOVIMIENTOS GLOBALES		NIVEL
No existen manifestaciones visuales de fisuramientos o giros relativos en la placa de piso, o en el suelo que conforma el lote.	1	NINGUNO
En terreno horizontal o en una explanación horizontal se presentan diferencias de nivel inferiores a 0.5 cm entre diversas partes de la losa de piso o lo que la sustituya o haga sus veces. Existen fisuramientos en la cimentación o losa de piso, con persistencias de hasta 3 m y/o aberturas inferiores a 1.5 mm.	2	LEVE
En terreno horizontal o en una explanación horizontal se presentan diferencias de nivel inferiores a 1.0 cm entre diversas partes de la losa de piso o lo que la sustituya o haga sus veces. Existen fisuramientos en la cimentación o losa de piso, con persistencias superiores a 1.0 m y/o aberturas de hasta 3 mm.	3	MODERADO
En terreno horizontal o en una explanación horizontal se presentan diferencias de nivel inferiores a 3.0 cm entre diversas partes de la losa de piso o lo que la sustituya o haga sus veces. Existen fisuramientos en la cimentación o losa de piso, con persistencias menores de 1.0m y/o aberturas de hasta 5 mm.	4	FUERTE
<ul style="list-style-type: none"> - Desplazamientos relativos entre diferentes puntos de la losa, manifestados en agrietamientos severos en su superficie. - Agrietamientos con aberturas superiores a 5 mm y densidad de fisuramiento alta. - Desplazamientos relativos entre diferentes puntos de la losa, superiores a 3.0 cm, observables a simple vista. 	5	SEVERO

PRESENCIA DE AGUA EN ALREDEDORES		NIVEL
No se tienen evidencias de presencia de agua	1	NINGUNO
Se aprecia la salida de agua de forma incipiente y zonas aisladas con presencia de humedad	2	LEVE
Se observa salida de agua de forma intermitente durante épocas de lluvia y presencia de humedad generalizada en época de lluvia	3	MODERADO
Se aprecia la vegetación de color verde intenso, respecto al resto de la vegetación circundante. Se puede identificar salida de agua, en época de verano.	4	FUERTE
Presencia de nacederos, aljibes y zonas de escurrimiento de forma permanente.	5	SEVERO

FISURAS O SEPARACIÓN TERRENO-CIMENTACIÓN		NIVEL
No existen manifestaciones de agrietamientos en el terreno adyacente al lote	1	NINGUNO
Se presenta separación de hasta 3mm entre el terreno y la cimentación	2	LEVE
Se presenta separación hasta 5 mm.	3	MODERADO
Se presenta grietas o separación entre el terreno y la vivienda de hasta 10mm	4	FUERTE
Se presentan grietas o separación mayores a 10 mm, pueden existir giros relativos entre viviendas adyacentes.	5	SEVERO

Agrietamiento Exterior

Agrietamiento en andenes, zonas verdes y/o vecinos inmediatos.

Se verifica la aparición de fisuras o grietas en el andén, zona verde o vecinos inmediatos. Calificándola de la siguiente manera:

FISURAS O GRIETAS EN ANDEN Y ZONAS VERDES		NIVEL
No se tienen evidencias de grietas en el andén y zonas verdes	1	NINGUNO
Se aprecian fisuras en andenes y zonas verdes de hasta 1mm	2	LEVE
Se aprecian fisuras en andenes y zonas verdes de hasta 3mm	3	MODERADO
Se aprecian grietas en andenes y zonas verdes de hasta 5mm, con orientación preferencial normal a la dirección de la ladera	4	FUERTE
Se aprecian grietas en andenes y zonas verdes mayores a 5mm	5	SEVERO

Movimientos Globales

Se tienen tres criterios básicos, a cada uno de los cuales se le asignó su peso específico, teniendo en cuenta la importancia de cada uno de ellos. La calificación se presenta de la siguiente manera:

LEVANTAMIENTOS O HUNDIMIENTOS –MOVIMIENTOS GLOBALES		NIVEL
No existen manifestaciones visuales de fisuramientos o giros relativos en la placa de piso, o en el suelo que conforma el lote.	1	NINGUNO
En terreno horizontal o en una explanación horizontal se presentan diferencias de nivel inferiores a 0.5 cm entre diversas partes de la losa de piso o lo que la sustituya o haga sus veces. Existen fisuramientos en la cimentación o losa de piso, con persistencias de hasta 3 m y/o aberturas inferiores a 1.5 mm.	2	LEVE
En terreno horizontal o en una explanación horizontal se presentan diferencias de nivel inferiores a 1.0 cm entre diversas partes de la losa de piso o lo que la sustituya o haga sus veces. Existen fisuramientos en la cimentación o losa de piso, con persistencias superiores a 1.0 m y/o aberturas de hasta 3 mm.	3	MODERADO
En terreno horizontal o en una explanación horizontal se presentan diferencias de nivel inferiores a 3.0 cm entre diversas partes de la losa de piso o lo que la sustituya o haga sus veces. Existen fisuramientos en la cimentación o losa de piso, con persistencias menores de 1.0m y/o aberturas de hasta 5 mm.	4	FUERTE
- Desplazamientos relativos entre diferentes puntos de la losa, manifestados en agrietamientos severos en su superficie. - Agrietamientos con aberturas superiores a 5 mm y densidad de fisuramiento	5	SEVERO

LEVANTAMIENTOS O HUNDIMIENTOS –MOVIMIENTOS GLOBALES		NIVEL
alta. - Desplazamientos relativos entre diferentes puntos de la losa, superiores a 3.0 cm, observables a simple vista.		

PRESENCIA DE AGUA EN ALREDEDORES		NIVEL
No se tienen evidencias de presencia de agua	1	NINGUNO
Se aprecia la salida de agua de forma incipiente y zonas aisladas con presencia de humedad	2	LEVE
Se observa salida de agua de forma intermitente durante épocas de lluvia y presencia de humedad generalizada en época de lluvia	3	MODERADO
Se aprecia la vegetación de color verde intenso, respecto al resto de la vegetación circundante. Se puede identificar salida de agua, en época de verano.	4	FUERTE
Presencia de nacederos, aljibes y zonas de escurrimiento de forma permanente.	5	SEVERO

FISURAS O SEPARACIÓN TERRENO-CIMENTACIÓN		NIVEL
No existen manifestaciones de agrietamientos en el terreno adyacente al lote	1	NINGUNO
Se presenta separación de hasta 3mm entre el terreno y la cimentación	2	LEVE
Se presenta separación hasta 5 mm.	3	MODERADO
Se presenta grietas o separación entre el terreno y la vivienda de hasta 10mm	4	FUERTE
Se presentan grietas o separación mayores a 10 mm, pueden existir giros relativos entre viviendas adyacentes.	5	SEVERO

Vivienda ubicada donde ha habido desplazamientos; Zonificación de la amenaza de Estudios Anteriores que indica un Factor de ampliación de la Estabilidad del Terreno. Se clasificó de acuerdo con el indicativo de riesgo, así:

Agrietamiento Exterior

Agrietamiento en andenes, zonas verdes y/o vecinos inmediatos

Se verifica la aparición de fisuras o grietas en el andén, zona verde o vecinos inmediatos calificándola de la siguiente manera:

FISURAS O GRIETAS EN ANDEN Y ZONAS VERDES		NIVEL
No se tienen evidencias de grietas en el andén y zonas verdes	1	NINGUNO
Se aprecian fisuras en andenes y zonas verdes de hasta 1mm	2	LEVE
Se aprecian fisuras en andenes y zonas verdes de hasta 3mm	3	MODERADO
Se aprecian grietas en andenes y zonas verdes de hasta 5mm, con orientación preferencial normal a la dirección de la ladera	4	FUERTE
Se aprecian grietas en andenes y zonas verdes mayores a 5mm	5	SEVERO

4.2.7 Vulnerabilidad

El estudio se direcciona a:

1. Establecer la **vulnerabilidad estructural** de las edificaciones
2. Calificar la **condición o estado de la edificación**
3. Calificar el **daño estructural** ocurrido en la edificación por el evento actual.

4.2.7.1 Vulnerabilidad estructural

En primera instancia identifica que la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de acuerdo a la inspección realizada es de media a alta (la mayoría de las edificaciones no cumple con el título E de la NSR.

A través de los estudios que la compañía (Ingeniería y proyectos de infraestructura, Ing. Wilson Moreno B.) ha podido realizar, se ha podido determinar que las construcciones de tipo informal no cuentan con especificaciones estructurales. Por tanto, esta topología de edificaciones se define en vulnerabilidad “Media a Alta”

4.2.7.2 Condición o estado de la edificación

En la inspección se califica la condición de los componentes de la edificación utilizando variables cualitativas como se presenta a continuación:

Tabla 4-1 Calificación de la Condición de la edificación

CALIFICACIÓN	NIVEL
1	BUENO
2	REGULAR
3	MALO

En la calificación de la condición de la edificación se tienen en cuenta criterios de vulnerabilidad estructural con el fin de obtener información que pueda ser cruzada, asociada y analizada desde este punto de vista.

Criterios de calificación de la condición o estado de la edificación

La Condición de la edificación se califica de acuerdo a los siguientes indicadores teniendo en cuenta la escala de la Tabla 4-2 “Calificación de la condición o estado de la edificación”:

- Cimentación.

CONDICIÓN	NIVEL
La cimentación cuenta con viga corrida en concreto reforzado bajo muros, conformando anillos amarrados.	BUENO
La cimentación cuenta con algunas vigas corridas en concreto reforzado bajo muros, pero no conforman anillos amarrados.	REGULAR
La edificación no cuenta con una cimentación adecuada	MALO

- Muros

CONDICIÓN	NIVEL
Existen muros en las dos direcciones principales de la edificación.	BUENO
Los muros se concentran en una dirección, aunque existen algunos o varios en la otra dirección.	REGULAR
La mayoría de los muros se concentran en una sola dirección	MALO

- Entrepiso

CONDICIÓN	NIVEL
- El entrepiso está conformado por placas de concreto que funcionan de manera monolítica. - La placa de entrepiso se apoya de manera adecuada proporcionando continuidad.	BUENO
La placa de entrepiso no cumple con alguna de las anteriores consideraciones.	REGULAR
- La placa de entrepiso no cumple con las consideraciones anteriores - Los entrepisos están conformados por combinaciones de materiales (madera, guadua, etc.), que no proporcionan continuidad y amarre deseados.	MALO

- Cubierta

CONDICIÓN	NIVEL
- Existe una buena condición de amarre y apoyo entre la estructura de la cubierta y muros. - Hay arriostramiento de las vigas. - La cubierta es liviana y esta debidamente amarrada a su estructura.	BUENO
- La mayoría de los anteriores requisitos se cumplen	REGULAR
- No se cumplen los requisitos anteriores y/o presenta condiciones contrarias (ej. cubierta pesada)	MALO

4.2.7.3 Daño estructural

En la inspección se califica el daño en los elementos estructurales, utilizando variables cualitativas como se presenta a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 4-2 Calificación de daño Estructural

CALIFICACIÓN	NIVEL
1	NINGUNO
2	LEVE
3	MODERADO
4	FUERTE
5	SEVERO

- ***Criterios de calificación de daño estructural***

Por medio de la inspección visual se califica el nivel de daño estructural en cada uno de los componentes de la edificación de la siguiente forma:

- Cimentación.

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras < 3 mm.	LEVE
Grietas 3 a 9 mm.	MODERADO
Grietas 9 a 15 mm. Hundimientos < 15 mm.	FUERTE
Grietas > 15 mm. Hundimientos > 15 mm. Deformaciones (muros de contención)	SEVERO

Nota: En la evaluación tiene en cuenta la presencia de agua, humedad, otros.

- Muros

Se asocian los efectos de: rotación del muro, deslizamiento de las juntas horizontales, mecanismo de tensión diagonal y grietas por flexión.

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras apreciables (+1mm.).	LEVE
Grietas continuas diagonales con aberturas hasta de 5 mm. Fisuras en juntas horizontales en el extremo superior e inferior del muro	MODERADO
Grietas abiertas continuas (de 5 a 9 mm.) y mecanismo de rotura escalonado Unidades de mampostería rotas. Desplazamiento relativo o movimiento en el plano fuera de él.	FUERTE
Grietas (> 9 mm.) y desplazamientos que presenten mecanismos de colapso. Inclinaciones del muro fuera de su plano	SEVERO

vertical.	
Unidades de mampostería rotas.	

- Entrepiso

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras parciales discontinuas apenas perceptibles.	LEVE
Fisuras continuas.	MODERADO
Grietas con aberturas de 3 a 5 mm. Deflexiones apenas perceptibles.	FUERTE
Grietas >5 mm. Deflexiones apreciables.	SEVERO

- Cubierta

DAÑOS	NIVEL
No presenta daños.	NINGUNO
Fisuras en dinteles.	LEVE
Desprendimiento de dinteles (fisuras).	MODERADO
Perdida parcial de apoyos. Rotura de amarre de vinculación muro-cubierta	FUERTE
Perdida de apoyos con mecanismo de colapso.	SEVERO

- **Escala de calificación del índice de daño**

El índice de daño de la edificación se calcula de acuerdo a la asociación de los daños percibidos en cada uno de los elementos estructurales (cimentación, muros, entrepiso,

cubierta) y la combinación de las características intrínsecas de la estructura (irregularidad en planta, irregularidad en altura, calidad de la construcción).

Tabla 4-3 Calificación del índice de daño

INDICE DE DAÑO	
I	Ninguno
II	Bajo
III	Medio
IV	Alto
V	Muy alto

A través de esta escala se identifica el daño estructural actual de las edificaciones y se describen las recomendaciones iniciales, para la toma de medidas y acciones inmediatas por la entidad competente, especialmente las edificaciones donde se determina que la edificación no es habitable. Lo anterior se presenta en la Tabla 4.4.

Tabla 4-4 Recomendaciones preliminares según Índice de Daño

INDICE DE DAÑO	TIPO DE DAÑO	RECOMENDACIONES
I	No existen daños	Observar periódicamente.
II	Daños leves que no generan compromiso con la estabilidad de la edificación.	Realizar reparación de fisuras. Observar periódicamente.
III	Daños importantes que pueden comprometer la estabilidad de la edificación.	Realizar monitoreo puntual de daños, para observar evolución.

IV	Daños muy importantes que comprometen la estabilidad de la edificación. Daños combinados de grietas y deformaciones.	Realizar monitoreo riguroso. Evaluar refuerzos, apuntalamientos, etc. para evitar deterioro progresivo. Edificación que amenaza la habitabilidad. Realizar Reforzamiento
V	Edificación con evidencia de mecanismo de colapso inminente.	Edificación no habitable.

4.2.8 Observaciones

Puntos de monitoreo

Fotografías

Otros

Figura 4-2 Formato utilizado para la inspección de viviendas

FORMATO DE CAMPO PARA EL MONITOREO GEOTECNICO Y ESTRUCTURAL EN EL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA																				
				CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACION								TIPO DE MUROS		ENTREROSO		CUBIERTA		OBSERVACIONES		
ID	M	Z	DIRECCION	NOMBRE	No IDENTIFICACION	SISTEMA ESTRUCTURAL	TIPO DE EDIFICACION	FORMA DE CONSTRUCCION	MATERIALES	ENTRANCAMIENTO	TIPO DE SUPERFICIE	CONDICION	ESTADO DE LA EDIFICACION	TIPO DE MUROS	CONDICION	ENTREROSO	CONDICION	CUBIERTA	CONDICION	
						TIPO DE MUROS	CONDICION	ENTREROSO	CONDICION	CUBIERTA	CONDICION	TIPO DE MUROS	CONDICION	ENTREROSO	CONDICION	CUBIERTA	CONDICION			
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				

5 MONITOREO TOPOGRÁFICO

5.1 GENERALIDADES

En este capítulo se hace una descripción del trabajo de campo y oficina desarrollado para la elaboración de los controles topográficos de los mojones y las secciones para la campaña 1 en el sector Altos de la Estancia.

5.2 ALCANCE ESPECÍFICO DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO

Llevar a cabo el control topográfico (planimétrico y altimétrico) de las cuatro secciones y 14 mojones, con coordenadas reales, siguiendo los parámetros básicos que se mencionan a continuación:

- Definición de 3 mojones debidamente georeferenciados.
- Amarre de coordenadas reales utilizando las referencias establecidas.
- Información topográfica tomada para cada punto, levantado en las 3 dimensiones: X (Este), Y (Norte), Z (Cota).
- La cota se calcula con nivelación de precisión.

5.3 METODOLOGÍA DE CAMPO

5.3.1 Georeferenciación de los puntos de control

Se procedió a investigar sobre los vértices del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC existentes que se encuentren ubicados cerca del proyecto y sus accesos.

Para la referenciación de estudios topográficos es necesario utilizar como apoyo vértices pertenecientes a los puntos geodésicos ligados a la Red MAGNA y localizados por el IGAC, empleados en la elaboración de la cartografía base de Colombia. En este caso se programó utilizar como puntos de apoyo:

1. La Estación continúa del instituto geográfico denominada BOGA Localizada en la ciudad de Bogotá sobre la azotea del Edificio del IGAC.
2. La Estación continúa del Ingeominas Ubicada dentro de las Instalaciones del Ingeominas en la ciudad de Bogotá

Las actividades se enfocaron hacia la especificación de que el traslado de coordenadas se llevaría a cabo por el sistema de posicionamiento Global diferencial por satélite (GPS), con normas para levantamientos geodésicos, método estático.

Luego de una selección minuciosa del sitio de condiciones ideales para materialización, se funden en terreno 3 Mojones de concreto con placa de aluminio con sus respectivas nomenclaturas e intervisibles, con dimensiones de 0.25 x 0.25 x 0.80 mts.

Las diferentes coordenadas utilizadas en el procesamiento se describen en la Tabla 5-1:

Tabla 5-1 Coordenadas geodésicas utilizadas para el procesamiento

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION
BOGA	04°38'19.252621 N	74°04'47.816954 W	2610.121
BOGT	04°38'24.264770 N	74°04'51.382232 W	2576.5154

El traslado de coordenadas a los puntos materializados, se efectuó el día 24 de febrero de 2010, mediante el sistema de POSICIONAMIENTO GLOBAL POR SATÉLITE (GPS), con el método de doble determinación en modo estático diferencial con post-proceso. Esta labor se realizó empleando receptores MARCA TOPCON HIPER-PRO de doble frecuencia (seriales 8ROC3D0ZSO, 8PT3GE66BY y 8REJ0NRKF0).

Se realizó la ocupación de cada uno de los puntos operando con observaciones continuas y simultaneas de los receptores, con un tiempo de posicionamiento superior a 1 hora que dependió de las buenas condiciones atmosféricas. El número de satélites visibles y la geometría que estos formaban fue excelente para la solución de ambigüedades; la distancia con el punto base y la ausencia de objetos que interfirieran con la señal.

Con la información capturada por los receptores en campo se descargó en el computador y por medio de un software de cálculo se realizó el respectivo procesamiento de la información teniendo en cuenta los siguientes parámetros.

- Solución de Vectores: Los residuales obtenidos para cada vector dentro del ajuste libre que permiten evaluar la calidad de cada posición, seleccionaras y definir los vectores que serán sometidos al ajuste controlado que arrojará las coordenadas finales del proyecto, bien sea geocéntricas (X,Y,Z) o geodésicas [, , h].
- Sistema de coordenadas: Marco Geocéntrico Nacional De Referencia “MAGNA” para Colombia inicio a partir de estaciones del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas “SIRGAS”, se denomina convencionalmente MAGNA-SIRGAS. La entidad encarga es el IGAC.
- Metodología IGAC para cálculo de GPS:
 - Variación de las Coordenadas en el tiempo (Velocidades)
 - Época de referencia 1995.4 coordenadas IGAC
 - Utilizar modelo geoidal GEOCOL2004
 - Calculo de altura con corrección por mínimos cuadrados
 - Conversión de Coordenadas a orígenes correspondientes

Las coordenadas son Planas de Gauss Datum Magna con origen Bogotá, cuyos parámetros son:

Latitud del origen 4 35 46”.3215 Norte

Longitud del origen 74 04 39".0285 Oeste

Norte del origen 1000000.000 m

Este del origen 1000000.000 m

Factor de Escala 1.0

Y coordenadas planas Cartesianas Datum Magna con Origen Bogotá, cuyos parámetros son:

Latitud del origen 4°40'49.750" Norte

Longitud del origen 74° 8'47.730" Oeste

Norte del origen 109320.965 m

Este del origen 92334.879 m

Plano de Proyección 2550 m.s.n.m.m

Finalmente, las coordenadas obtenidas para los puntos de amarre del proyecto se presentan en la Tabla 5.2.

Tabla 5-2 Coordenadas geodesicas MAGNA SIRGAS de los puntos georeferenciados con GPS

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION
M 01	4°34'38.18902" N	74°10'20.90846" W	2794.493
M 02	4°34'54.95744" N	74°10'13.91842" W	2643.938
M 03	4°35'09.28795" N	74°10'35.56555" W	2712.615

5.4 CONTROL TOPOGRÁFICO

5.4.1 Planimetría

El equipo, los recursos y las personas que participaron en la comisión para realizar el levantamiento topográfico se relacionan en la Tabla 5.3.

Tabla 5-3 Relación de equipos y elementos por comisión

DESCRIPCIÓN	Cantidad
Estación TOPCON GTS-225	1
Nivel automático de precisión	1
Topógrafo	1
Cadenero primero	1
Cadenero segundo	2
Vigilante	1
Radios de onda corta	4
Vehículo	1

Se realizó el control topográfico para cada uno de los mojones existentes, la determinación de los ángulos horizontales se realiza con la estación y utilizando plomadas para el alineamiento, las distancias son tomadas con la estación total y con precisión al milímetro estos datos son almacenados en el colector interno del equipo. Para cada punto se realiza doble lectura.

5.4.2 Altimetría

Para la determinación de la cota de cada uno de los elementos a nivelar se realiza previamente un circuito de nivelación y contra nivelación, dentro de los parámetros exigidos para este trabajo: Esta actividad fue realizada con nivel de precisión obteniendo lecturas al milímetro.

5.5 EQUIPO UTILIZADO

5.5.1 Estación total electrónica

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
ESTACION TOPCON GTS 225 SERIAL UV8154	
RESOLUCION ANGULAR	1"
PRECISION ANGULAR DIRECTA	1"
TEMPERATURA DE TRABAJO	"-20C+50C"
RANGO DE ALCANCE DEL PRISMA	2500m

5.5.2 Nivel de precisión

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
NIVEL SECO	
TIPO DE IMAGEN	DIRECTA
AUMENTO	30X
NIVEL ELECTRONICO	3'
DISTANCIA DE ENFOQUE MINIMA	1.5 m
PRECISION EN DISTANCIA	+/- 2mm+2ppm

6 RESULTADOS MONITOREO TOPOGRAFICO Y GEOTECNICO

6.1 MONITOREO TOPOGRAFICO

Para un apropiado monitoreo topográfico, con un nivel de precisión adecuado, se instalaron tres mojones georeferenciados en lugares estables alrededor de la zona de estudio y 14 mojones de control sobre los perfiles de control. Las coordenadas planas cartesianas en el sistema Bogotá de los puntos georeferenciados se presentan en la Tabla 6.1.

Tabla 6-1 Coordenadas planas cartesianas de los puntos de control topográfico.

Descripción	Norte	Este	Elevación
MC-1	97.902,937	89.461,558	2.768,513
MC-2	98.418,215	89.677,124	2.618,018
MC-3	98.858,610	89.009,625	2.686,765
M-1	98.228,567	88.821,798	2.780,405
M-2	98.334,940	88.956,258	2.762,111
M-3	98.744,521	89.463,303	2.606,471
M-4	98.490,471	89.152,851	2.712,761
M-5	98.508,260	89.047,777	2.722,249
M-6	98.650,456	89.348,899	2.641,960
M-7	98.418,215	89.677,124	2.618,018
M-8	98.807,565	89.206,160	2.665,561
M-9	98.162,536	88.960,055	2.785,245
M-10	98.198,275	89.095,079	2.757,072
M-11	98.368,142	89.544,671	2.631,087
M-12	97.862,865	89.212,842	2.797,043
M-13	97.941,476	89.230,895	2.778,944
M-14	98.506,104	89.646,015	2.613,754

Adicionalmente, se levantaron cuatro (4) secciones topográficas. Los perfiles topográficos levantados se muestran anexos en el Plano 2. Perfiles topográficos actuales.

6.2 MONITOREO GEOTÉCNICO

Con el objetivo de permitir un adecuado monitoreo de los movimientos de masa antes y después de las obras de monitoreo, se plantea mantener la localización de la instrumentación propuesta por el diseñador de las obras de mitigación. Sin embargo, debido a que se observa el avance del movimiento, los instrumentos antes de obras serán relocalizados de acuerdo a las inspecciones de campo.

Durante la ejecución de las perforaciones se ha observado poco recobro de agua después de los diez metros de avance y una fuerte acumulación de partículas en el fondo de la perforación. Estas condiciones pueden indicar las características fisibles de la arenisca en la zona. Para continuar con las labores de perforación ha sido necesario realizar cementación de las paredes de la excavación. De esta forma, se han presentado problemas en la ejecución de

las perforaciones a 30 metros. La Tabla 6.2 muestra las coordenadas de los instrumentos localizados.

Tabla 6-2 Coordenadas planas cartesianas de los puntos georeferenciados.

INSTRUMENTO	NORTE	ESTE	OBSERVACIONES
I-1	98030	88992	Frente a placa 68c.-79s
I-2	98217	89102	Frente a placa 75H 27
I-3	98080	89186	Cerca del limite entre la Fase 2 y 3
I-4	98020	89416	Frente a placa 74B 38
I-5	98160	89327	–
I-6	98236	89212	–
I-7	98340	89500	–
I-8	98410	89450	
I-9	98430	89630	–
I-10	98402	88949	–
I-11	88934	98497	–
I-12	98408	89034	–
I-13	98547	88989	
I-14	98650	89460	–
I-15	98745	89361	–
I-16	98840	89240	
I-17	98645	89345	–
P-1	97980	89192	–
P-2	97980	89192	–
P-3	97350	89460	–

P-4	98600	88890	—
P-5	97980	89192	—
P-6	98700	88980	—
P-7	98349	89463	—

6.2.1 Inclinómetros

En ausencia de registros históricos y de instrumentación útil en la zona, se instalo un primer inclinómetro (I-1) localizado en la Cr 75 M con Cl 69b sur, exactamente frente a la vivienda con placa 68b-79. Las coordenadas norte-este de este inclinómetro, obtenidas con el GPS, corresponden a 98030N, 88992E. Teniendo en cuenta que la presente campaña corresponde a la campaña inicial, se tomara esta lectura como la lectura de referencia. La Figura 6-11 muestra el registro normalizado del inclinómetro # 1 para la primera campaña.

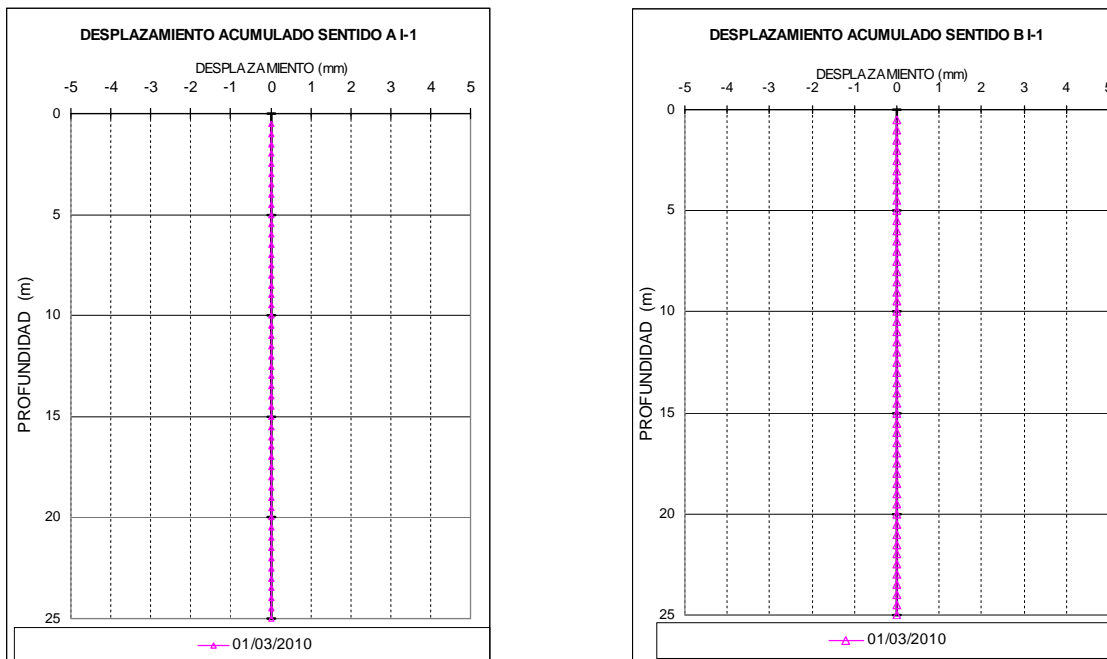


Figura 6-1 Desplazamiento acumulado Inclinómetro IN-1

A partir de la próxima campaña de lectura de inclinómetros y con los nuevos instrumentos por instalar se podrá conocer la variación de los desplazamientos del depósito de suelo.

6.2.2 Piezómetros

En la fecha se encuentra bajo instalación un piezómetro (P-1) a 30 m de profundidad.

7 RESULTADOS DEL MONITOREO ESTRUCTURAL

7.1.1 Descripción general del área de estudio

Se realizó la revisión total de las viviendas (468) identificando los daños que se presentan en los diferentes elementos (muros, entresijos y cubierta). Las construcciones identificadas son de tipo informal por el método de autoconstrucción. El barrio está construido en una ladera. Las vías urbanas son algunas pavimentadas y otras en afirmado con poca canalización de agua escorrentía que no tienen obras de drenaje. En algunas zonas no existe obra de contención alguna (P.e. Barrio San Rafael).

En su mayoría se han encontrado construcciones en lotes de 6x12 y 8x12 con un área construida aproximadamente entre 60 a 150 m². Generalmente las edificaciones son viviendas unifamiliares de 1 piso y más de 10 años de construcción, y existen viviendas unifamiliares y multifamiliares de 2 y 3 pisos construidas los últimos 8 años. Existen muy pocas edificaciones de más de 3 pisos. El sistema estructural identificado preliminarmente es mampostería no reforzada, mampostería no reforzada con algunas columnetas y mampostería confinada.

La topografía donde se construyeron las edificaciones se considera de tipo montañoso a escarpado y gran parte de éstas presentan inclinaciones del terreno muy fuertes. Por esta razón, durante la construcción, algunas de las edificaciones han desarrollado cambios de nivel que superan los 2.40 m de altura dentro de las mismas y con la edificación vecina.

Según las evidencias en algunas zonas aledañas han presentado deslizamientos locales; estas zonas se han venido desalojando por la amenaza que esto representa. A pesar de esto cuentan que en general las demás zonas se han mantenido en una condición de estabilidad bajo carga vertical durante los últimos 20 años.

7.1.2 Información de las viviendas monitoreadas

Se inspeccionaron 468 viviendas en el área de estudio. La información de los formatos de todas las viviendas se adjuntan en el Anexo C. La relación de las viviendas monitoreadas se indica en la Tabla 7.1.

Tabla 7-1 Identificación de viviendas a monitorear

Barrio	Manzana	Lote
Santa Viviana	24	26
	25	27,28,29,30
	26	27,28,29,30
	27	29,30
	28	27,29,30
	29	27,28,30

Barrio	Manzana	Lote
	30	27
	31	26,27
	32	13,14,15,16,17,18,19,20,25,26,27,28
	35	2,5,7,11,13,15
	36	1,3,5,7,9,12
	52	1,2,3,4,5
	Santo Domingo	19
29		1,2,4
33		2,4,6,8,10,14,16,24,30
35		13,14,15,16,17
36		13,16,18
37		6,7,8,9,10,11,13,14,24,26
Espino I Sector	18	7,8,9,10,13,17,19,23
	19	7,8,13,15,16,18,20
	20	11,12,13,16,19,21
	21	8,11,13,14,15,19,20
	22	11,12,13,14,17,18,19
	23	1,11,13,16,18,19,20,21,22,23,24
	24	8,10,12,13,14,15,16,18,19,20,21,24
	25	1,9,11,12,13,16,17,18,20,22,23
	26	7,12,14,15,16,18,19,24
	27	3,14,15,18,19,23
	28	11,12,14,15,18,19
	29	1,13,17,18,21,22
	30	6,17
	31	12,13,15,16
32	13	
Tres Reyes	1	20,21,22,23,24,25,26,27,28,29
	2	21,22,23,24,25,26,29,30
	3	23,25,27,30,31,33,35
	7	14,15,16,17
Mirador de la Estancia	7	14,15,16,17
	10	1,3,4,9,10
	11	8,9,10,11,12,15,16

Barrio	Manzana	Lote
	12	7,8,10,12,13,14,15,17
	13	7,8,9,10,13,15,18,20
	14	8,10,11,13,16,20
	15	8,9,11,12,13,16,17,18
	16	7,10,12,13,18,19
Rincon Del Porvenir	M	15,16,17,18,20,21,22,24
	N	16,17,18,19,21,22,23,24,25,26,27,28
	O	10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,26,27
San Rafael Altos de La Estancia	A	2,3,4,5,6,7,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30
	M	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,39,39
	N	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,14,15,17,18,18,19,22,23,25,26,27,28,29
Santa Viviana – Sector de Vista Hermosa	G4	7,8,9,10,11,11A,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32
	G5	1,2,3,4,5,6,6A,7,8,9,10,11,11A,12,13,14,15,17,18,19
	G6	2,2A,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13
	G7	1,2,3,4,5,6,7,7A,8,9,10,11,12,13,14
	G8	2,3,4,5

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo a la inspección visual de la zona se observa que en el sector de la Carbonera las grietas han avanzado respecto a la localización del escarpe principal, donde se proyectó la construcción de pantallas de concreto reforzado con anclajes. Este factor podría obligar a la relocalización de las obras de contención o la implementación de medidas adicionales.
- Para mantener un adecuado control topográfico de la zona, se propone monitorear cuatro secciones topográficas las cuales están orientadas en las direcciones principales del movimiento. Para mantener un control cuantitativo de los desplazamientos, se dispusieron 14 mojones en los lugares de mayor representación del movimiento. Adicionalmente, sobre las secciones se marcaron referencias cada 20 metros para mantener un control de las mismas y de esta forma, a partir de un registro en el tiempo, caracterizar la dirección del movimiento.
- Con el propósito de permitir un adecuado monitoreo de los movimientos de masa antes y después de las obras de monitoreo, se plantea mantener la localización de la instrumentación propuesta por el diseñador de las obras de mitigación. Sin embargo, debido a que se observa el avance del movimiento, los instrumentos localizados antes de obras podrán ser relocalizados.

8.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda estudiar una nueva evaluación de las obras de mitigación que se adapten a las nuevas condiciones del entorno.

9 LIMITACIONES

Se tiene como principal limitación para la realización de los trabajos de inspección de las viviendas, que durante las visitas de campo no encontró a algunos propietarios o no se permitió el ingreso para la inspección de daños.

Respecto a la instrumentación geotécnica, no se encontraron inclinómetros funcionales en la zona, por lo tanto se tomarán como base comparativa la primera campaña.

En caso de encontrarse alguna situación particular que no se haya tenido en cuenta en el presente informe, se debe informar inmediatamente a EDGAR EDUARDO RODRIGUEZ GRANADOS, para realizar las aclaraciones y/o modificaciones oportunas.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

UPES – INGEOCIM Ltda (1998). Zonificación por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santafé de Bogotá, D.C.

CONSORCIO CIVILES LTDA – HIDROCONSULTA LTDA (1999). Estudio Geotécnico, Evaluación de Alternativas de Medidas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar la Zona Comprendida entre las Quebradas Santo Domingo (Rosales) y Santa Rita, Barrio El Espino.

INGENIERÍA Y GEOTECNIA LTDA (1999). Estudio Geotécnico, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras Recomendadas para Estabilizar la Cuenca de la Quebrada La Carbonera en la Localidad de Ciudad Bolívar.

INGEMÉTRICA (2000). Diseño e Instrumentación para el Monitoreo y Seguimiento del Deslizamiento en la Cuenca de la Quebrada Carbonera.

GEOTECNIA Y CIMENTACIONES (2001). Diseño e Instalación de la Instrumentación para el Monitoreo y Seguimiento de los Fenómenos de Remoción en Masa del Barrio El Espino.

GEOTECNIA Y CIMENTACIONES (2002). Monitoreo y Seguimiento al Deslizamiento de los barrios San Antonio del Mirador, Santa Helena, Santa Vivian, Vista Hermosa, Santo Domingo (Rosales) y la Carbonera.

INGEOMINAS (2003). Estudio de Evaluación de Amenaza por Deslizamiento para los Barrios El Espino y Cerro del Diamante, e Instalación y Monitoreo de Instrumentación Geotécnica.

MOYA Y GARCÍA LTDA (2003). Monitoreo y Seguimiento al Deslizamiento que Afecta los Barrios San Antonio del Mirador, Santa Helena, Santa Viviana, Santa Viviana Sector Vista Hermosa, Santo Domingo (Rosales) y La Carbonera de la Localidad de Ciudad Bolívar.

INGENIERÍA & GEORIESGOS LTDA (2003). Monitoreo y Seguimiento a los Deslizamientos Activos que Afectan el Sector de Altos de la Estancia.

GEOCING LTDA (2003). Estudio de Riesgo por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de las Obras de Protección y Control en el Barrio San Rafael, de la Localidad de Ciudad Bolívar de Bogotá D.C.

INGENIERÍA & GEORIESGOS LTDA (2004). Estudio de Riesgo y Diseño de Medidas de Mitigación en el Sector Altos de La Estancia Localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.

GEOTECNIA Y CIMENTACIONES (2005). Monitoreo y Seguimiento a los deslizamientos activos que afectan el Sector Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.

GEOTECNIA Y CIMENTACIONES (2007). Estudio – diseño detallado de obras de mitigación para el sector Altos de la Estancia – localidad ciudad Bolivar.

ANEXO A- TOPOGRAFÍA

ANEXO B- DATOS INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA

ANEXO C- MONITOREO ESTRUCTURAL

PLANOS

Plano 1. Planta general- Perfiles levantados e instrumentación

Plano 2. Perfiles topográficos actuales

Plano 3. Perfiles topográficos históricos

Plano 4. Predios en monitoreo