



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

TABLA DE CONTENIDO

1	Índices	4
1.1	Índice de Tablas	4
1.2	Índice de Imágenes.....	5
1.3	Índice de Graficas	11
1.4	Índice de Fotografías	13
2	GENERALIDADES	15
2.1	Introducción	15
2.2	Justificación	15
2.3	Antecedentes.....	15
2.4	Ubicación del proyecto.....	19
2.5	Objetivo y alcance del estudio	20
2.6	Profesionales participantes en el monitoreo.....	21
2.7	Aportes de la universidad.....	22
3	DESCRIPCIÓN PLAN DE MONITOREO	28
4	INFORMES Y RESULTADOS DE MONITOREO	30
4.1	Informe Topográfico.....	30
4.1.1	Antecedentes del monitoreo topográfico.....	30
4.1.2	Instrumentación propuesta para el monitoreo	34
4.1.3	Monitoreo de obras de contención	38
4.1.4	Metodología levantamiento de desplazamiento	39
4.1.5	Resultados y análisis del levantamiento topográfico	51
4.2	Informe Vuelo Dron.....	54
4.2.1	Metodología	54
4.2.2	Descripción.....	54
4.2.3	Equipo de trabajo.....	71
4.2.4	Software	73
4.2.5	Resultados.....	74
4.3	Informe de recorridos de campo y monitoreo Geotécnico	74
4.3.1	Crecimiento de asentamientos humanos dentro del polígono de estudio.....	75
4.3.2	Zonas Húmedas	81
4.3.3	Extensómetros.....	114
4.3.1	Afectación drenes sobre bermas sector La Carbonera	144

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4.3.2	Toma de lectura Inclinómetro.....	146
4.3.3	Campaña de monitoreo a la instrumentación (Inclinómetros-piezómetros) ..	155
4.3.4	Resultados monitoreo inclinómetros y su relación con el modelo geológico geotécnico	190
4.3.5	Análisis de los datos pluviométricos.....	198
4.3.6	Análisis de estabilidad base.....	205
4.4	Informe Geológico, geomorfológico y análisis asociados	225
4.4.1	Análisis técnicos del seguimiento y monitoreo geológico	225
4.4.2	Rasgos y evolución morfodinámica.....	235
4.4.3	Relación de las mediciones de la instrumentación con el modelo geológico inicial	241
4.4.4	Diseño red instrumentación	242
4.4.5	Actualización modelo geológico de superficie y del subsuelo sector la carbonera.....	245
4.4.6	Modelo hidrogeológico conceptual propuesto	251
4.4.7	Balance hídrico superficial evaluado en el marco del monitoreo geológico – geotécnico	259
4.4.8	Resultados caracterización geomorfológica	270
4.4.9	Resultados zonificación geológica geotécnica	275
4.5	Análisis de coberturas vegetales y de tierras	280
4.6	Zonificación susceptibilidad a la ocurrencia procesos de remoción.....	284
4.6.1	Variables análisis cartografía temática.....	287
4.6.2	Resultados susceptibilidad.....	299
4.7	Informe Estructural.....	305
4.7.1	¿En qué consistió el monitoreo estructural?	305
4.7.2	Metodología de trabajo en campo.....	305
4.7.3	Sistemas de construcción en Altos de la Estancia	306
4.7.4	Análisis de resultado, sobre la fragilidad de las viviendas monitoreadas.....	332
4.7.5	Análisis de resultados, sobre la intensidad del entorno de las viviendas monitoreadas	342
4.7.6	Análisis de resultados, sobre el nivel de alerta del sistema de monitoreo estructural.....	345
4.7.7	Resumen de hallazgos (vertimientos de agua potable y sanitaria) consolidado para los (3) tres años monitoreo estructural	350
5	NIVEL DE ALERTA.....	361
5.1	Criterios técnicos sat, control geológico – geotécnico (conocimiento del riesgo).	362

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

5.1.1	Hidrología superficial	363
5.1.2	Zonificación susceptibilidad procesos de erosión y remoción en masa	363
5.1.3	Zonificación geológico geotécnica	365
5.1.4	Evolución morfodinámica	367
5.1.5	Zonificación tipos de cobertura de tierras.....	369
5.1.6	Parámetros de medición	371
5.2	Criterios para establecer el nivel de alerta, según el resultado del monitoreo mensual - Estructural.....	375
5.2.1	Formulación para establecer el nivel de alerta:	375
5.2.2	Método para obtener el nivel de alerta, según los criterios planteados:	376
5.3	SISTEMA DE ALERTA INTEGRADO	377
5.3.1	Metodología. Geoprocesamiento mediante SIG.....	377
5.3.2	Resultados del monitoreo, sistema de alerta y salida gráfica.	379
6	CONCLUSIONES	386
6.1	MODELO GEOLÓGICO.....	386
6.2	Modelo Litofacial	387
6.3	ZONIFICACIÓN GEOLÓGICO GEOTÉCNICA	388
6.4	CARACTERIZACION HIDROGEOLÓGICA	390
6.5	CONTROLES TOPOGRAFICOS	391
6.6	MONITOREO GEOTÉCNICO GEOLOGICO	392
6.7	ESTRUCTURAS	394
7	RECOMENDACIONES	397
8	LISTA DE REFERENCIA	398
9	GLOSARIO	399

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

1 ÍNDICES

1.1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Equipo profesional consultoria cov 430 de 2016	21
Tabla 2. Ubicación geográfica de los nuevos mojones UD	36
Tabla 3 Coordenadas Geográficas 2015 puntos de amarre.....	41
Tabla 4 Coordenadas planas puntos de amarre	42
Tabla 5 Puntos de control externos posicionamiento GPS	43
Tabla 6 Coordenadas GPS Altos de la Estancia	46
Tabla 7 Error angular y vertical	47
Tabla 8 Error precisión equipo	48
Tabla 9 Error lectura a cada punto	48
Tabla 10 Precisión de la medición	49
Tabla 11 Tolerancia en la sensibilidad de la precisión topográfica	50
Tabla 12 Coordenadas calculadas	56
Tabla 13 Cálculo y ajuste de las alturas niveladas con GPS Fuente: DroneMaps (Dic 2017).....	57
Tabla 14 Tabla del error medio cuadrático indicada por el software	65
Tabla 15 áreas ocupadas por asentamientos humanos.....	77
Tabla 16 Coordenadas puntos	91
Tabla 17 Relación de la exploración ejecutada y su localización.....	149
Tabla 18 relación de sondeos no instrumentados	150
Tabla 19 Clasificación de la Amenaza de un Talud ante deslizamiento.....	206
Tabla 4-20. Relación de la instrumentación y perforaciones Fase I y II proyecto Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar	243
Tabla 4-21. Definición unidades hidrogeológicas para la actualización de la zonificación geológico geotécnica y la zonificación de la amenaza por movimientos en masa a escala de detalle para Altos de la Estancia.	253
Tabla 4-22. Valores de CN para varios tipos de uso de la tierra	262
Tabla 4-23. Resultados zonificación geomorfológica, morfodinámica y evolución cuantificable en el SAT para el Sector La Carbonera.....	273

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Tabla 4-24. Resultados zonificación geomorfológica, morfodinámica y evolución cuantificable en el SAT para el Sector El Espino	273
Tabla 4-25. Resultados zonificación geológico geotécnica por escenarios de comportamiento evaluado durante el monitoreo desde el año 2016 al 2020 y su relación con la evolución del proceso morfodinámico – Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar	276
Tabla 4-26. Clasificación y categorización de las Coberturas para el área del plan de monitoreo.	281
Tabla 4-27. Relación entre la instrumentación instalada, profundidad de los desplazamientos y litología asociada a la superficie de falla del movimiento sector El Espino según los resultados a marzo del 2020.	296
Tabla 4-28. Relación entre la instrumentación instalada, profundidad de los desplazamientos y litología asociada a la superficie de falla del movimiento sector La Carbonera según los resultados a marzo del 2020.	298
Tabla 29. Fragilidad vs Intensidad Ultima Campaña	346

1.2 ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Ubicación del proyecto Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar.....	20
Imagen 2. Metodología para el seguimiento del movimiento en masa.....	29
Imagen 3. Ubicación de los Inclínómetros – Piezómetros de monitoreo anteriores .	31
Imagen 4. Ubicación de los Inclínómetros antiguos, I-20 e I-21 en predios privados.	32
Imagen 5. Ubicación de los Piezómetros	32
Imagen 6. Ubicación de mojones de anteriores monitoreos.....	33
Imagen 7. Ubicación de las Secciones Topográficas	34
Imagen 8. Mojones para el actual control topográfico	34
Imagen 9. Detalle de nuevos mojones	35
Imagen 10. Buffer a los puntos de monitoreo.....	36
Imagen 11. Elementos de Control Topográfico	38
Imagen 12. Ubicación secciones topográficas para selección de viviendas	38
Imagen 13 Ubicación elementos estructurales a monitorear.....	39
Imagen 14 Ubicación general puntos de control	41
Imagen 15 Ubicación puntos de amarre.....	42

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Imagen 16 control de puntos de amarre basado en método de triangulación.....	43
Imagen 17 Distribución Normal de las mediciones	50
Imagen 18 máximos desplazamientos horizontales sector La Carbonera	51
Imagen 19 máximos desplazamientos verticales sector La Carbonera	52
Imagen 20 máximos desplazamientos horizontales sector El Espino	53
Imagen 21 máximos desplazamientos horizontales sector El Espino	53
Imagen 22 Ubicación general puntos de fotocontrol	55
Imagen 23 Poligonal puntos de fotocontrol	56
Imagen 24 Ficha técnica punto de fotocontrol 01 ^a	58
Imagen 25 Ficha técnica punto de fotocontrol 1B	58
Imagen 26 Ficha técnica punto de fotocontrol 2 ^a	59
Imagen 27 Ficha técnica punto de fotocontrol 2B	59
Imagen 28 Ficha técnica punto de fotocontrol 3 ^a	60
Imagen 29 Ficha técnica punto de fotocontrol 3B	60
Imagen 30 Ficha técnica punto de fotocontrol 4 ^a	61
Imagen 31 Ficha técnica punto de fotocontrol 4B	61
Imagen 32 Ficha técnica punto de fotocontrol 5 ^a	62
Imagen 33 Ficha técnica punto de fotocontrol 5B	62
Imagen 34 Ejemplo de fotografía distorsionada	64
Imagen 35 Ejemplo de fotografía errada	64
Imagen 36 Centros de fotografías y traslape.....	64
Imagen 37 Ejemplo de alteración en la resolución espacial en la triangulación automática.....	65
Imagen 38 Modelo de Aerotriangulación.....	66
Imagen 39 Modelo digital de elevaciones	66
Imagen 40 Curvas de nivel.....	67
Imagen 41 Ortofotomosaico noviembre 2016	68
Imagen 42 Ortofotomosaico junio 2017.....	68
Imagen 43 Ortofotomosaico diciembre 2017.....	69
Imagen 44 Ortofotomosaico agosto 2018	69
Imagen 45 Ortofotomosaico febrero 2019.....	70
Imagen 46 Ortofotomosaico agosto 2019	70

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Imagen 47 Equipo GPS.....	71
Imagen 48 Planeación en UgCS	74
Imagen 49 Planeación en UgCS	74
Imagen 50 Localización asentamientos humanos dentro del polígono año 2017	75
Imagen 51 Evolución asentamientos humanos dentro del polígono Altos de la Estancia año 2018.....	76
Imagen 52 Evolución asentamientos humanos dentro del polígono Altos de la Estancia año 2019.....	77
Imagen 53 Foto aérea 2016	78
Imagen 54 Foto aérea 2018	78
Imagen 55 Foto aérea 2019	78
Imagen 56 Crecimiento viviendas y dinámica de la zona 2016-2018.....	79
Imagen 57 Localización principales invasiones octubre 2019.....	80
Imagen 58 Invasiones en zona de deslizamiento la Carbonera	81
Imagen 59 Invasiones en zona de deslizamiento El Espino.....	81
Imagen 60 Ejemplo cobertura zona Húmeda con pigmentación más oscura color verde deslizamiento El Espino	82
Imagen 61 Ubicación Zonas Húmedas	83
Imagen 62 Ubicación Zona 1 y 2.....	83
Imagen 63 Zona húmeda por conexiones de agua potable	84
Imagen 64 Ubicación zona 3.....	85
Imagen 65 Panorámica zona húmeda barrio Tres Reyes	85
Imagen 66 Ubicación Zona 4	85
Imagen 67 Ubicación Zona 5	86
Imagen 68 Punto crítico rebosamiento pozo alcantarillado	86
Imagen 69 Ubicación Zona 6	86
Imagen 70 Fuga agua residual barrio Santo Domingo	87
Imagen 71 Ubicación Zona 7	87
Imagen 72 Ubicación Zona 8	88
Imagen 73 rebosamiento agua residual pozos.....	88
Imagen 74 Ubicación Zona 9	89
Imagen 75 Ubicación zona 10.....	90
Imagen 76 Rebosamiento pozo y mal manejo agua residual.....	91

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Imagen 77 Localización Puntos de vertimiento	92
Imagen 78 Punto de vertimiento A1	94
Imagen 79 Punto de vertimiento A2	95
Imagen 80 Punto de vertimiento A5	97
Imagen 81 Punto de vertimiento A16	98
Imagen 82 Punto de vertimiento C2	100
Imagen 83 C3	100
Imagen 84 Punto de vertimiento C4	102
Imagen 85 Puntos de vertimiento V1 Y C5	102
Imagen 86 Punto de vertimiento V2	103
Imagen 87 Punto de vertimiento V4	105
Imagen 88 Punto de vertimiento V6	107
Imagen 89 Punto de vertimiento V7	108
Imagen 90 Punto de vertimiento V8	109
Imagen 91 Punto de vertimiento V10	111
Imagen 92 Punto de vertimiento V12	113
Imagen 93 Relación alcantarillado con vertimientos presentes	113
Imagen 94 Hallazgos vs red alcantarillado	114
Imagen 95 Zonas húmedas ajustadas a los puntos críticos de vertimientos	114
Imagen 96 Extensómetro	115
Imagen 97 Ubicación escarpes principales	115
Imagen 98 Ubicación Deslizamientos focalizados	117
Imagen 99 Ubicación estación fotográfica terraza superior	122
Imagen 100 Ubicación estación fotográfica terraza media	124
Imagen 101 Detalle escarpe EC1	131
Imagen 102 Localización proceso de inestabilidad EC5	137
Imagen 103 Grieta de la creta EC5	137
Imagen 104 Escarpe en la creta EC5	138
Imagen 105 Masa de material pie de ladera EC5	138
Imagen 106 Escarpe EC5'	139
Imagen 107 Escarpe EC7	140
Imagen 108 Localización proceso de inestabilidad EC9	140

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Imagen 109 Grieta de la creta EC9	141
Imagen 110 Escarpe en la creta EC9.....	141
Imagen 111 Flujo de agua por vertimiento en el EC5	142
Imagen 112 Flujo de agua por vertimiento en el EC10	143
Imagen 113 Daños drenes sobre bermas superiores.....	144
Imagen 114 Afectaciones de bermas sector Carbonera	145
Imagen 115 daños en bermas por procesos de inestabilidad	145
Imagen 116 Sonda Inclímetro	146
Imagen 117 descripción ejes Tubería	146
Imagen 118 Toma de muestra Inclímetro – Descripción	147
Imagen 119 Grafico de desviación.....	147
Imagen 120 Localización de los sondeos de exploración	149
Imagen 121 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD1	150
<i>Imagen 122 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD2.....</i>	<i>151</i>
Imagen 123 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD4.....	151
Imagen 124 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD5.....	151
Imagen 125 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD6.....	152
Imagen 126 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD7	152
Imagen 127 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD8.....	152
Imagen 128 Toma lectura línea base IUD9.....	153
Imagen 129 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD10.....	153
Imagen 130 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD11	153
Imagen 131 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD12.....	154
Imagen 132 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD13.....	154
Imagen 133 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD14	154
Imagen 134 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD15.....	155
Imagen 135 Vista general de toma lectura línea base IUD18	155
Imagen 136 Desplazamiento acumulado I-06	156
Imagen 137 Análisis desplazamiento I-06.....	156
Imagen 138 Delta de diferencia de las últimas campañas I-06	157
Imagen 139 Desplazamiento acumulado IUD 1	158
Imagen 140 Análisis desplazamiento IUD1	159

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Imagen 141 Delta de diferencia de las últimas campañas IUD1	159
Imagen 142 Desplazamiento acumulado IUD 2	161
Imagen 143 Análisis desplazamiento IUD2.....	161
Imagen 144 Análisis desplazamiento IUD3.....	163
Imagen 145 Delta de diferencia de las últimas campañas IUD3	163
Imagen 146 Desplazamiento acumulado IUD 4	164
Imagen 147 Análisis desplazamiento IUD4.....	165
Imagen 148 Delta de diferencia de las últimas campañas IUD4	165
Imagen 149 Desplazamiento acumulado IUD 5	167
Imagen 150 Delta de diferencia de las últimas campañas IUD5	167
Imagen 151 Desplazamiento acumulado IUD 6	168
Imagen 152 Análisis desplazamiento IUD6.....	169
Imagen 153 Delta de diferencia de las últimas campañas IUD6	169
Imagen 154 Desplazamiento acumulado IUD 7	170
Imagen 155 Análisis desplazamiento IUD7.....	171
Imagen 156 Desplazamiento acumulado IUD 8	172
Imagen 157 Análisis desplazamientos IUD8.....	173
Imagen 158 Delta de diferencia de las últimas campañas IUD8	173
Imagen 159 Desplazamiento acumulado IUD 9	174
Imagen 160 Análisis desplazamientos IUD9	175
Imagen 161 Desplazamiento acumulado IUD 10	176
Imagen 162 Análisis desplazamientos IUD10	177
Imagen 163 Desplazamiento acumulado IUD 11	178
Imagen 164 Análisis desplazamientos IUD11	179
Imagen 165 Desplazamiento acumulado IUD 12	180
Imagen 166 Análisis desplazamiento IUD12.....	181
Imagen 167 Delta de diferencia de las últimas campañas IUD12	181
Imagen 168 Desplazamiento acumulado IUD 13	183
Imagen 169 Análisis desplazamiento IUD13.....	184
Imagen 170 Delta de diferencia de las últimas campañas IUD13	184
Imagen 171 Desplazamiento acumulado IUD 14	185
Imagen 172 Análisis desplazamiento IUD14.....	186

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Imagen 173 Desplazamiento acumulado IUD 14	187
Imagen 174 Análisis desplazamiento IUD15	188
Imagen 175 Análisis desplazamiento IUD18	189
Imagen 176 localización Estaciones Pluviométricas	198
Imagen 177 Histograma precipitaciones mensuales comparación	200
Tabla 178. Número de viviendas por barrio. Fuente: Elaboración propia.....	306
<i>Tabla 179. Comportamiento del crecimiento del número de pisos por año Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>307</i>
Tabla 180. Tipología de edificaciones (clasificación según SCG) Fuente: Heinimann 1999, en Du et al., 2013	309
<i>Tabla 181. Personal que participó en el monitoreo Fuente: Elaboración propia. ...</i>	<i>312</i>
Tabla 182. Evolución de metodologías utilizadas en el monitoreo Fuente: Elaboración propia.	314
Tabla 183. Coordenadas puntos y Seguimiento para los últimos meses del monitoreo. Fuente: Elaboración propia	349
Tabla 184. Localización coordenadas puntos de vertimiento consolidado desde enero 2017. Fuente: Elaboración propia	354
Imagen 185 Red de Instrumentación Geotécnica	371
Imagen 186 Formato para la identificación y seguimiento de daños superficiales en la morfología del terreno	373
Imagen 187 Parámetros de medición salida grafica	382
Imagen 188 Esquema metodológico para el sistema de alerta.....	383
Imagen 189 plano registro de movimiento parámetros de medición Sistema de alerta	385

1.3 ÍNDICE DE GRAFICAS

Ilustración 1. Mapa de ubicación y secuencia del recorrido mensual para realizar en campo el monitoreo de las viviendas Fuente: Elaboración propia	306
Ilustración 2. Tipología de edificaciones para un (1) piso, por año analizado Fuente: Elaboración propia	308
Ilustración 3. Tipología constructiva predominante Fuente: Elaboración propia. ...	311
Ilustración 4. Formato de monitoreo estructural formato inicial año 2017. Fuente: Elaboración propia.	316

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Ilustración 5. Formato de inspección de la metodología propuesta finales del 2019. Fuente: Elaboración propia 319

Ilustración 6. Criterios de evaluación, incluye umbrales y acciones aplicables. Fuente: Manual de Patología de Edificaciones, universidad Politécnica de Madrid. Tomo 1, 2004. 320

Ilustración 7. Formato de inspección de la metodología definitivo. Fuente: Elaboración propia 325

Ilustración 8. Matriz que permite establecer el nivel de alerta. Fuente: Elaboración propia. 328

Ilustración 9. Formato para el monitoreo sistema de contención (viga) Fuente: Elaboración propia. 329

Ilustración 10. Mapa que relaciona seguimiento viga corrida. Fuente: Elaboración propia 330

Ilustración 11. Resultado del seguimiento de testigo del sistema de contención. Fuente: Elaboración propia 331

Ilustración 12. Mapa que relaciona los testigos en muros de contención, antes del cerramiento mes de octubre de 2019 Fuente: Elaboración Propia 331

Ilustración 13. Muro después del cerramiento mes de octubre de 2019. Fuente: Elaboración Propia 332

Ilustración 14. Seguimiento Número de Viviendas por campaña Fuente: Elaboración propia 332

Ilustración 15. Seguimiento Tipo de inspección por campaña. Fuente: Elaboración propia 333

Ilustración 16. Formato de socialización para la comunidad Fuente: Elaboración propia 334

Ilustración 17. Seguimiento Ventanas que Presenten dificultades al cerrar o abrir por campaña. Fuente: Elaboración propia..... 335

Ilustración 18. Seguimiento Puertas que Presenten dificultades al cerrar o abrir por campaña. Fuente: Elaboración propia..... 336

Ilustración 19. Seguimiento Grietas en muros por campaña. Fuente: Elaboración propia 337

Ilustración 20. Seguimiento Grietas en pisos por campaña. Fuente: Elaboración propia 338

Ilustración 21. Seguimiento Humedad en pie de muro por campaña Fuente: Elaboración propia 339

Ilustración 22. Seguimiento Evolución de Daños por campaña. Fuente: Elaboración propia 340

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Ilustración 23. Mapa general de evolución de daños en viviendas Fuente: Elaboración propia	341
Ilustración 24. Seguimiento de Levantamientos y/o Hundimientos en el entorno de las viviendas por campaña. Fuente: Elaboración propia	342
Ilustración 25. Seguimiento de Presencia de agua en los alrededores en el entorno de las viviendas por campaña. Fuente: Elaboración propia	343
Ilustración 26. Seguimiento de Fisuras o Grietas en andén y/o vía en los alrededores en el entorno de las viviendas por campaña. Fuente: Elaboración propia	344
Ilustración 27. Seguimiento Nivel de alerta por campaña. Fuente: Elaboración propia	345
Ilustración 28. Mapa que relaciona el nivel de alerta con zonificación de amenaza geotécnica. Fuente: Elaboración propia	347
Ilustración 29. Seguimiento Nivel de alerta por año. Fuente: Elaboración propia ..	348
Ilustración 30. Localización Puntos de vertimiento de los últimos hallazgos, febrero año 2020 Fuente: Elaboración propia	350
Ilustración 31. Fotografía puntos de vertimiento consolidado desde enero 2017. Fuente: Elaboración propia	360

1.4 ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 SOKKA SET2100.....	45
Fotografía 2 Planificación del vuelo.....	63
Fotografía 3 Vuelo de reconocimiento.....	63
Fotografía 4 Rebosamiento pozo red alcantarillado	89
Fotografía 5 Estancamiento y evidencia de aguas residuales	90
Fotografía 6 Detalle humedad y ubicación del escarpe.....	117
Fotografía 7 Deterioro en subcanal	118
Fotografía 8 Detalle Deslizamiento Focalizado 1	118
Fotografía 9 Detalle Deslizamiento Focalizado 1	119
Fotografía 10 Escarpe por deslizamiento focalizado 1	120
Fotografía 11 Detalle escarpe por deslizamiento focalizado 1	120
Fotografía 12 Deslizamiento focalizado 2	121
Fotografía 13 Deslizamiento focalizado 1 Noviembre 2016	122
Fotografía 14 Deslizamiento focalizado 1 Mayo 2017.....	123

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Fotografía 15 Desplazamiento Focalizado 1 Mayo 2017	123
Fotografía 16 Deslizamiento focalizado 2 Noviembre 2016	124
Fotografía 17 Deslizamiento focalizado 2 Mayo 2017	125
Fotografía 18 Desplazamiento Focalizado 2 Mayo 2017	125
Fotografía 19 Detalle desplazamiento Focalizado 2 Mayo 2017	126
Fotografía 20 Rebosamiento pozo red alcantarillado mayo 2017	127
Fotografía 21 Estancamiento y evidencia de aguas residuales	127
Fotografía 22 Separación de los elementos estructurales de la cuneta y apozamiento de agua residual	128
Fotografía 23. Detalle afloramiento rocas meteorizadas altamente fracturadas y afectadas por el trazo de la Falla Los Rosales. Orientación fotografía S10°W-N10°E Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar.....	236
Fotografía 24. Detalle nivel de limolitas altamente fracturadas y meteorizadas (Kspggg – Sr) que suprayace nivel IIA de paquetes de areniscas masiva moderadamente meteorizadas de la Formación Guaduas (Kspggg). Localización N4° 34.993' W74° 10.617'. Sector el Espino Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar	237
Anexo 1 Certificación de laboratorio	23
Anexo 2 Certificación de OFICINAS.....	23
Anexo 3 OFICIO FTCC-081-2021 CONVENIO No. 430 DE 2016	27
Anexo 4 Aspectos Generales del Deslizamiento en el Sector de Altos de la Estancia en la Localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá Colombia	27
Anexo 5 Columnas Estratigráficas	155

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

2 GENERALIDADES

2.1 INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene el informe final del Convenio 430 de 2016 suscrito entre el Instituto Distrital De Gestión De Riesgos y Cambio Climático de Bogotá D.C. (IDIGER) y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, cuyo objeto es “Aunar esfuerzos para continuar la operación del sistema de monitoreo del sector de alta complejidad de Altos de la Estancia de la localidad de Ciudad Bolívar, que permita evaluar la evolución del comportamiento geotécnico a partir de la instrumentación y monitoreo topográfico, estructural y geotécnico del sector”.

El presente informe contiene los resultados de las actividades realizadas durante los cuarenta dos meses de duración del contrato. Se presenta las actividades, fases, procesos y procedimientos que la Universidad Distrital Francisco José de Caldas ejecuto durante el desarrollo del convenio, y que están definidas dentro de las obligaciones a cumplir, en el marco contractual del convenio.

2.2 JUSTIFICACIÓN

El presente informe final describe la operación del sistema de monitoreo según los lineamientos planteados en el Plan de Monitoreo en el sector de alta complejidad de Altos de la Estancia de la localidad de Ciudad Bolívar, que permita evaluar la evolución mensual del comportamiento geotécnico, a partir de la instrumentación y monitoreo topográfico, estructural y geotécnico del sector.

Así permitirá mostrar los cambios que se presenten en la zona de estudio y profundizar los procesos y comportamiento del fenómeno presente de remoción en masa, además de ofrecer una mirada integral al riesgo global que se encuentra la población adyacente al polígono, ayudando a la emisión de una alerta temprana para evitar una emergencia.

2.3 ANTECEDENTES

La zona de estudio ubicada en el polígono de Altos de la Estancia se localiza entre las quebradas Carbonera, Santo Domingo y Santa Rita, donde se han desarrollado múltiples fenómenos de inestabilidad de variadas proporciones, entre las que se han denominado dos grandes deslizamientos La carbonera y el Espino. Estos deslizamientos han desplazados cientos de miles de metros cúbicos y han generado la inclusión de aproximadamente 3200 familias en el programa de reasentamiento de familias en alto riesgo no mitigable, en un área aproximada de 73 Ha más 37 Ha de zona de influencia, para un total de 110 hectáreas.

Desde los 90 se han advertido problemas de inestabilidad relaciona con actividad explotación minera artesanal de carbón, infiltración de aguas servidas al interior de la ladera por la urbanización no planificada de barrios de origen ilegal de la zona alta del sector y con un estructura del macizo rocoso desfavorables para este escenario.

Debido al impacto que se ha generado sobre la población, el IDIGER, ha adelantado una serie de estudios para la evaluación de las condiciones de amenaza y riesgo por remoción

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

en masa a niveles de zonificación, evaluación detallada por sectores, monitoreo geotécnico, a saber:

- UPES – IDIGER - INGEOCIM Ltda., 1998. Zonificación por Inestabilidad del Terreno para Diferentes Localidades en la Ciudad de Santa fe de Bogotá, D.C.
- Consorcio Civiles Ltda – Hidroconsulta Ltda. - IDIGER, 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 y Santa Rita, Barrio El Espino.
- Ingeniería y Geotecnia Ltda. - IDIGER, 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 Ltda – IDIGER, 2000. Diseño e Instrumentación para el Monitoreo y Seguimiento del Deslizamiento en la Cuenca de la Quebrada Carbonera.
- Geotecnia y Cimentaciones S.A. - IDIGER, 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 S.A. – IDIGER, 2002. Monitoreo y Seguimiento al Deslizamiento de los barrios San Antonio del Mirador, Santa Helena, Santa Viviana, Vista Hermosa, Santo Domingo y la Carbonera.
- INGEOMINAS - IDIGER, 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. - IDIGER, 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 y La Carbonera de la Localidad de Ciudad Bolívar. Estudio de Riesgo por Remoción en Masa, Evaluación de Alternativas de Mitigación y Diseños Detallados de la obras de protección y control en el barrio San Rafael, 2003.
- Ingeniería & Georiesgos Ltda. - IDIGER, Julio 2003 – Febrero 2004. Monitoreo y Seguimiento a los Deslizamientos Activos que Afectan el Sector de Altos de la Estancia.
- Geocing Ltda – IDIGER, 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.- ACCI, Enero – Agosto 2004. Estudio de Riesgos y Diseño Detallado de Medidas de Mitigación en el Sector de Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C.
- Geotecnia y Cimentaciones – IDIGER 2005 – Agosto 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.
- Consorcio Altos de la Estancia – IDIGER 2007– Septiembre 2007. Diseños detallados, presupuestos y especificaciones técnicas para la construcción de las obras de mitigación de riesgos requeridas en el sector Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar en la Ciudad de Bogotá.
- Consorcio Altos de la Estancia 2009 – IDIGER 2009– Febrero 2009 - Mayo. 2010 Monitoreo geotécnico especializado en el sector de Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

- Ejecutores en ingeniería y medio ambiente CI Ambiental SAS- julio 2011- febrero 2013 Monitoreo topográfico, geotécnico y estructural para el seguimiento del movimiento en masa de la zona de alto riesgo del sector de Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar.

Por otra parte, en el año 2006 las Juntas de Acción Comunal de algunos barrios afectados, instauraron la Acción de Tutela en cuyo fallo No. 041 de 2006, resuelve “(...) SEGUNDO: ORDENAR a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y a la DPAE (hoy IDIGER), para que en forma conjunta, solidaria, e inmediata pongan a disposición de los barrios afectados, material humano – físico – operativo, a fin de erradicar definitivamente el problema de aguas estancadas, filtraciones subterráneas, y deslizamientos de tierra, procediendo a iniciar inmediatamente las labores para estabilizar el terreno (...). Si de un estudio objetivo, imparcial, detallado y preciso, no vago, en sus análisis y conclusiones, bajo esas condiciones, se llegase a determinar que dicha zona resulta invivible, y se hace necesario, pese a las obras realizadas (...) una reubicación de las familias que allí habitan, el mismo debe darse en iguales o mejores al momento en que estos habitantes adquirieron estas viviendas (...)”.

En desarrollo de lo anterior, el IDIGER, celebró el contrato de Ejecutoría No 410 de 2007, con el objeto de elaborar los diseños detallados, presupuestos y especificaciones técnicas para la construcción de las obras de mitigación de riesgos requeridas en el sector Altos de La Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar, en la ciudad de Bogotá D.C.

Resultado del estudio en mención se concluye que la ladera requiere obras de estabilización para bajar el nivel del agua en su interior a fin de soportar una eventual fuerza sísmica con aceleración de 0.16g en condiciones de seguridad.

Se consideró que la alternativa de solución conlleva 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 y un adecuado manejo de aguas superficiales y subsuperficiales complementadas con obras hidráulicas tales como canales colectores, cunetas, drenes subhorizontales, etc.

De igual forma el ejecutor recomienda realizar un sistema de instrumentación y un apropiado monitoreo topográfico y estructural de la Fase III (comprenden una franja que ocupa la parte superior en el occidente del sector Altos de la Estancia en límites con el municipio de Soacha) con el fin de monitorear el comportamiento de las obras y de los sectores inestables.

Teniendo en cuenta la magnitud del movimiento, las obras de mitigación proyectadas se analizaron en el sector superior de los deslizamientos de La Carbonera y El Espino, 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, con el fin de llevar a cabo la coordinación conjunta de la ejecución de las obras se han suscrito convenios Interinstitucionales, a través de la intervención articulada de las entidades distritales en la solución de una problemática concreta, desarrollando la recuperación integral del sector de Altos de la Estancia, afectado por problemas de remoción en masa y generando un proceso de ordenamiento territorial (físico, económico, social y ambiental) a través de un proceso interinstitucional.

Teniendo en cuenta lo anterior y la dinámica de los procesos, el IDIGER adelantó en el año 2011-2012 el Contrato 363 de 2011 cuyo objeto es “Monitoreo topográfico, geotécnico y estructural para el seguimiento del movimiento en masa de la zona de alto riesgo del sector

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

de Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar.”, mediante el cual se implementó un sistema de monitoreo topográfico con 82 puntos de control topográfico.

De igual forma, se adelantaron campañas de monitoreo estructural a 225 viviendas de los barrios Santa Viviana, Santo Domingo, Espino I Sector, Tres Reyes, Mirador de la Estancia, Rincón Del Porvenir, San Rafael Altos de La Estancia y Santa Viviana – Sector de Vista Hermosa, Carbonera. Como resultado de las diferentes campañas se identificaron 2 viviendas con índice de año alto (asociados a problemas locales o deficiencias constructivas) y el resto presenta índices de daño medio a bajo. En términos generales los resultados del monitoreo muestra que los frentes principales de los deslizamientos no han avanzado por fuera del suelo de protección.

Por la dinámica del proceso identificado en la zona, el IDIGER adelantó en el año 2013 - 2014 el Convenio de Cooperación 589 de 2013 la Universidad Distrital Francisco José de Caldas cuyo objeto es “Aunar esfuerzos para realizar el monitoreo topográfico y estructural para el seguimiento del movimiento de masa del sector de Altos de la Estancia de la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C.”, en el cual se realizaron 22 campañas de monitoreo topográfico, 5 campañas de monitoreo estructural y 5 campañas de instrumentación geotécnica. .

En dicho convenio se adelantaron campañas de monitoreo estructural a 784 viviendas de los barrios Santa Viviana, Santo Domingo, Espino I Sector, Tres Reyes, Mirador de la Estancia, Rincón Del Porvenir, San Rafael Altos de La Estancia y Santa Viviana – Sector de Vista Hermosa, Carbonera. Como resultado de las diferentes campañas se identificó 1 vivienda con índice de daño alto (asociados a problemas locales o deficiencias constructivas) y el resto presenta índices de daño medio a bajo.

Durante las campañas topográficas del convenio 589 de 2013 se realizó seguimiento a 57 puntos de control alrededor del muro vertical-1, teniendo un desplazamiento hacia el noreste con una diferencia hasta de 4.5 cm y un desnivel de 3.2 cm en la parte sur del muro, y en la parte norte se evidenció un mayor desplazamiento sureste con un delta máximo de 8.7 cm y un desnivel no mayor a 2.5 cm. En los muros vertical -2 y horizontal se tomaron 3 y 10 puntos de referencia respectivamente, donde no se evidencian desplazamientos significativos debido a que no superan los 1.5 cm de diferencia entre campañas.

En términos generales, los resultados del monitoreo realizado en el Convenio 589 de 2013 muestran que los frentes principales de los deslizamientos no han avanzado por fuera del suelo de protección declarado mediante la Resolución 2199 de 2010.

Por último, mediante la Resolución 983 de 2015 “Por medio de la cual se establecen las determinantes de ordenamiento como espacio público para los predios ubicados en el polígono de protección por riesgo denominado Altos de la Estancia, UPZ Ismael Perdomo de la localidad de Ciudad Bolívar y se dictan otras disposiciones”, en el Parágrafo del Artículo 2 se determina que “Para el desarrollo de las intervenciones de acuerdo con lo establecido en el artículo 5 del Decreto Distrital 249 de 2015, modificadorio del artículo 7 del Decreto Distrital 489 de 2010, el Instituto Distrital para la Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER, entregará los estudios técnicos topográficos y de Geotecnia del área correspondiente; así mismo en los estudios y diseños del área se debe expedir el concepto técnico por el mencionado Instituto como soporte a la estabilidad del suelo y viabilidad de las intervenciones propuestas”. Los resultados del presente informe pueden ser de utilidad para la emisión de conceptos por el IDIGER.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

2.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área de monitoreo geológico y geotécnico del Sector Altos de la Estancia, se encuentra ubicado en la Localidad de Ciudad Bolívar, UPZ 69 Ismael Perdomo, en la parte suroccidental del Distrito Capital, está limitada al norte por los barrios San Rafael del Alto de la Estancia, Rincón del Porvenir, Mirador de La Estancia y Los Tres Reyes I Etapa; al occidente por los barrios El Espino I Sector, Santo Domingo y Santa Viviana; al sur por los barrios Santa Viviana y Santa Viviana Sector Vista Hermosa y al oriente por los barrios Santa Viviana Sector Vista Hermosa, Sierra Morena, La Carbonera, La Carbonera II y El Espino III Sector. En los costados norte y sur se encuentran respectivamente las quebradas Santa Rita y La Carbonera, ver Imagen 1 Ubicación del proyecto Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar.

El área de interés se localiza al sur oriente de la ciudad de Bogotá, incluye como cuerpos de agua superficiales, la quebrada La Carbonera, Santo Domingo o también denominada Los Rosales y la quebrada Santa Rita. Se caracteriza por su topografía moderadamente empinada a escarpada, con pendientes entre el 17% y 40%.

Respecto a las características relacionadas con la distribución de la precipitación en Altos de la Estancia, obedece a un modelo bimodal, en el que se registran dos períodos lluviosos intercalados con períodos secos. El primer período lluvioso o húmedo, corresponde a los meses de marzo a mayo; el segundo se localiza entre los meses de octubre y noviembre. Los períodos secos corresponden a los meses de enero y febrero, el primero y a Julio a agosto el segundo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

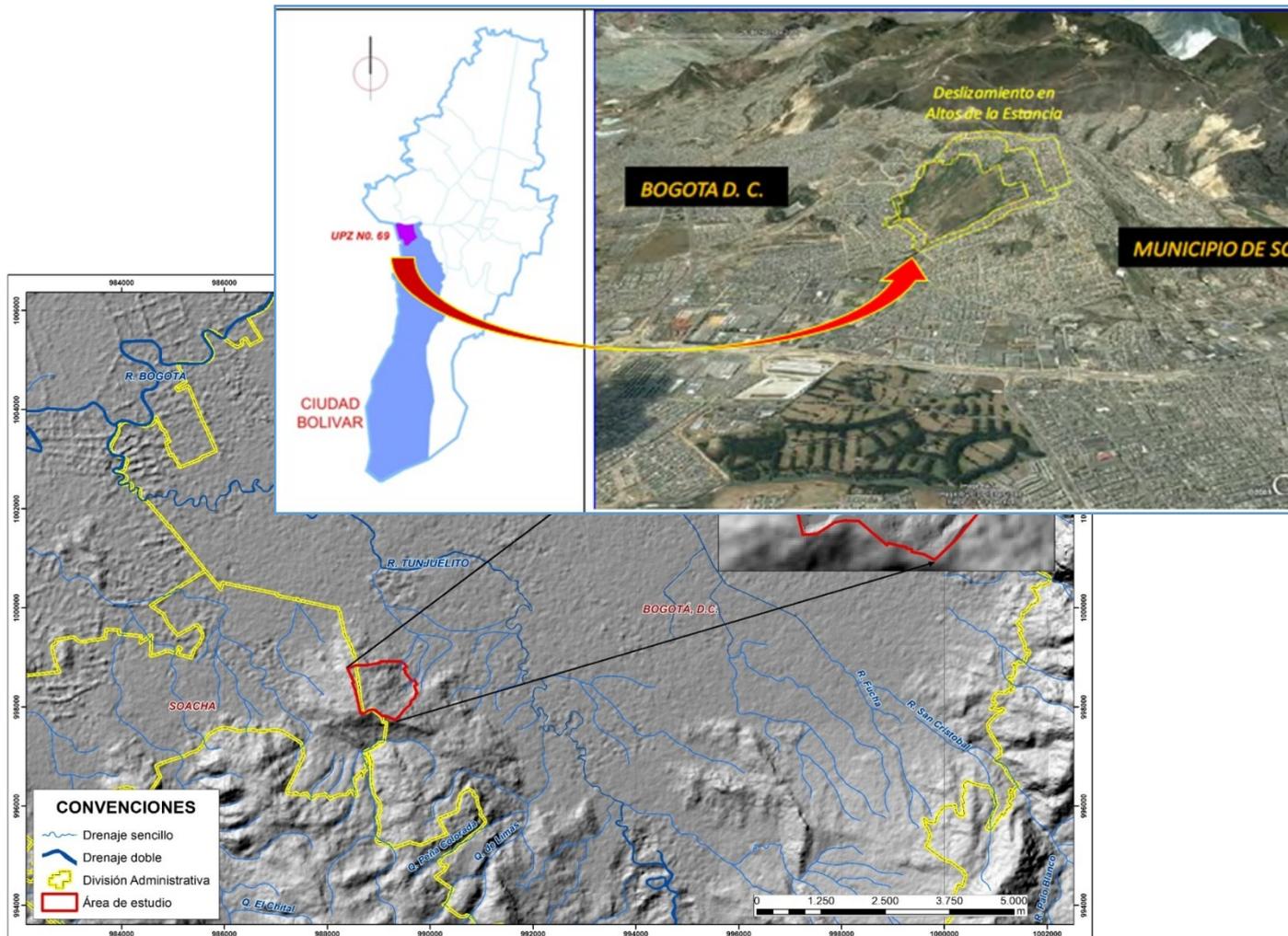


Imagen 1 Ubicación del proyecto Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar

2.5 OBJETIVO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Continuar la operación del sistema de monitoreo del sector de alta complejidad de Altos de la Estancia de la localidad de Ciudad Bolívar, que permita evaluar la evolución del comportamiento geotécnico, a partir de la instrumentación y monitoreo topográfico, estructural y geotécnico del sector.

- Realizar un diagnóstico de la cantidad y estado de los puntos de control instalados en monitoreos anteriores en el sector.
- Diseñar el plan de monitoreo a partir de controles topográficos de superficie, de control estructural e instrumentación geotécnica, estimando la cantidad y localización de los puntos de control, así como la periodicidad de las campañas acorde con el tipo de parámetro a monitorear durante el período de ejecución del convenio.
- Estructurar un sistema de control topográfico que combine tecnologías convencionales de captura de información directa en terreno con modelos digitales de terreno obtenidos a partir de la restitución de fotografías aéreas de alta

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

resolución, con los controles de campo requeridos para garantizar la precisión de 1:500 para el polígono definido en la Imagen 1. Se consideran como puntos de control topográfico, la red de mojones, niveletas ubicadas en estructuras de edificaciones y obras producto de las intervenciones adelantadas por diferentes entidades en el área de proyecto.

- El sistema de control estructural contempla la selección de una muestra de edificaciones tanto al interior del polígono como en la zona adyacente; incluye también el análisis del comportamiento de las estructuras construidas en la zona del proyecto, a partir de las observaciones y mediciones que se realicen en cada campaña.
- El sistema de control geotécnico debe estructurarse a partir de la instalación y medición de instrumentación geotécnica (inclinómetros – piezómetros – extensómetros), el cual debe ser concordante con el tipo de procesos de inestabilidad característicos de la zona del proyecto.
- Realizar cada seis meses la toma de fotografías aéreas georreferenciadas del sector Altos de la Estancia y su área de influencia, con el fin de hacer análisis comparativos globales, que den cuenta de la dinámica de las condiciones de estabilidad del sector.
- Realizar informes periódicos de seguimiento, cumpliendo con las metodologías definidas en el plan de monitoreo y las frecuencias establecidas en el mismo, de manera tal que se dejen documentados y estructurados los registros que soportan las mediciones de los parámetros, acompañados de los registros fotográficos correspondientes.
- Generar informes periódicos con la interpretación y análisis de los resultados de las mediciones, tanto en vectores de tendencia de desplazamientos como en tablas de registros consolidados acumulados.
- Construir y validar una propuesta de sistema de alerta con base en la definición de umbrales para los parámetros medidos que facilite la toma de decisiones por parte de las entidades que realizan intervenciones en ese territorio.

2.6 PROFESIONALES PARTICIPANTES EN EL MONITOREO

El equipo técnico que participo en el monitoreo realizado en el sector de Altos de la Estancia, esta conformado por expertos en geotecnia, estructurales, geología, SIG, y profesionales de apoyo con experiencia en geotecnia y estructuras, con se relaciona a continuación:

Tabla 1 Equipo profesional consultoria cov 430 de 2016

Profesional	Firma
Ing. Hernando Villota Posso - Ingeniero Civil Msc en Geotecnia	
Ing. Milton Mena Serna - Ingeniero Civil Msc en Construcción	

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Geo. Leticia María Jiménez Lozano – Geóloga	
Ing. Topografo Gabriel Amaya Moreno - Comisión topográfica	
Ing. William Salamanca – Ingeniero Auxiliar 1	
Ing. Mauricio Lemus – Ingeniero Auxiliar 2	
Ing. Laura Quiroga – Auxiliar Administrativo	
Michael Velandia – Tecnólogo Auxiliar Laboratorio	
Ing. Yohana Urrego – SIG	

2.7 APORTES DE LA UNIVERSIDAD

A continuación mostramos listado de estudiantes que desarrollaron su proyecto de grado en la modalidad de pasantía dentro de las actividades de los componentes estructurales y geotécnicos:

NOMBRE DEL PASANTE	CÓDIGO ESTUDIANTIL
Danzur Aristóteles Valbuena Huertas	20101079065
Eurin Anibal Sepúlveda Laiton	20151579002
Jorge Andrés Gaitán Díaz	20151031037
Sergio Nicolás Amador Barreto	20141031011
Cesar Esteban Yara Acevedo	20121079032
Jonnathan de Jesús Torres Baquero	20111079043
Fredy Alberto Moreno Grande	20112079022
Jeison Ricardo Esquivel Jiménez	20112079023
Rosario Durán Mora	20132379094



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Daniel Stiben Sánchez Galindo	20141379018
Andrea Jhohana Rincón Aguirre	20141379015
Nicolás Ocampo Duarte	20141379005
Laura Jineth León Montaña	20141379007
Felipe Cruz García	20141379004
Cristian Camilo Maldonado Pérez	20141379021
Jhoan Sebastian Tellez Torres	20141379036
Andrés Julián Martínez Sánchez	20141379006
Manuela Peña Arango	20132379112
Jhoan Eduardo Vargas Molina	20121079104
Iván Darío Sosa	20132379703
Abel Alexander Pira Pineda	20132379212
Dayra Camila Triana Ávila	20111079032
Diego Andrés Gale Fuertes	20091079023
William David Romero Torres	20122079108
José Luis Cubillos Rojas	20132379111
Miller David Caicedo Mosquera	20132379214
Gustavo Sánchez Lagos	20131079103
Jeiner Juljanys Zapata Cervantes	20091079083

Disponibilidad de instalaciones

Como parte de los aportes de la Universidad al Convenio, se tuvo disponibilidad de laboratorios y de oficina para el uso del personal contrato y los pasantes, así como para la elaboración de pruebas y custodia de muestras de campo.

En los siguientes anexos se presentan los respectivos soportes:

Anexo 1 Certificación de laboratorio

Anexo 2 Certificación de OFICINAS

Monografía de grado

Relaciono la información a los proyectos de grados en modalidad de Pasantía adscritos al Convenio Interadministrativo No. 430 de 2016.

No.	NOMBRE DEL PASANTE	CÓDIGO ESTUDIANTIL	TITULO MODALIDAD DE GRADO PASANTÍA	FECHA DE GRADO
1	DANZUR HUERTAS ARISTÓTELES VALBUENA	20152579040	PLANEACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA EL MONITOREO Y CONTROL GEOTÉCNICO DEL FENÓMENO DE REMOCIÓN DE MASA DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA. ESTUDIO DE CASO	30/08/2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

2	EURIN ANIBAL SEPÚLVEDA LAITON	20151579002	PLANEACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA EL MONITOREO Y CONTROL GEOTÉCNICO DEL FENÓMENO DE REMOCIÓN DE MASA DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA. ESTUDIO DE CASO	04/08/2017
3	JORGE ANDRÉS GAITÁN DÍAZ	20151031037	APOYO AL MONITOREO TOPOGRAFICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL MOVIMIENTO EN MASA DE LA ZONA DE ALTO RIESGO DEL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR	05/10/2018
4	SERGIO NICOLÁS AMADOR BARRETO	20141031011	APOYO AL MONITOREO TOPOGRAFICO PARA EL SEGUIMIENTO DEL MOVIMIENTO EN MASA DE LA ZONA DE ALTO RIESGO DEL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR	05/10/2018
5	CESAR ESTEBAN YARA ACEVEDO	20162579142	PASANTÍA COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA EL MONITOREO Y CONTROL GEOTÉCNICO DEL FENÓMENO DE REMOCIÓN EN MASA DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA	03/08/2018
6	JONNATHAN DE JESÚS TORRES BAQUERO	20162579122	SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA EL MONITOREO Y CONTROL GEOTÉCNICO DEL FENÓMENO DE REMOCIÓN EN MASA DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA	03/05/2019
7	FREDY ALBERTO MORENO GRANDE	20162579063	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AMENAZA Y SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA EL FENÓMENO DE REMOCIÓN EN MASA DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA	03/05/2019
8	JEISON RICARDO ESQUIVEL JIMÉNEZ	20162579139	DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AMENAZA Y SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA EL FENÓMENO DE REMOCIÓN EN MASA DEL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA	30/08/2019
9	ROSARIO DURÁN MORA	20132379094	PASANTÍA ESTUDIO ESTRUCTURAL PARA EL SEGUIMIENTO DE MOVIMIENTO EN MASA DE LA ZONA DE ALTO RIESGO DEL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	04/08/2017
10	DANIEL STIBEN SÁNCHEZ GALINDO	20141379018	PASANTÍA ESTUDIO ESTRUCTURAL PARA EL SEGUIMIENTO DE MOVIMIENTO EN MASA DE LA ZONA DE ALTO RIESGO DEL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	04/08/2017
11	ANDREA JHOHANA RINCÓN AGUIRRE	20141379015	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD POR RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA	04/08/2017
12	NICOLÁS OCAMPO DUARTE	20141379005	PASANTÍA EN EL MONITOREO DE LAS VIVIENDAS UBICADAS EN LA ZONA DE ALTO RIESGO DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	04/08/2017



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

13	LAURA JINETH LEÓN MONTAÑA	20141379007	PASANTÍA EN EL MONITOREO DE LAS VIVIENDAS UBICADAS EN LA ZONA DE ALTO RIESGO DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	04/08/2017
14	FELIPE CRUZ GARCÍA	20141379004	MONITOREO DE VIVIENDAS EN ZONA DE RIESGO POR DESLIZAMIENTOS - ALTOS DE LA ESTANCIA CIUDAD BOLÍVAR	23/04/2018
15	CRISTIAN CAMILO MALDONADO PÉREZ	20141379021	MONITOREO DE VIVIENDAS EN ZONA DE RIESGO POR DESLIZAMIENTO - ALTOS DE LA ESTANCIA CIUDAD BOLÍVAR	04/08/2017
16	JHOAN SEBASTIAN TELLEZ TORRES	20141379036	ESTUDIO DE VULNERABILIDAD POR RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA	04/08/2017
17	ANDRÉS JULIÁN MARTÍNEZ SÁNCHEZ	20141379006	MONITOREO DE LA VULNERABILIDAD, AMENAZA Y RIESGO DE LAS VIVIENDAS PERIMETRALES DE POLÍGONO DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA	23/04/2018
18	MANUELA PEÑA ARANGO	20132379112	MONITOREO DE LA VULNERABILIDAD, AMENAZA Y RIESGO DE LAS VIVIENDAS PERIMETRALES DE POLÍGONO DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA (decide cambiar de proyecto por motivos personales) ESTIMACIÓN HIDROLÓGICA POR MEDIO DE LA CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE CURVAS IDF (INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA) PARA EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA	29/05/2020
19	JHOAN EDUARDO VARGAS MOLINA	20121079104	IDENTIFICAR AGENTES Y DAÑOS PATOLÓGICOS EN LOS MUROS DE CONTENCIÓN REFORZADOS LOCALIZADOS EN EL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.	30/08/2019
20	IVÁN DARÍO SOSA	20132379703	CARACTERIZACIÓN DE VIVIENDAS (Altos de la Estancia)	23/04/2018
21	ABEL ALEXANDER PIRA PINEDA	20132379212	IMPACTO GENERADO EN LA ESTABILIDAD EN EL TERRENO DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA A CAUSA DE INFILTRACIONES DE AGUAS RESIDUALES EN EL SUELO Y EL PORCENTAJE DE AFECTACIÓN EN LAS OBRAS DE CONTENCIÓN CAUSADAS POR MATERIAL ORGÁNICO	03/08/2018
22	DAYRA CAMILA TRIANA ÁVILA	20111079032	IDENTIFICAR AGENTES, DAÑOS PATOLÓGICOS Y ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN EN LAS BERMAS LOCALIZADAS EN EL PARQUE ALTOS DE LA ESTANCIA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.	03/05/2019
23	DIEGO ANDRÉS GALE FUERTES	20091079023	IDENTIFICAR AGENTES, DAÑOS PATOLÓGICOS Y ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN EN LAS BERMAS LOCALIZADAS EN EL PARQUE ALTOS DE LA ESTANCIA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN LA	03/08/2018



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

			CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.	
24	WILLIAM DAVID ROMERO TORRES	20122079108	EVALUACIÓN Y ESTUDIO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	03/08/2018
25	JOSÉ LUIS CUBILLOS ROJAS	20132379111	CARACTERIZACIÓN DE VIVIENDAS (Altos de la Estancia)	23/04/2018
26	MILLER DAVID CAICEDO MOSQUERA	20132379214	MONITOREO DE LA VULNERABILIDAD, AMENAZA Y RIESGO DE LAS VIVIENDAS PERIMETRALES DE POLÍGONO DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA (decide cambiar de proyecto por motivos personales CONSTRUCCIÓN DE CURVAS IDF CON INFORMACIÓN PLUVIOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE TIBACUY Y SIMIJACA	29/05/2020
27	EURIN SÁNCHEZ LAGOS	20131079103	IMPACTO GENERADO EN LA ESTABILIDAD EN EL TERRENO DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA A CAUSA DE INFILTRACIONES DE AGUAS RESIDUALES EN EL SUELO Y EL PORCENTAJE DE AFECTACIÓN EN LAS OBRAS DE CONTENCIÓN CAUSADAS POR MATERIAL ORGÁNICO	03/08/2018
28	JEINER JULYANYS ZAPATA CERVANTES	20091079083	EVALUACIÓN Y ESTUDIO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DEL SECTOR DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	03/05/2019
29	ANNY MURILLO GUTIERREZ	1076328864	ESPACIOS ACADÉMICOS DE PROFUNDIZACIÓN	20/11/2020
30	FÉLIX ANDRES CONTRERAS GONZALEZ	20172579025	CARACTERIZACION DE LA VIGA DE CONTENCIÓN UBICADA EN ALTOS DE LA ESTANCIA, MEDIANTE EL ANALISIS DE DESPLAZAMIENTOS CASADOS POR LA REMOCIÓN EN MASA (decide cambiar de proyecto por motivos personales)	En proceso de grado
31	HANSEL GONZÁLEZ CASTELLANOS	20172579018	CARACTERIZACION DE LA VIGA DE CONTENCIÓN UBICADA EN ALTOS DE LA ESTANCIA, MEDIANTE EL ANALISIS DE DESPLAZAMIENTOS CASADOS POR LA REMOCIÓN EN MASA (decide cambiar de proyecto por motivos personales)	En proceso de grado
32	MIGUEL DAVID BERNAL GONZÁLEZ	20172579016	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA EL FENÓMENO DE REMOCIÓN EN MASA DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA	En proceso de grado
33	JULIAN CAMILO IBAÑEZ CAICEDO	20172579009	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA EL FENÓMENO DE REMOCIÓN EN MASA DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA	En proceso de grado

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
--	--	--

34	JUAN PABLO CASTRO BONILLA	20141579157	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTO PARA EL FENÓMENO DE MOVIMIENTO EN MASA DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA.	En proceso de grado
35	ANDRES JULIAN MARTINEZ SANCHEZ	20141379006	MONITOREO DE LA VULNERABILIDAD, AMENAZA Y RIESGO DE LAS VIVIENDAS PERIMETRALES DE POLÍGONO DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA	23/04/2018
36	YEIMY ALEJANDRA YAYA GUEVARA	20101079025	IDENTIFICAR AGENTES Y DAÑOS PATOLÓGICOS EN LOS MUROS DE CONTENCIÓN REFORZADOS LOCALIZADOS EN EL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.	03/05/2019
37	JHONATAN FETECUA ORTIZ	20142579079	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTO PARA EL FENÓMENO DE MOVIMIENTO EN MASA DEL SECTOR ALTOS DE LA ESTANCIA.	No terminó estudios

Anexo 3 OFICIO FTCC-081-2021 CONVENIO No. 430 DE 2016

Artículo publicado

La conceptualización del monitoreo a partir de la información revisada fue presentada académicamente en el A The Shaw Centre in Ottawa, Ontario, Canada, con el artículo Aspectos Generales del Deslizamiento en el Sector de Altos de la Estancia en la Localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá Colombia.

Anexo 4 Aspectos Generales del Deslizamiento en el Sector de Altos de la Estancia en la Localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá Colombia

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

3 DESCRIPCIÓN PLAN DE MONITOREO

En el presente capítulo se presenta el esquema general de la metodología utilizada para la ejecución del Monitoreo Geológico-Geotécnico, Topográfico 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:

Mensualmente la Universidad Distrital Francisco José de Caldas presentó informes de avance de actividades que se desarrollaron durante el mes inmediatamente anterior al informe. En ellos se pudo observar, de forma clara y concisa, el seguimiento continuo del estado del terreno y las viviendas inspeccionadas para determinar las afectaciones o el cambio en su situación de riesgo.

Para la evaluación y seguimiento adecuado a los procesos de inestabilidad presentes en la zona Altos de la Estancia, se optó por dividir el proyecto en tres componentes (Topografía, Geotécnica y Estructural), y es por ello que en cada capítulo se presenta la metodología y actividades desarrolladas durante la ejecución del estudio, exponiendo los criterios de evaluación y resultados para cada una.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

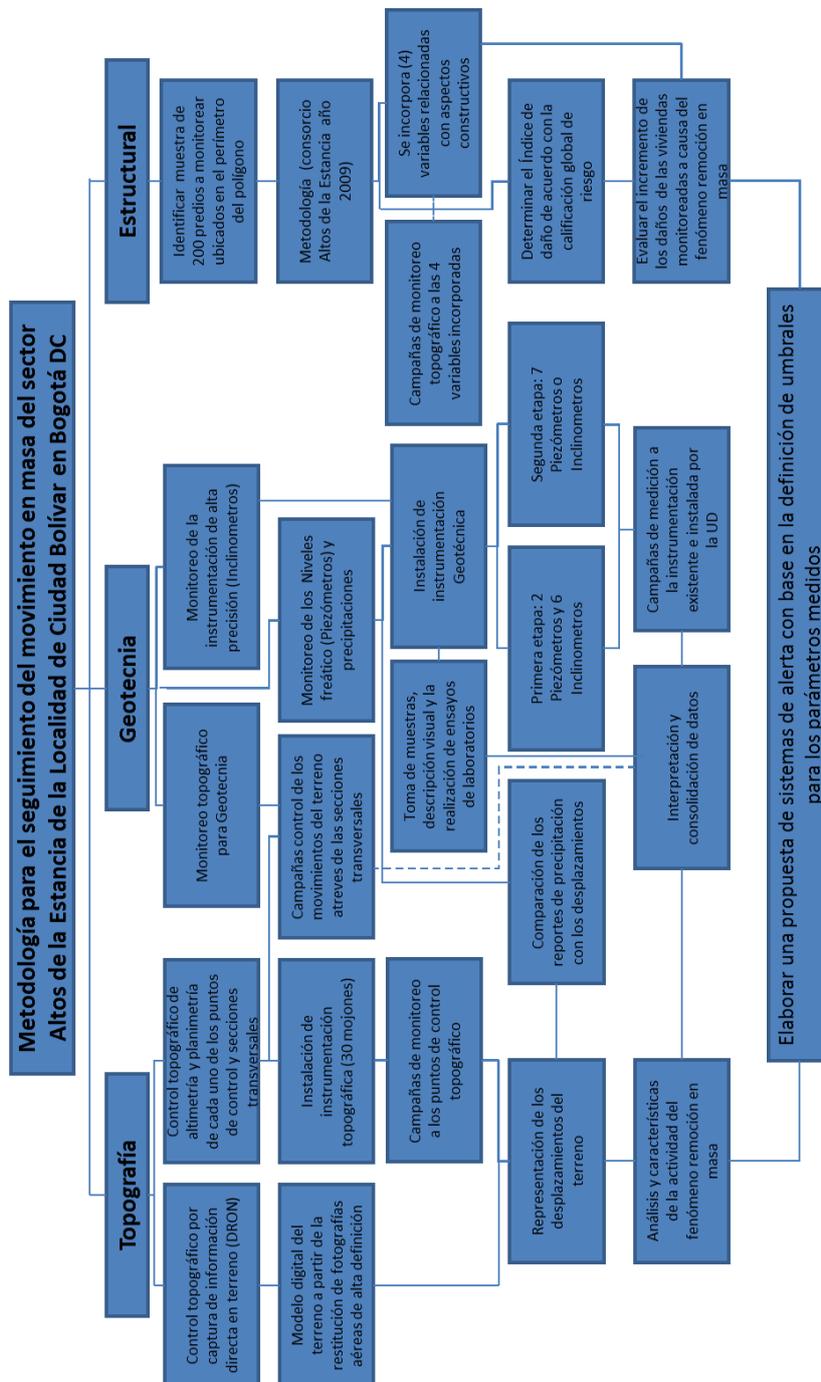


Imagen 2. Metodología para el seguimiento del movimiento en masa

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4 INFORMES Y RESULTADOS DE MONITOREO

4.1 INFORME TOPOGRÁFICO

El presente informe contiene los resultados obtenidos en la consultoría técnica, elaborada por la comisión de topografía en el cual se ha realizado la recopilación de datos de la zona a intervenir ubicada en Altos de la Estancia en la localidad de Ciudad Bolívar, de acuerdo con los objetivos y alcances del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

Se presentan los lineamientos para el monitoreo topográfico y la ubicación de la instrumentación correspondiente (mojones). Para el planteamiento de los mismos, se ha realizado la recopilación de datos de la zona de estudio, procedente de estudios anteriores, así como su ubicación en campo.

De acuerdo al objeto y alcance del convenio se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilar y analizar la información disponible de tipo cartográfico, fotográfico, imágenes satélites, informes de estudios anteriores.
- Verifica los antecedentes de la instrumentación instalada por anteriores consultorías.
- Determinar los puntos de amarre IGAC y ubicación de los puntos principales de control (GPS y/o BM).
- Definir secciones topográficas para analizar los cambios de relieve a lo largo de la ladera.
- Identificar en campo, la ubicación donde se instalará la nueva instrumentación de control topográfico de superficie por parte de la Universidad Distrital.

Definir las prolongaciones de tiempo de las campañas de la altimetría y planimetría de cada uno de los puntos de control y secciones topográficas, que permitan detectar movimientos en cualquier sentido.

Teniendo en cuenta lo anterior durante la revisión en campo se han encontrado elementos que influyen en el monitoreo, como mojones con varillas incrustadas, mojones con placas, inclinómetros, piezómetros, y distintos tipos de detalles como canales realizados por los habitantes del sector (zanjas), canales en concreto, canales en colcha gavión, muros de contención, perfilado de taludes y conformación de bermas, algunas viviendas artesanales (nuevas ocupaciones), y un área mayor donde existían asentamientos.

4.1.1 Antecedentes del monitoreo topográfico

El IDIGER, como base de la consultoría anterior realizada por la Universidad Distrital, entregó el listado de la totalidad de los puntos con los cuales se podía realizar el control topográfico, geotécnico y estructural del polígono de Altos de la Estancia. Estos puntos correspondían a los instalados en todo el polígono por los anteriores consultores.

- Inclinómetro – piezómetros
- Inclinómetros
- Piezómetros
- Mojones

Basados en la información suministrada por el IDIGER, la Universidad Distrital, durante el año 2014, realizó una búsqueda en campo de los elementos instalados, identificando su tipo

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

y estado técnico que permita definir su uso en futuros monitoreos. Sin embargo, una gran parte de la instrumentación instalada había desaparecido o se encuentra en mal estado, debido a la construcción de las diferentes obras de estabilización o por habitantes del sector que han destruido la misma.

Es por ello que, al inicio del convenio en el mes de octubre de 2016, la Universidad Distrital realizó una verificación de la instrumentación instalada en pasado convenios para identificar y localizar nuevamente estos elementos. Los resultados de lo encontrado se describen a continuación:

De los seis (6) inclinómetros – piezómetros referidos en informes de monitoreo anteriores (Ver imagen 3), ninguno de estos elementos se logró ubicar nuevamente.

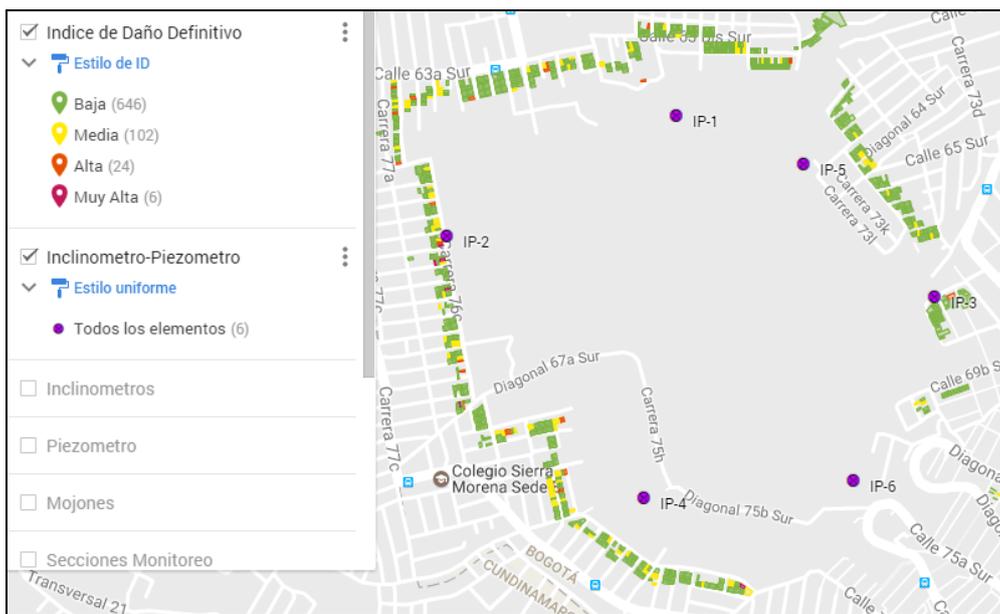


Imagen 3. Ubicación de los Inclinómetros – Piezómetros de monitoreo anteriores

En cuanto a inclinómetros, en la documentación referían quince (15) instalados. Se procedió a verificar en el terreno y se encontraron tres (3) de manera física, de los cuales dos (2) se encuentran en propiedad privada lo cual impidió el acceso a la toma de datos (inclinómetros I-20 y I-21) y el restante corresponde al I-6 al cual se pudo realizar toma de lecturas.

En la Imagen 4. Ubicación de los Inclinómetros se presenta la ubicación de estos elementos



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

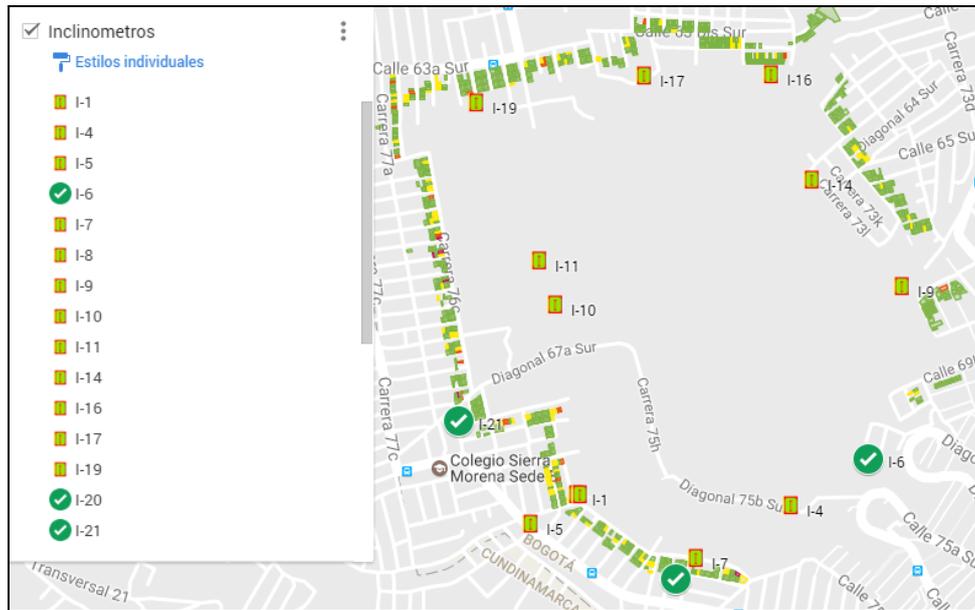


Imagen 4. Ubicación de los Inclinómetros antiguos, I-20 e I-21 en predios privados.

De los once (11) piezómetros reportados como instalados por el IDIGER, se ubicaron en la zona tres (3) de estos: el P-9, el P-10 y el P-11, sin embargo se encontraron obstruidos completamente. Su posición se puede observar en la Imagen 5. Ubicación de los Piezómetros.

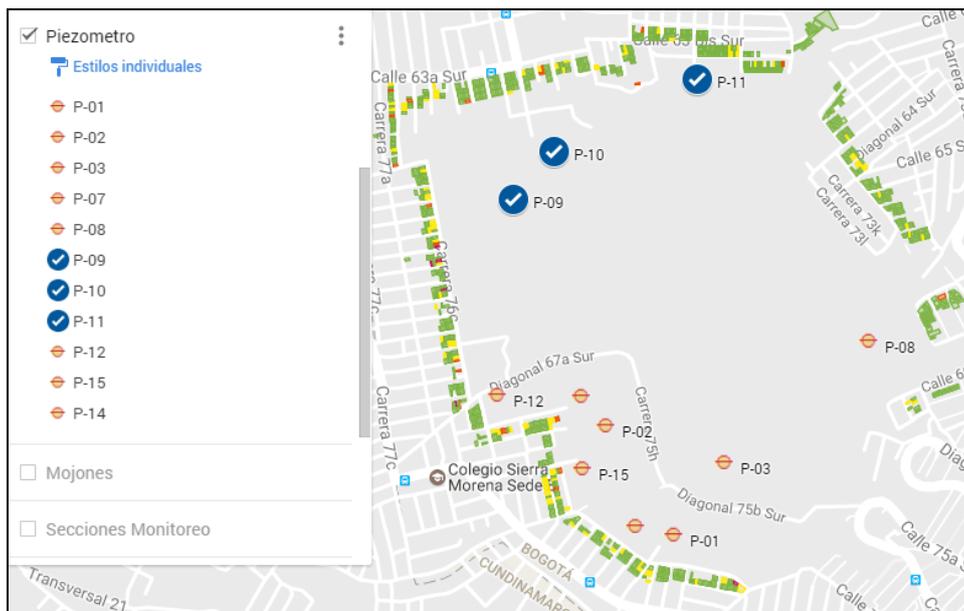


Imagen 5. Ubicación de los Piezómetros

De los monitoreos anteriores se identificó la instalación de 52 mojones en el sector, su localización se puede observar en la Imagen 6. Ubicación de mojones de anteriores monitoreos. De estos, el equipo de topografía de la Universidad Distrital ubicó 22 elementos de control topográfico.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

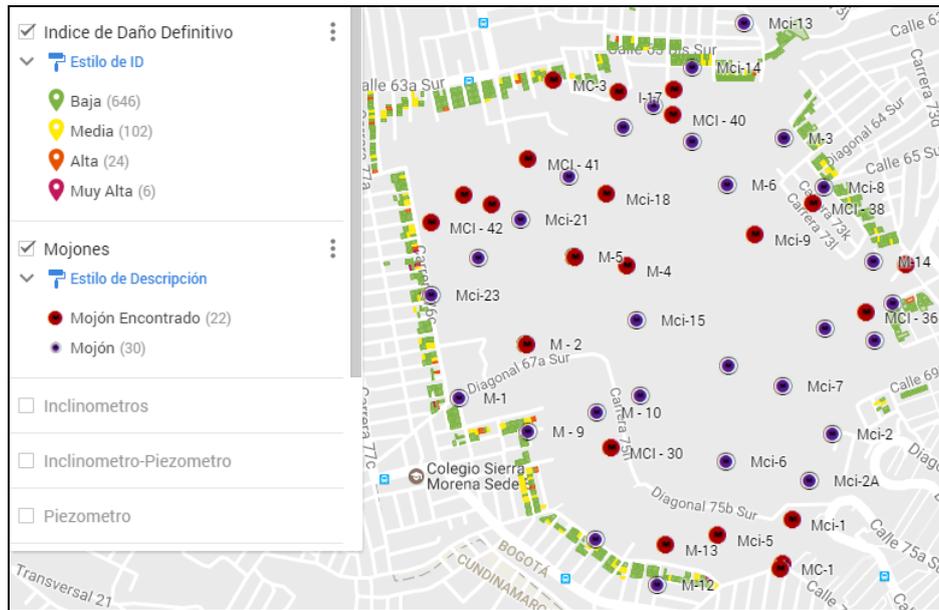


Imagen 6. Ubicación de mojones de anteriores monitoreos

Con el fin de proporcionar la información precisa del relieve para los análisis de estabilidad la anterior consultoría definió seis (6) secciones topográficas las cuales coincidían con varios de los mojones de la anterior imagen.

En desarrollo del presente convenio se estableció la necesidad de realizar el seguimiento a través de secciones transversales, las cuales fueron discutidas con el equipo de la Universidad así como con el IDIGER. En primera instancia se pretende mantener las secciones de consultorías anteriores. Se estableció que el deslizamiento de la Carbonera tiene una forma cónica en su convergencia, por lo cual se optaron por seguir con las secciones A-A' y C-C'. El deslizamiento del Espino tiene un movimiento aproximadamente paralelo, por lo cual se propuso las secciones D-D' Y E-E'. (ver: Imagen 7. Ubicación de las Secciones Topográficas)



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 7. Ubicación de las Secciones Topográficas

4.1.2 Instrumentación propuesta para el monitoreo

Para el control topográfico de la superficie se ubican 22 mojones de las anteriores consultorías, además de dos (2) inclinómetros (I-17 y I-06) y tres (3) piezómetros (P-9, P-10 y P-11) los cuales se encuentran obstruidos pero funcionaron como mojones para completar el control topográfico.

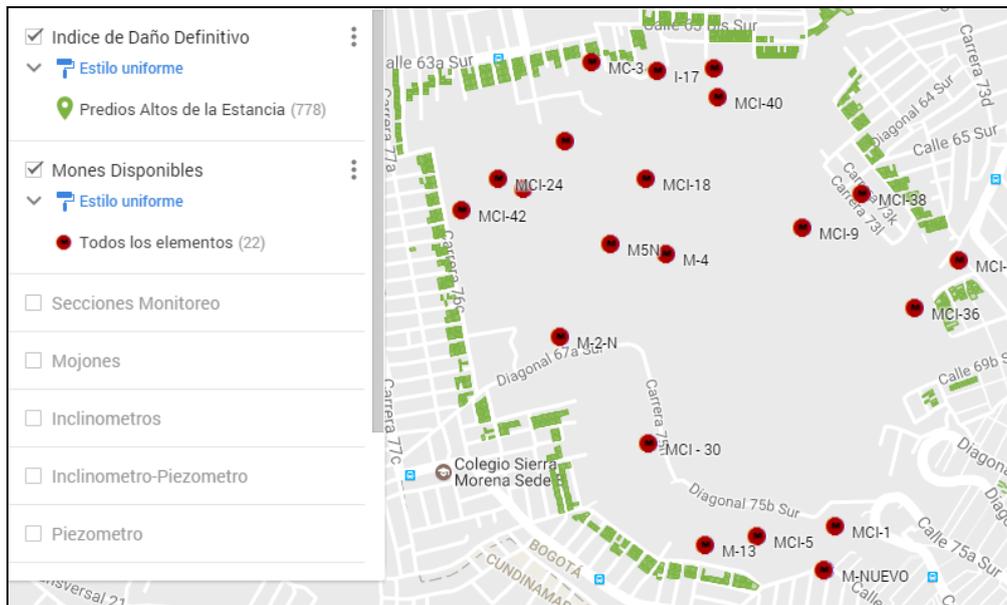


Imagen 8. Mojones para el actual control topográfico

Esta red de mojones, se complementó con la instalación de 34 adicionales, ubicados de tal forma que, al construir un buffer circular sobre cada uno de los mojones existentes, de 100 m de radio, no exista un área dentro del polígono que no sea cubierta por su influencia.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Se dispuso de 6 mojones, que se instalaron en una segunda etapa, después de realizar una evaluación de los movimientos que se registren y se evidencien sitios o zonas que se deban priorizar o densificar, con el fin de detallar zonas donde se desee en el monitoreo.

Los mojones planteados para su materialización son los indicados en la Imagen 9. Detalle de nuevos mojones, cumpliendo los estándares de mojones utilizados en levantamientos topográficos, además se identificarán conforme las especificaciones requeridas para que sean visualizadas en los vuelos realizados por el DRON y sirvan para cotejar fotografías aéreas tomadas a diferentes épocas.



Imagen 9. Detalle de nuevos mojones

4.1.2.1 Criterios de selección y ubicación de la Instrumentación

Con el fin de tener una cobertura total de la red de mojones en la zona de estudio se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

Se decidió ubicar los mojones a lo largo de las secciones de análisis complementado con los mojones existentes utilizadas por anteriores consultorías, corregidas y ampliadas por el IDIGER en la reunión sostenida el 14 de diciembre de 2016.

El segundo criterio implica un análisis de cobertura, para el cual se desarrolló un BUFFER de radio de 100m alrededor de cada mojón con el fin de evaluar que toda la zona del polígono se encontrara inmersa por la intersección del área del buffer.

Implementando el segundo criterio para cubrir la totalidad del área de estudio, se requiere ubicar 4 mojones UD31, UD32, UD33 Y UD34, con estos se completó el área como se puede observar en la Imagen 10. Buffer a los puntos de monitoreo dos análisis. El primero corresponde a los puntos iniciales y el segundo análisis de color amarillo claro corresponde a los últimos cuatro mojones a instalar, cubriendo el polígono de estudio.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

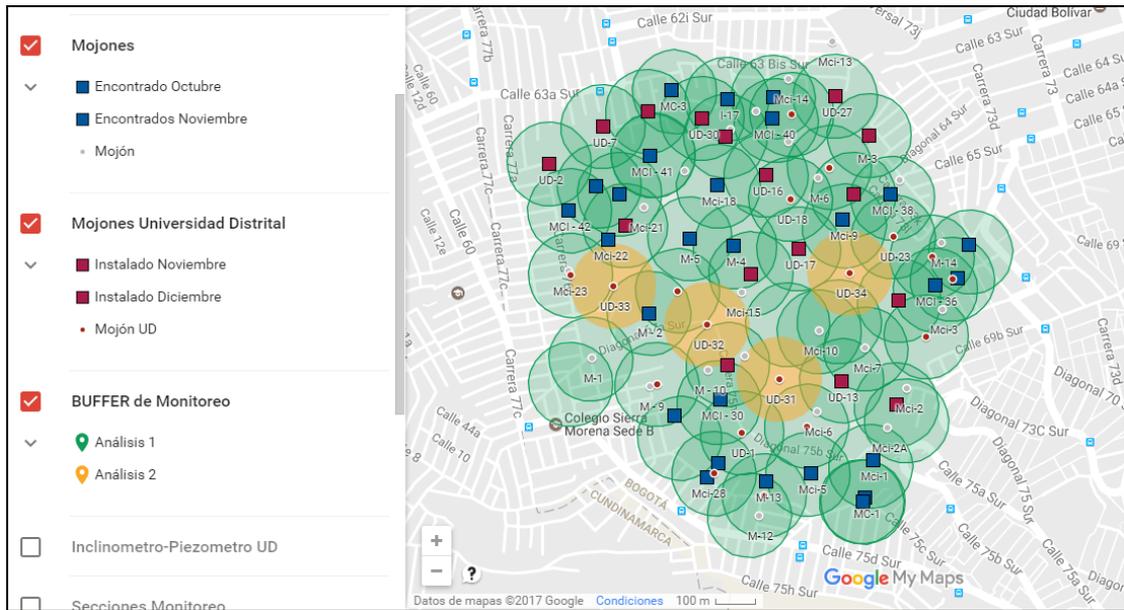


Imagen 10. Buffer a los puntos de monitoreo

Se seleccionó un radio de 100 metros dado la exigencia en las especificaciones técnicas de cercanía de los mojones.

En la siguiente tabla se encuentra la ubicación geográfica de los nuevos mojones que la Universidad instaló a partir de la campaña de enero 2017.

Tabla 2. Ubicación geográfica de los nuevos mojones UD

N	INSTRUMENTO	NORTE	ESTE	COTA	FECHA INSTALACION
1	UD11	98027,0086	89385,9986	2746,81673	ene.-2017
2	UD13	98180,1444	89434,2816	2691,48264	ene.-2017
3	UD17	98474,2218	89262,3952	2691,74347	ene.-2017
4	UD18	98037,9441	89510,0622	2722,83085	ene.-2017
5	UD19	98326,0723	89649,9862	2635,55083	ene.-2017
6	UD2	98718,2224	88708,4037	2716,00018	ene.-2017
7	UD20	98369,4531	89588,2546	2632,21887	ene.-2017
8	UD21	98482,2933	89546,8236	2633,92495	ene.-2017
9	UD22	98068,9682	89511,4652	2711,69433	ene.-2017
10	UD23	98313,3537	89280,4699	2695,67791	ene.-2017
11	UD27	98838,5284	89342,2879	2625,42491	ene.-2017
12	UD29	98410,6146	89189,5467	2703,5117	ene.-2017
13	UD3	98422,163	88775,0642	2760,19719	ene.-2017
14	UD35	98097,7182	89521,2287	2704,39992	ene.-2017
15	UD4	98131,426	88999,0882	2786,56587	ene.-2017
16	UD6	97922,186	89221,5671	2793,60712	ene.-2017
17	UD8	98594,8453	88898,7362	2721,02254	ene.-2017



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

18	UD9	98471,6421	89061,7583	2728,24151	ene.-2017
19	UD1	98224,4452	89189,1096	2729,56076	may.-2017
20	UD10	98316,676	89110,3737	2729,74713	may.-2017
21	UD12	98246,8441	89544,8967	2661,6385	may.-2017
22	UD14	98819,804	88944,0569	2698,80851	may.-2017
23	UD24	98119,6228	89259,209	2733,70514	may.-2017
24	UD25	98442,1902	89420,8542	2655,9873	may.-2017
25	UD26	98596,7879	89532,1298	2612,22834	may.-2017
26	UD30	98808,5215	89062,0736	2675,26417	may.-2017
27	UD31	98846,7044	89139,978	2667,03692	may.-2017
28	UD32	98793,5236	89119,9227	2669,7233	may.-2017
29	UD33	98284,2227	88862,4917	2778,5862	may.-2017
30	UD34	98386,5726	89440,6701	2663,18825	may.-2017
31	UD36	98635,8946	89127,9048	2691,59997	may.-2017
32	UD5	98615,6859	89002,8316	2702,30324	may.-2017
33	UD7	98756,3901	88859,0335	2705,67268	may.-2017
34	RUD1	98598,9199	89226,3271	2682,23193	nov.-2017
35	RUD2	98106,1363	89444,2056	2710,58327	nov.-2017
36	RUD3	97908,2089	89220,2252	2795,8701	nov.-2017
37	UD37	98118,7805	88995,4702	2791,43813	dic.-2018
38	UD38	98336,7679	89466,4388	2656,06873	dic.-2018
39	UD39	98418,8386	89540,865	2633,25913	dic.-2018
40	UD40	98372,5286	89529,4029	2635,60433	dic.-2018

Inicialmente se instalaron 18 mojones en la campaña de enero 2017, para el mes de mayo 2017 se instalaron 15 mojones para un total de 33 mojones, debido a obras o cambios en terreno se perdieron 7 mojones a lo largo del estudio, de los cuales se reconstruyeron 3 más para la campaña de noviembre de 2017 y se instalaron 4 más para la campaña de diciembre de 2018.

Se instaló un total de 40 mojones que durante el monitoreo se perdieron 7 mojones por obras o cambios iniciales del terreno.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

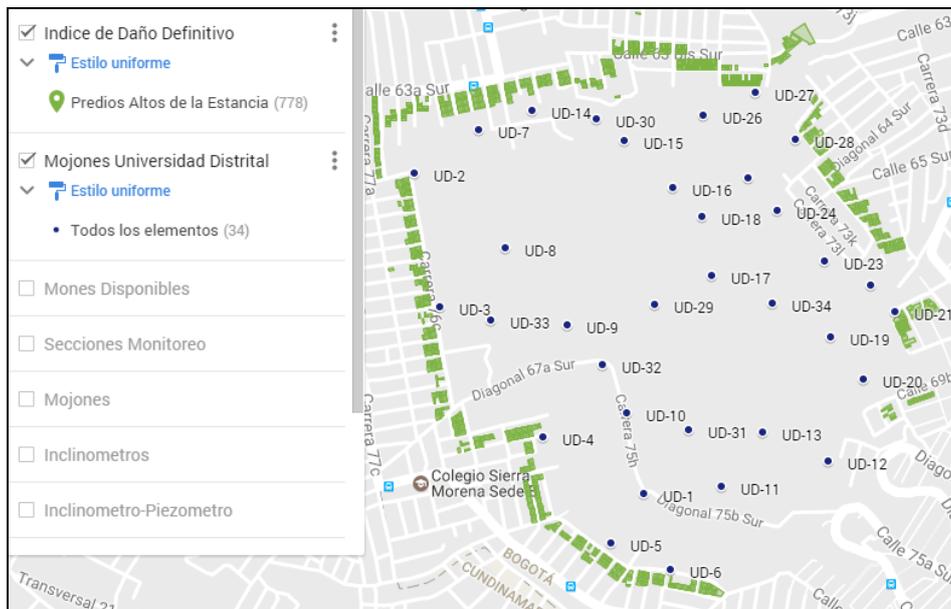


Imagen 11. Elementos de Control Topográfico

Se establece para las secciones transversales extender cada una de ellas hasta las vías, con el fin de generar un amarre para el monitoreo estructural de las viviendas cercanas al polígono y que se pueda detectar posibles movimientos relativos en las mismas.

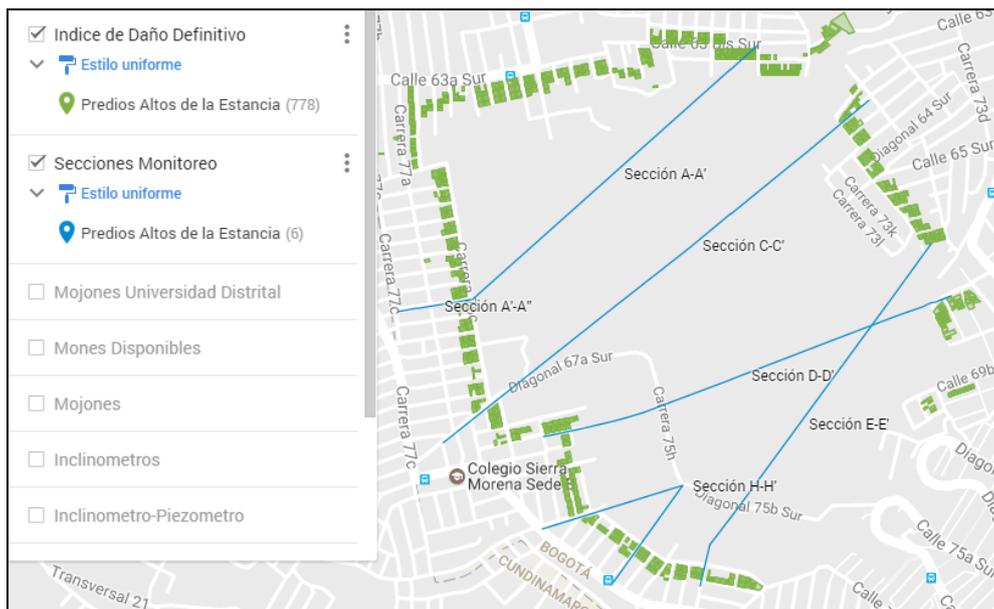


Imagen 12. Ubicación secciones topográficas para selección de viviendas

4.1.3 Monitoreo de obras de contención

En la zona de estudio se han ejecutado obras de contención en diferentes épocas. Dentro de estas se encuentra un muro de contención anclado en la zona del movimiento del Espino complementada con vigas fundadas sobre pilotes y con anclajes superficiales.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

En la Zona de la Carbonera se tiene una red de vigas cabezales sobre pilotes y anclados, complementados con una extensa red de drenes horizontales.

Se pretende llevar un control topográfico sobre los puntos (mojones sobre concreto existente) ubicados en las obras, que permita identificar movimientos en las mismas.

4.1.3.1 Levantamiento de desplazamiento en estructuras

Para el monitoreo superficial de las estructuras se instaló sobre la superficie expuesta a la vista, unos elementos reflectivos, los cuales se tomarán de forma directa por la estación total dentro de las visitas de control.

Estos elementos reflectivos, fueron cintas especiales o dianas, las cuales son compatibles con el rayo proveniente de la estación total de topografía. Estos elementos, por su pequeño tamaño pueden ubicarse en sitios estratégicos que no podrán quitarse fácilmente.

Elementos estructurales a monitorear:

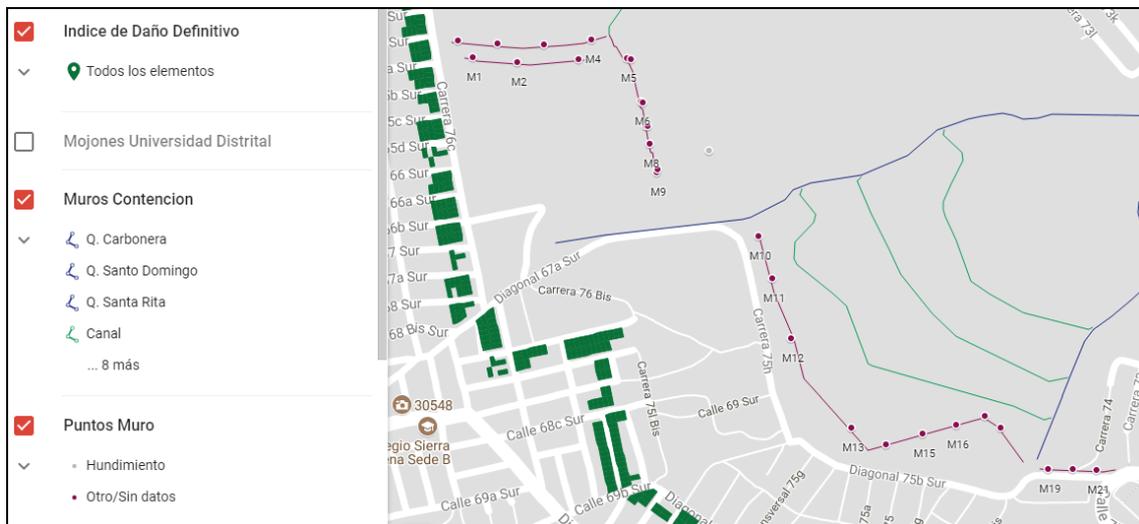


Imagen 13 Ubicación elementos estructurales a monitorear

4.1.4 Metodología levantamiento de desplazamiento

Se trabajó con equipos de topografía convencional (Estación total) para el control de los elementos de monitoreo superficial.

“Estación total: Instrumento óptico de precisión destinados a la medida de ángulos horizontales y verticales, al igual que un medidor electrónico de distancia con su correspondiente microprocesador. Con una estación total se puede determinar la longitud y la dirección de cada visual de forma rápida y exacta. El microprocesador calcula los componentes verticales y horizontales de la distancia, así mismo el azimut de la visual y las coordenadas del punto visado”.

Los errores de graduación de los ángulos son de naturaleza muy variable, ya que en parte son sistemáticos y en otras accidentales.

Para destruir los efectos que provienen de una defectuosa graduación del limbo (objeto a medir), se repite la medida de un ángulo, cambiando la posición del círculo por medio de una rotación alrededor de su propio centro, cada vez, y determinando cada medida con la

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

regla de Bessel, cuando el ángulo a medir necesita una gran precisión debido a su importancia.

4.1.4.1 Forma de coleccionar la información angular

Se supone que el instrumento está instalado sobre un punto O para observar el ángulo horizontal AOB. La posición inicial del círculo horizontal se logra viendo a través del microscopio de lectura y poniendo la lectura del círculo horizontal y el índice en cero, por medio del tornillo de presión superior y el tornillo tangencial superior. Se toma una visual hacia el punto A utilizando el tornillo de presión inferior y el tornillo tangencial inferior. En este punto, la línea óptica de la visual coincide con la línea OA y la lectura del círculo horizontal es cero. Se afloja el tornillo de presión superior y el telescopio se gira al punto B en donde se toma una visual con el tornillo de presión superior apretado y utilizando el tornillo tangencial del movimiento superior. A continuación se observa el ángulo en el microscopio de lectura.

Con este instrumento, pueden leerse ángulos en el sentido del movimiento de las manecillas del reloj y en sentido contrario a dicho movimiento.

Regla de Bessel.- Uno de los medios de eliminar los errores sistemáticos es la doble lectura, que corrige el error de excentricidad y el de desviación de índices, y otro método de evitar no sólo estos errores, sino otros muchos, es el denominado de la regla de Bessel, que consiste en visar dos veces cada punto, primero con el anteojo normal (lectura de ángulo en forma directa “cero grados”), y después con el anteojo invertido (lectura de ángulo en forma invertida “180 grados”), previa vuelta de campana del anteojo y giro de 180° del instrumento.

Con la aplicación de la regla de Bessel se eliminan todos los errores sistemáticos de ajuste, y demás el de excentricidad del anteojo en los instrumentos de medición angular de topografía, los de excentricidad de la alidada y desviación de índices, e igualmente el de irregularidad del movimiento del tubo ocular.

Para el levantamiento de los puntos de control topográficos (Mojones, estructuras y dianas en viviendas), para la toma de datos topográfico se ha empleado el método de triangulación (observaciones angulares-distancia). Esta poligonal está ligada a la red de puntos localizados en los alrededores de la zona de estudio y poseen coordenadas amarradas a un sistema de coordenadas locales y reales autorizadas por el IGAC, la altimetría y planimetría de estos puntos de referencia se chequean mediante el geoposicionamiento con el fin de verificar su posición.

4.1.4.2 Posicionamiento GPS de puntos base.

4.1.4.2.1 Distribución y toma de puntos de amarre

La ubicación de los puntos de control se realizó teniendo en cuenta el área del terreno y la clasificación de las fases, es decir garantizado que cada punto estuviera fuera de la zona de influencia de los procesos de remoción en masa. Se localizaron 5 puntos de control en puntos límites del polígono, con equipos GPS distribuidos de acuerdo con la Imagen 14 Ubicación general puntos de control.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 14 Ubicación general puntos de control

Coordenadas de Estaciones

Calculo GPS altos de la estancia

Sistema Coordenado Horizontal: PLANAS DE GAUSS Fecha: 11/25/16

Sistema de Altura: Altura de Elips.

Proyecto: CALCULO GPS ALTOS DE LA ESTANCIA.spr

Exactitud Horizontal Deseada: 0.060m + 1ppm

Exactitud Vertical Deseada: 0.060m + 2ppm

Nivel de Confianza: Err. al 95%

Unidades Lineales de Medición: Metros

Tabla 3 Coordenadas Geográficas 2015 puntos de amarre

VERTICE	COORDENADAS GEOGRAFICAS 2015		Velocidades		
	Latitud	Longitud	V(x)	V(y)	V(z)
GPS1	4° 34' 54.14981	74° 10' 36.06076	0.0017	0.0016	0.0139
GPS2	4° 34' 53.96679	74° 10' 39.27813	0.0017	0.0016	0.0139
GPS3	4° 34' 47.24633	74° 10' 35.86990	0.0017	0.0016	0.0139
GPS4	4° 34' 41.46076	74° 10' 22.12563	0.0017	0.0016	0.0139

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
--	--	--

Tabla 4 Coordenadas planas puntos de amarre

VERTICE	COORDENADAS GEOGRAFICAS EPOCA 1995.4		COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS EPOCA 1995.4 ORIGEN BOGOTA		ELEVACION
	Latitud	Longitud	Norte	Este	GEOCOL
GPS1	4° 34´ 54.14"	74° 10´ 36.06"	98.393.323	88.994.320	2.754.381
GPS2	4° 34´ 53.95"	74° 10´ 39.27"	98.387.704	88.895.108	2.764.359
GPS3	4° 34´ 47.23"	74° 10´ 35.87"	98.181.183	89.000.197	2.777.478
GPS4	4° 34´ 41.45"	74° 10´ 22.12"	98.003.378	89.424.013	2.743.119

A continuación ubicamos los puntos de amarre.

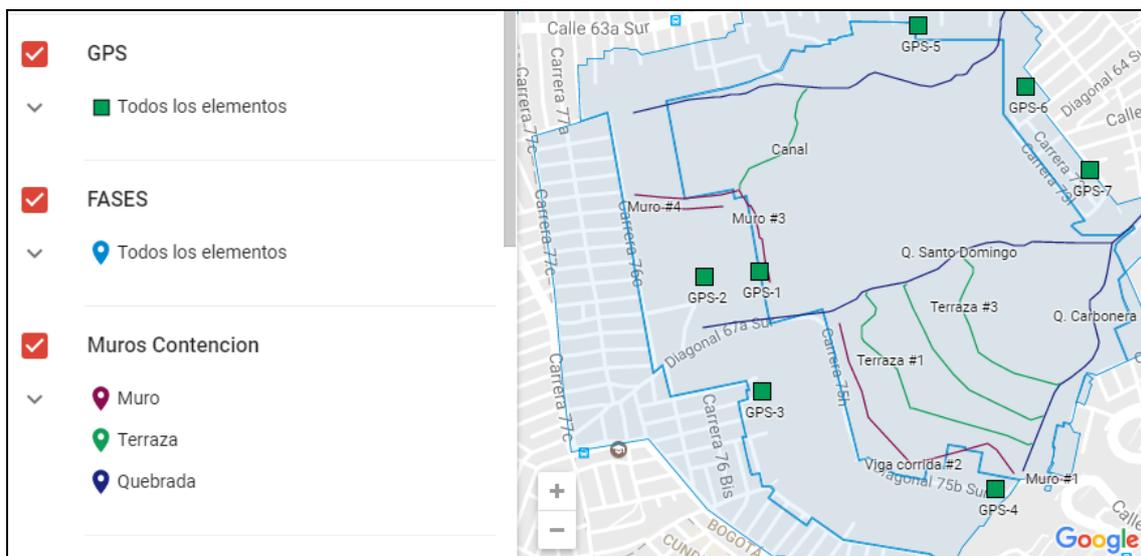


Imagen 15 Ubicación puntos de amarre

Se asigna coordenadas por el método de triangulación, de puntos de control externos basados en los puntos de posicionamiento GPS base. A continuación, se observan las 5 poligonales con las cuales se posicionaron los puntos de control externos.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

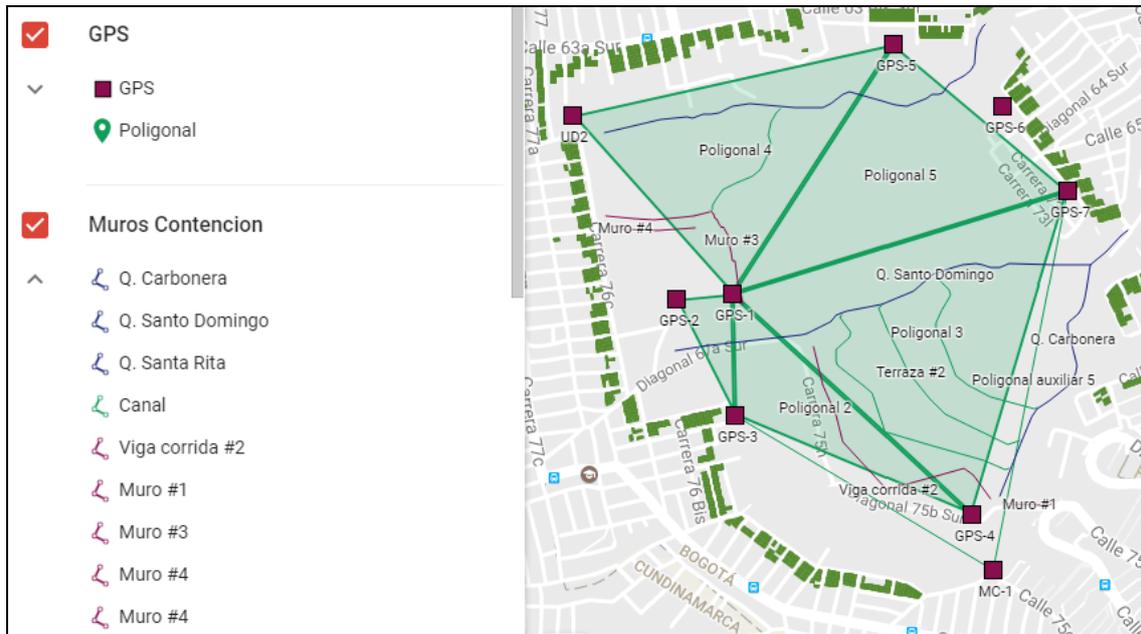


Imagen 16 control de puntos de amarre basado en método de triangulación

Tabla 5 Puntos de control externos posicionamiento GPS

GPS	Norte	Este	Cota
GPS1	98393,344	88994,335	2754,399
GPS2	98387,704	88895,108	2764,359
GPS3	98181,200	89509,056	2777,486
GPS4	98003,382	89424,017	2764,359
GPS5	98844,762	89283,622	2764,359
GPS7	98583,545	89594,501	2764,359
MC1	97907,707	89639,999	2771,017
UD2	98718,112	88708,352	2716,025

Las coordenadas de los puntos de amarre producto del posicionamiento GPS servirán para realizar la observación a los puntos de control de la zona de estudio, mediante una radiación doble. En el levantamiento de los mojones, los ángulos horizontales y verticales se observarán de manera directa e inversa, de igual manera se debe medir varias veces para luego realizar un promedio de las distancias, lo anterior con el objetivo de conocer con mayor precisión la posición de los puntos en estudio; para obtener la elevación de los puntos se utilizó el método trigonométrico.

Los ayudantes trabajarán con trípodes y bases nivelantes, elementos que aportan un máximo de fiabilidad ya que representarán de forma exacta cada uno de los puntos ubicados en cada mojón de control.

4.1.4.3 Equipos

Para el empleo de los equipos se tiene en cuenta la parte planimétrica y la parte altimétrica. Para la primera se utilizó una estación SOKKA SET2100. La desviación estándar típica para el distanciómetro es del orden de 2 mm más 1 ppm con un tiempo de medición de 1,5



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

segundos. Las distancias horizontales fueron tomadas con precisión del orden del milímetro al igual que se realizaron correcciones por presión y temperatura a cada una de las mismas.

A continuación, se resumen las características más importantes de los equipos utilizados

4.1.4.4 Estación semitotal SOKKA referencia SET20100

Este instrumento fue utilizado para el levantamiento topográfico de la zona de estudio y para la localización de la red de mojones. En la Fotografía 1 SOKKA SET2100 se puede apreciar el instrumento. Sus características técnicas son:

Medición de Distancias

Rango de Distancia	Prisma Compacto CP01 800m. Prisma Reflectante 120m Prisma estándar APx1 2700m
Desviación Estándar	± (2mm + 2 ppm x D) mm
Tiempo de Medida	1.5 sg.

Medición Angular

Rango en Pantalla	0°00'00.00" a 359°59'59.5"
Visualización Mínima	1"
Precisión, Desviación estándar	2"

Sensibilidad de Niveles

Nivel del Plato	30"/2 mm
Nivel Circular	10' / 2mm

Anteojo

Longitud	165 mm
Abertura	45mm
Aumentos	30X
Imagen	Directa
Poder Resolución	3"
Campo de visión	1°30'
Enfoque mínimo	1.0m



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Fotografía 1 SOKKA SET2100

Se anexa los certificados de calibración.

4.1.4.5 Sistema de precisión

En todas las mediciones se opera con valores numérico obtenidos por observaciones, estos valores vienen siempre afectados por una serie de errores que hacen que en observaciones distintas de una misma magnitud se obtengan resultados distintos.

Con este fin es predecir un porcentaje de error que nos permita decir cuál es el valor final que se le va a asignar a cada magnitud con respecto a la presión con que se está haciendo.

El rango de la precisión o error verdadero al cual se quiere llegar será la diferencia entre el valor verdadero y el valor observado, para llegar a este error se dividirá las causas que provocan la diferencia entre mediciones.

4.1.4.5.1 Errores Graves

Son debidos a distracciones o mal ejecución del proceso en la medición o momento de la observación, estos errores serán detectados en el procesamiento y comparación de datos anteriores y serán descartados en el análisis final.

4.1.4.5.2 Errores instrumentales

Está restringido a la capacidad o potencia del sensor de medición, este error puede aumentar por deficiencias en el mecanismo y funcionamiento del mismo, esto se corrige teniendo las precauciones en el mantenimiento y correcto uso.

Dentro de los errores instrumentales se puede evaluar lo siguiente.

La precisión de cada uno de los componentes evaluados será la suma de los errores cuadrático medio (formula general de propagación del error), de esta forma se tiene los siguientes errores:

- Error posicionamiento GPS

En el error de posicionamiento GPS encontramos errores de fijación planímetros máximos en Norte de 0.002m y Este de -0.002m, así como en elevación de 0.004m.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

A continuación se muestra Tabla 6 Coordenadas GPS Altos de la Estancia.

Tabla 6 Coordenadas GPS Altos de la Estancia

Coordenadas de Estaciones

CALCULO GPS ALTOS DE LA ESTANCIA

Sistema Coordinado Horizontal: PLANAS DE GAUSS
11/25/16

Fecha:

Sistema de Altura: Altura de Elips.
CALCULO GPS ALTOS DE LA ESTANCIA.spr

Proyecto:

Exactitud Horizontal Deseada: 0.060m + 1ppm

Exactitud Vertical Deseada: 0.060m + 2ppm

Nivel de Confianza: Err. al 95%

Unidades Lineales de Medición: Metros

ID. **95%**
EstadoEstado

Est.Nombre de EstaciónCoordenadasErrorFijac.Posición

1GPS2 Lat. 4° 34' 53.96679 N **0.000 Procesado**
Lon. 74° 10' 39.27813 W **0.000**
Elev. 2787.800 **0.002**

4GPS4 Lat. 4° 34' 41.46076 N **0.002 Procesado**
Lon. 74° 10' 22.12563 W **0.002**
Elev. 2766.620 **0.004**

3GPS3 Lat. 4° 34' 47.24633 N **0.002 Procesado**
Lon. 74° 10' 35.86990 W **0.002**
Elev. 2800.949 **0.002**

GPS1 Lat. 4° 34' 54.14981 N **0.000Fijo Procesado**
Lon. 74° 10' 36.06076 W **0.000 Fijo**
Elev. 2777.822 **0.000 Fijo**

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

$$\text{Error posición GPS planimetría} = \sqrt{0.002^2 + 0.002^2} = 0.00282\text{m}$$

$$\text{Error posición GPS cota} = 0.004\text{m}$$

- Error cierre angular de la poligonal y error vertical

En el cierre angular de la poligonal el error máximo admisible se determina por la siguiente fórmula:

$$e = 10''\sqrt{n}$$

Dónde:

e=error permisible en segundos

n=número de estaciones de la poligonal

La precisión mínima en el cierre de la poligonal será de 1:2.500

El error vertical permisible en centímetros se determina por la siguiente fórmula:

$$ev = 1.2\sqrt{k}$$

Dónde:

ev= error vertical en centímetros

k= distancia en kilómetros

A continuación, se calcula el error angular y vertical para cada una de las poligonales con las que se amaron a los puntos GPS.

Tabla 7 Error angular y vertical

Poligonal #1		Poligonal #4	
LONGITUD OBTENIDA	543,312	LONGITUD OBTENIDA	1557,947
ERROR	0,00730315	ERROR	0,02215958
CIERRE EN DISTANCIA	1: 74394,1774	CIERRE EN DISTANCIA	1: 70305,7856
PRECISION EQUIPO	2	PRECISION EQUIPO	2
ERROR MAXIMO EN ANGULO	17	ERROR MAXIMO EN ANGULO	17
ERROR OBTENIDO	1	ERROR OBTENIDO	4
Poligonal #2		Poligonal #5	
LONGITUD OBTENIDA	1252,076	LONGITUD OBTENIDA	1814,539
ERROR	0,02185836	ERROR	0,02665133
CIERRE EN DISTANCIA	1: 57281,3406	CIERRE EN DISTANCIA	1: 68084,3666
PRECISION EQUIPO	2	PRECISION EQUIPO	2
ERROR MAXIMO EN ANGULO	17	ERROR MAXIMO EN ANGULO	17
ERROR OBTENIDO	-6	ERROR OBTENIDO	6
Poligonal #3			
LONGITUD OBTENIDA	1814,539		
ERROR	0,02665133		
CIERRE EN DISTANCIA	1: 68084,3666		
PRECISION EQUIPO	2		

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

ERROR MAXIMO EN ANGULO	17
ERROR OBTENIDO	6

- Error instrumental

A continuación error por precisión del equipo

Tabla 8 Error precisión equipo

ERROR DEL CIRCULO 1" en 360°
2" / 360° = 0.64"
ERROR ANGULAR MAXIMO DE LECTURA EN CAMPO
Máxima longitud = 677.368m
Tan(0.64") x 677.368m = 0.00208m
ERROR MAXIMO EN POLGONALES DE CAMPO
Error poligonal #3 = 0.0266m
Distancia máxima de poligonal = 1814.539m
Epol= 0.0266m /1814.539m = 0.00001465
ERROR MAXIMO DISTANCIAS EN CAMPO
Ed = 0.00001465 X 677.368m = 0.0099m
ERROR MÁXIMO PRECISIÓN DEL EQUIPO
$\sqrt{0.00208^2 + 0.0099^2} = 0.0101m$

- Error lectura a cada punto

A continuación error en lectura a cada punto

Tabla 9 Error lectura a cada punto

ERROR MAXIMO DE LECTURA DEL EQUIPO= 2mm/1km
(0.002m / 1000m) * 677.368 = 0.001354m
Error máximo en lectura a un punto
(2" /360) * 180 = 1" ; Tan(1") * 677.368m = 0.00328m

La precisión de la lectura será la suma cuadrática de los errores a continuación tenemos

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Tabla 10 Precisión de la medición

ERROR PLANIMETRIA
$\sqrt{0.00282^2 + 0.0101^2 + 0.00328^2} = 0.0109m$
ERROR EN COTA
$\sqrt{0.004^2 + 0.0101^2 + 0.00328^2} = 0.011m$

4.1.4.5.3 Errores teóricos

Se presentan limitaciones en la metodología en las que se basan las observaciones.

4.1.4.1 Sensibilidad de la precisión de los registros de medición

La calidad de las mediciones en el trabajo de topografía son tan buenas como que cantidad de errores posea, por esto anteriormente se dividió los tipos de errores que se pueden cometer en una observación topográfica.

Dentro de la teoría de los errores se puede afirmar que ninguna medida es exacta, toda medida posee una incertidumbre, el valor verdadero de una medida nunca se conoce y el error exacto que se encuentra en cualquier medida siempre será desconocido.

En topografía rara vez las mediciones se usan directamente como información requerida, para obtener las coordenadas de las mediciones se procesan a través de un modelo matemático estadístico y se llega al resultado final.

Dicho lo anterior, se definen los errores como aleatorios, que son los que permanecen en la medida pero no conocemos su valor, obedecen a las leyes de la probabilidad y son ajenos a la voluntad o habilidad del observador.

La magnitud y signo de estos errores es casual, no se pueden calcular, por lo tanto es imposible eliminarlos. Se les conoce por esto como errores compensables porque tienden a anularse entre sí, en una serie de medidas. Estos errores sólo se pueden tratar con funciones de probabilidad, las cuales se enuncian a continuación

4.1.4.1.1 Distribución Normal Gauss

La distribución de las variables aleatorias más importantes es la distribución normal en ella están basados las más importantes teoremas de la teoría de probabilidades, los principios fundamentales de la teoría de error de medición y el método de los mínimos cuadrados.

4.1.4.1.2 Desviación estándar

La desviación estándar, que a menudo se le llama error estándar o simplemente error, es un término estadístico que se emplea para expresar la precisión de grupos de medidas, el error estándar depende del número de mediciones.

4.1.4.1.3 Cálculo de tolerancia en las mediciones topográfica

Teniendo un intervalo de confiabilidad o tolerancia de 95% (dos desviaciones estándar) de todos los valores de medición, esta tolerancia nos define una barrera en las mediciones realizadas hasta el momento, que usaremos para verificar estas mediciones que superen esta barrera.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Para el cálculo de esta tolerancia, se extrajo la muestra de las mediciones realizadas a las estructuras de concreto dentro del polígono, ya que el valor de la medición se considera constante por tratarse de una estructura rígida (si tuviera movimiento habría evidencia de fisuración o desplazamiento del concreto).

Se determina el valor más probable (V_{mp} =promedio de los datos de cada uno de los puntos observados), el error medio cuadrático que es igual a la desviación de los datos con respecto a la media o promedio de los datos observados ($E_{mc}=S$), y por último se determina el valor de tolerancia ($T < 2 * E_{mc} = 95\%$).

Tabla 11 Tolerancia en la sensibilidad de la precisión topográfica

	Planimetría	Altimetría
Vmp	0.00 mm	0.00 mm
Emc	38,924 mm	32,593 mm
T < 2*Emc	77,847 mm	65,187 mm

Nota: Para unificar todos los datos de los diferentes puntos de control sobre las estructuras se llevó el valor más probable o promedio de las mediciones de cada punto a cero para tener el mismo centroide de la distribución de probabilidad.

CURVA DE DESVIACIÓN STANDAR - ERROR MEDIO CUADRATICO (Emc)

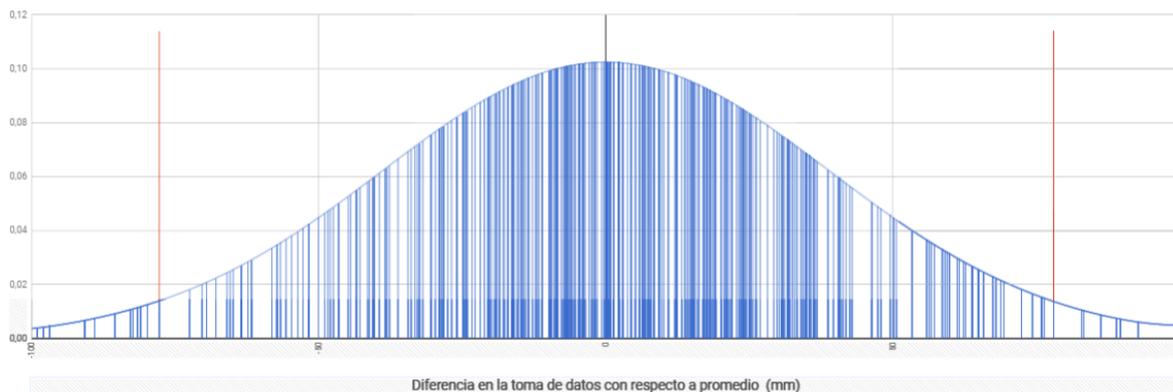


Imagen 17 Distribución Normal de las mediciones

Se estableció la sensibilidad de la precisión de los registros de medición de topografía a partir del error medio cuadrático de los datos tomados teniendo una tolerancia de 77,84 mm con una confiabilidad del 95% para todos los puntos de control superficial.

De las 410 mediciones tomadas hasta la campaña de agosto 2017, tenemos 24 datos que salen de la tolerancia los cuales se verificaron en campo, esta muestra se sacó para tener una tolerancia a partir de esta campaña para lo que resta de campañas de estudio.

Los puntos de control M12, M13 y M14 sobresalen de la tolerancia de medición los cuales se encuentran ubicados en el deslizamiento la Carbonera sobre la viga corrida, para los cuales se realizó verificación en campo y no se encontraron evidencias de cambio físico, por lo cual se considera que son errores aleatorios y que no se puede establecer su causa específica.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.1.5 Resultados y análisis del levantamiento topográfico

Se analiza la variación de los desplazamientos horizontales y verticales en las distintas zonas homogéneas de los dos deslizamientos El Espino y La Carbonera, a continuación se presenta los deltas de diferencia entre coordenadas levantadas en cada campaña para cada uno de los elementos de control superficial.

Para la interpretación de la información fue necesario realizar un análisis de errores en las primeras campañas debido a que se observó la repetitividad de estos errores en los datos y se debe indicar que para los resultados que se presentan se consideraron en el análisis. Se buscó un modelo probabilístico basado en los datos de las primeras campañas teniendo una tolerancia para los datos horizontales como verticales con una sensibilidad de la precisión de los registros de medición.

Como resultado del análisis de las 40 campañas topográficas, se levantó información a 123 puntos de control superficial.

Desplazamientos mojoneros La Carbonera: en la siguiente grafica se presenta la variación de los desplazamientos horizontales y verticales de los mojoneros encontrados e instalados en el sector La Carbonera a lo largo del monitoreo que sobrepasaron la tolerancia y se hizo un seguimiento visual en campo.

Diferencia toma de lectura Horizontal (mm)

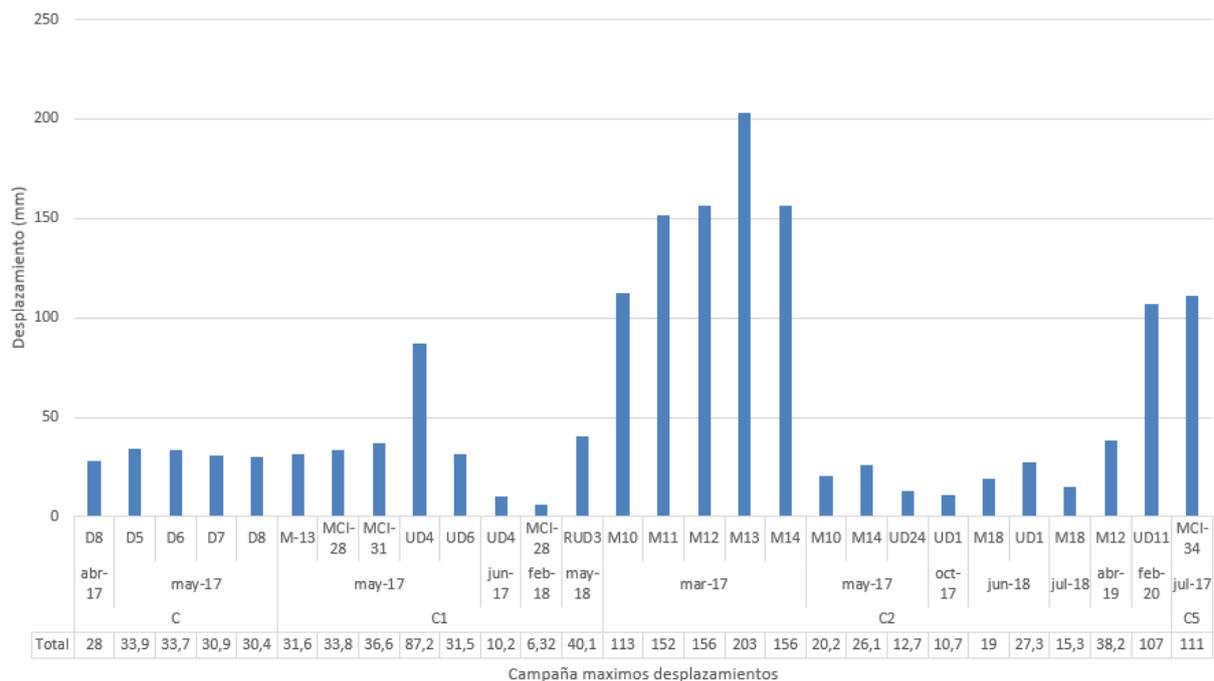


Imagen 18 máximos desplazamientos horizontales sector La Carbonera



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Diferencia toma de lectura Vertical (mm)

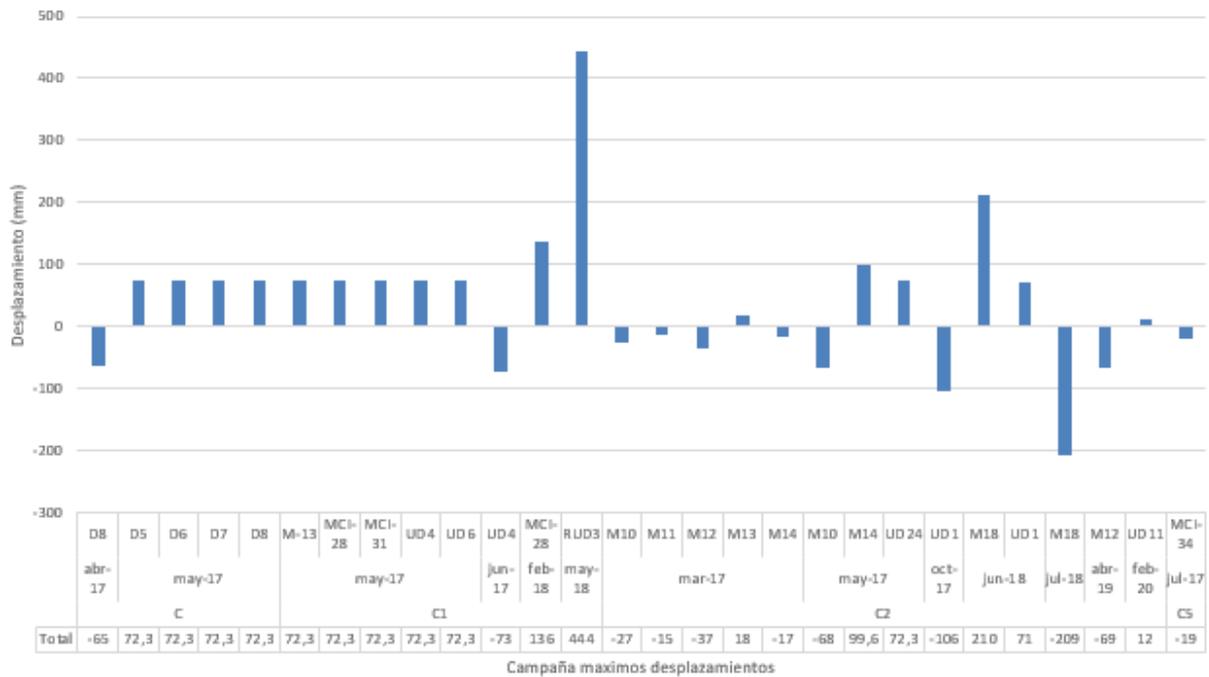


Imagen 19 máximos desplazamientos verticales sector La Carbonera

De las gráficas anteriores se observa que en 12 campañas se presentaron 28 lecturas por fuera de la tolerancia, teniendo que en el año del 2017 se presentaron la mayor cantidad con 18 desplazamiento por fuera de esta tolerancia para el sistema de alerta, situadas en su mayor parte en las zonas homogéneas C1 y C2, estas zonas se caracterizan por tener suelos coluviales y residuales que cubren un macizo de areniscas meteorizadas y fracturadas. Además, son zonas afectadas por vertimientos de aguas residuales, se presentan desplazamientos superficiales de suelos saturados y la formación incipiente de flujos, hay presencia de materiales de escombros asociados a los restos del programa de reubicación y materiales sueltos dejados por el movimiento inicial, adecuaciones morfológicas del terreno y área desconfiada en la corona del deslizamiento. También hay evidencias muy puntuales de saturación superficial de suelos coluviales.

Los movimientos son imperceptibles, se requiere de un control de los vertimientos, continuar con el programa de monitoreo instrumental, la velocidad es extremadamente lenta, fisuración de estructuras existentes por presiones laterales.

Desplazamientos mojones El Espino: en la siguiente grafica se presenta la variación de los desplazamientos horizontales y verticales de los mojones encontrados e instalados en el sector El Espino a lo largo del monitoreo que sobrepasaron la tolerancia y se hizo un seguimiento visual en campo.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático

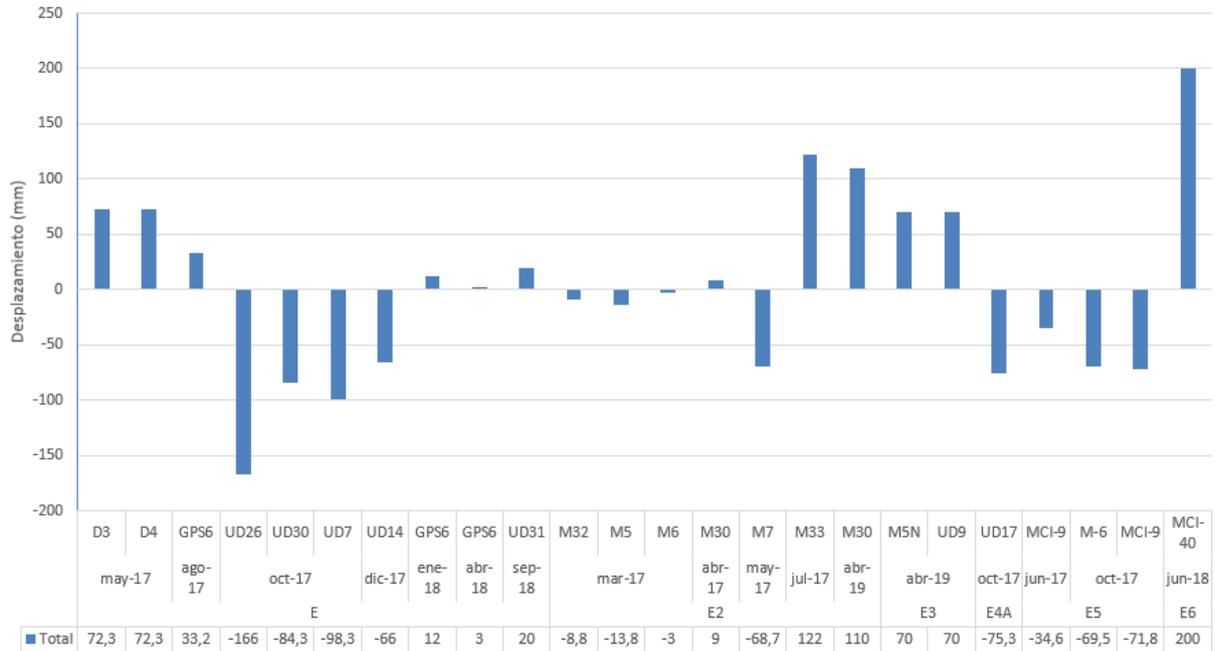
AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

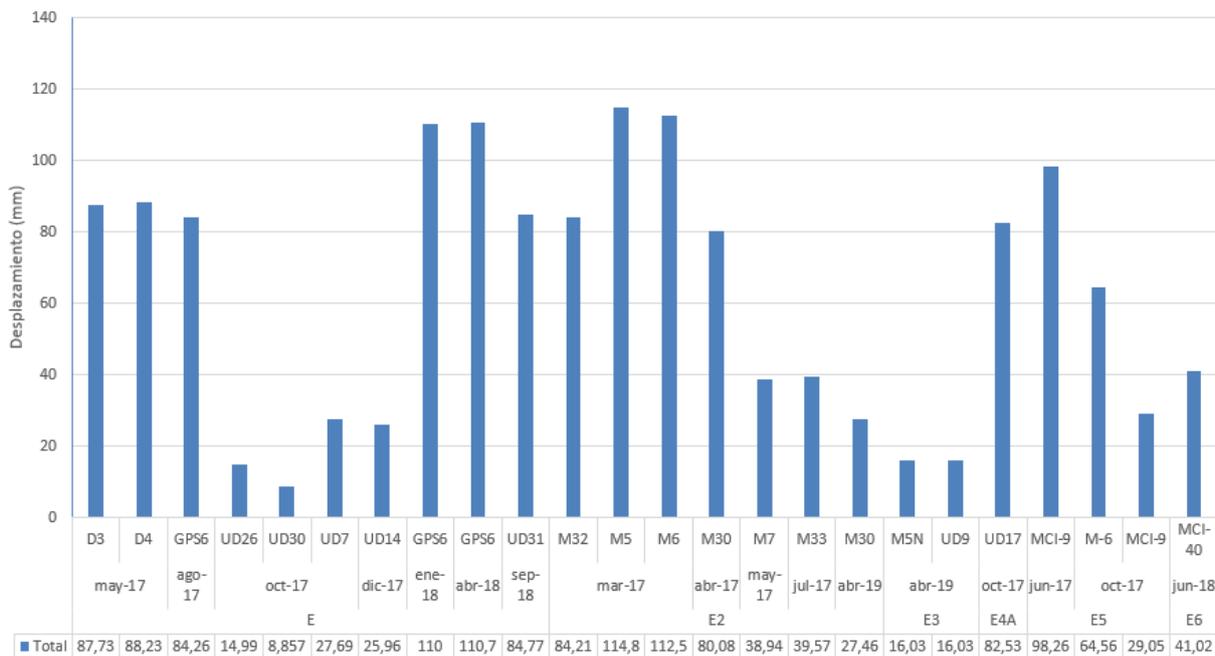
Diferencia toma de lectura Vertical (mm)



Campaña máximos desplazamientos

Imagen 20 máximos desplazamientos horizontales sector El Espino

Diferencia toma de lectura Horizontal (mm)



Campaña máximos desplazamientos

Imagen 21 máximos desplazamientos horizontales sector El Espino

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

De las gráficas anteriores se observa que en 13 campañas se presentaron 24 lecturas por fuera de la tolerancia, teniendo que en el año del 2017 se presentaron la mayor cantidad con 17 desplazamiento por fuera de esta tolerancia para el sistema de alerta, situadas en su mayor parte en las zonas homogéneas E1, E2, E3, E4A y E5 teniendo toda la parte sur del deslizamiento sobre la quebrada Santo Domingo, estas zonas se caracterizan por tener areniscas muy fracturadas, movimientos imperceptibles sin daño en la estructura de contención existente, para la parte media del deslizamiento se encuentra suelos y rocas disgregadas y desplazadas por el movimiento, apertura de grietas pre-existentes, para la parte baja se encuentra rocas disgregadas bloques de diferentes tamaños, desplazamiento con componente horizontal y vertical con zonas de antiguos frentes de cantera, deformación por presiones laterales.

Movimientos extremadamente lentos 5×10^{-7} mm/s, con aperturas de grietas en la parte media con alerta de reactivación del movimiento principal perceptibles al programa de instrumentación con desplazamientos hacia Noreste.

4.2 INFORME VUELO DRON

4.2.1 Metodología

- Distribución y toma de puntos de control
- Planificación de las misiones
- Ejecución de misiones
- Procesamiento de Imágenes

4.2.2 Descripción

4.2.2.1 Distribución y toma puntos de fotocontrol

La ubicación de los puntos de control fotogramétricos se realiza teniendo en cuenta el área del terreno y la visibilidad de cada punto al instante de la toma de la fotografía aérea. Se localizaron 10 puntos de control en la zona cercana al parque con equipos GPS doble frecuencia distribuidos de acuerdo con la Imagen 22.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

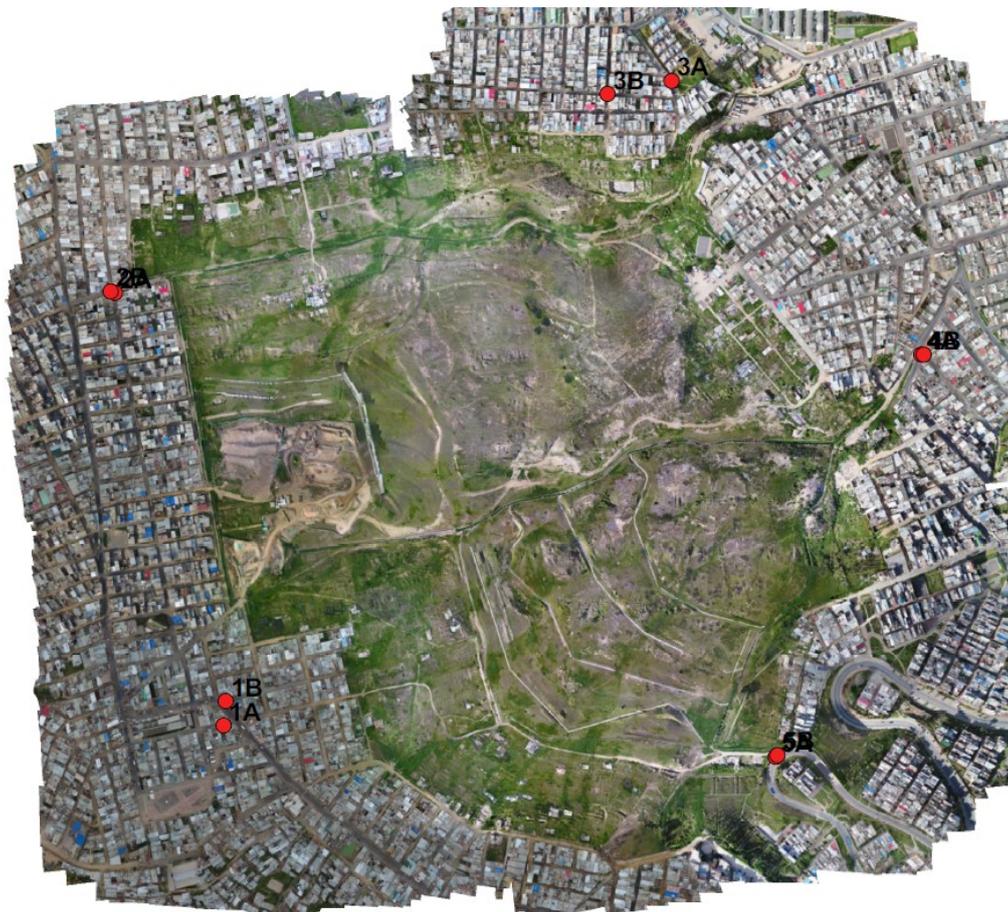


Imagen 22 Ubicación general puntos de fotocontrol



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 23 Poligonal puntos de fotocontrol

4.2.2.1.1 Cálculo puntos de foto control

Para el cálculo de los puntos de fotocontrol se tomó como base la estación permanente de Boga instalada en el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) teniendo en cuenta las coordenadas calculadas de dicha estación que se encuentran en el siguiente enlace: <http://www.sirgas.org/index.php?id=148>. Dichas coordenadas se encuentran en época 2013.0 y para el cálculo fue necesario pasarlo a la época de rastreo Noviembre de 2017.

Los puntos de referencia (rover) fueron medidos con una antena HI-TARGET V60 GNSS RTK; en campo cada punto se midió en un promedio de 30 minutos lo cual permitió el cálculo diferencial de cada una de las coordenadas que se muestra a continuación:

Tabla 12 Coordenadas calculadas

PUNTO	longitud	lat	ALTURA ELIPSOIDAL	ALTURA NIVELADA GPS
1A	74° 10' 42,53312" W	4° 34' 43,21560" N	2829,013	2808,030
1B	74° 10' 42,43913" W	4° 34' 44,32044" N	2828,744	2807,771
2A	74° 10' 47,41662" W	4° 35' 2,82362" N	2755,422	2734,529
2B	74° 10' 47,60824" W	4° 35' 2,88845" N	2755,035	2734,142
3A	74° 10' 22,41261" W	4° 35' 12,43018" N	2622,683	2601,790
3B	74° 10' 25,29172" W	4° 35' 11,84439" N	2637,843	2616,950
4A	74° 10' 11,19622" W	4° 35' 0,03147" N	2617,599	2596,646
4B	74° 10' 11,08771" W	4° 35' 0,02529" N	2617,996	2597,043
5A	74° 10' 17,73797" W	4° 34' 41,79427" N	2750,907	2729,894
5B	74° 10' 17,65653" W	4° 34' 41,86900" N	2750,683	2729,670



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

La altura sobre el nivel del mar de cada punto GPS se procesó a partir de la altura geométrica de la estación permanente tomada de la descripción del punto codazzi-2010, equivalente a la estación permanente Boga como se observa en la Tabla 12.

Tabla 13 Cálculo y ajuste de las alturas niveladas con GPS Fuente: DroneMaps (Dic 2017)

Punto	Altura Elip (h)	Altura Geoidal	Altura Nivelada	$Dh_i = h_{ri} - h_{Base}$	$DN_i = N_{Ri} - N_{Base}$	$DH_{GPSi} = Dh_i - DN_i$	$H^{\circ}_{GPSi} = h_{base} + DN_i$	$DH^{\circ}_{GPS} = DH_i - DH_{i-1}$	DH_{GPS} Corregido	H_{GPS} Final
BOGA	2609,815	26,22	2588,5520	0,0000	0,0000	0,0000				2588,552
1 ^a	2829,013	25,94	0,0000	219,1980	-0,2800	219,4780	2808,0300	219,4780	219,4780	2808,030
BOGA	2609,815	26,22	2588,5520	0,0000	0,0000	0,0000		-219,4780		2588,552
1B	2828,744	25,93	0,0000	218,9290	-0,2900	219,2190	2807,7710	219,2190	219,2190	2807,771
BOGA	2609,815	26,22	2588,5520	0,0000	0,0000	0,0000		-219,2190		2588,552
2 ^a	2755,422	25,85	0	145,6070	-0,3700	145,9770	2734,5290	145,9770	145,9770	2734,529
BOGA	2609,815	26,22	2588,5520	0,0000	0,0000	0,0000		-145,9770		2588,552
2B	2755,035	25,85	0	145,2200	-0,3700	145,5900	2734,1420	145,5900	145,5900	2734,142
BOGA	2609,815	26,22	2588,5520	0,0000	0,0000	0,0000		-145,5900		2588,552
3 ^a	2622,683	25,85	0	12,8680	-0,3700	13,2380	2601,7900	13,2380	13,2380	2601,790
BOGA	2609,815	26,22	2588,5520	0,0000	0,0000	0,0000		-13,2380		2588,552
3B	2637,843	25,85	0	28,0280	-0,3700	28,3980	2616,9500	28,3980	28,3980	2616,950
BOGA	2609,815	26,22	2588,5520	0,0000	0,0000	0,0000		-28,3980		2588,552
4 ^a	2617,599	25,91	0	7,7840	-0,3100	8,0940	2596,6460	8,0940	8,0940	2596,646
BOGA	2609,815	26,22	2588,5520	0,0000	0,0000	0,0000		-8,0940		2588,552
4B	2617,996	25,91	0	8,1810	-0,3100	8,4910	2597,0430	8,4910	8,4910	2597,043
BOGA	2609,815	26,22	2588,5520	0,0000	0,0000	0,0000		-8,4910		2588,552
5 ^a	2750,907	25,97	0	141,0920	-0,2500	141,3420	2729,8940	141,3420	141,3420	2729,894
BOGA	2609,815	26,22	2588,5520	0,0000	0,0000	0,0000		-141,3420		2588,552
5B	2750,683	25,97	0	140,8680	-0,2500	141,1180	2729,6700	141,1180	141,1180	2729,670
BOGA	2609,815	26,22	2588,5520	0,0000	0,0000	0,0000		-141,1180		2588,552

A continuación, se presenta las fichas técnicas con la descripción de cada punto de control fotogramétrico:



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

DESCRIPCION PUNTOS DE FOTOCONTROL		FECHA (dd/mm/aaaa): 06/12/2017
LOCALIZACION 	Datos Generales	
	Denominación Punto:	GPS 001A
	Region:	Parque La Estancia - Ciudad Bolivar
	Departamento:	Cundinamarca
	Municipio:	Bogotá
	Fecha de Procesamiento (dd/mm/aaaa):	15/12/2017
	Sistema de Coordenadas:	WGS 1984
	Datos Equipo Vertice Geodesico	
	Reference:BOGA	
	Receivier type/S/N:	GRX1200 / 454313
	Antenna type/S/N:	ATS04 / -
	Antenna height:	1.3720 m
	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
	4° 34' 43,21560" N	74° 10' 42,53312" W
	Altura Elip	2829,013
VISTA AEREA 	Norte	Este
	998062,3611	988795,3076
	Alt Nivelada GPS	2808,03
	Descripcion de localizacion Punto	
	El punto GPS 001A se localiza en la Calle 68 b sur con Carrera 76, el Barrio San Antonio del Mirador, cerca al paradero de SITP, en el costado Sur Oriental del Parque cerca de la entrada principal del parque	
	Observo:	Reviso
	Omar Castañeda	Antonio Camargo

Imagen 24 Ficha técnica punto de fotocontrol 01^a

DESCRIPCION PUNTOS DE FOTOCONTROL		FECHA (dd/mm/aaaa): 06/12/2017
LOCALIZACION 	Datos Generales	
	Denominación Punto:	GPS 001B
	Region:	Parque La Estancia - Ciudad Bolivar
	Departamento:	Cundinamarca
	Municipio:	Bogotá
	Fecha de Procesamiento (dd/mm/aaaa):	15/12/2017
	Sistema de Coordenadas:	WGS 1984
	Datos Equipo Vertice Geodesico	
	Reference:BOGA	
	Receivier type/S/N:	GRX1200 / 454313
	Antenna type/S/N:	ATS04 / -
	Antenna height:	1.3720 m
	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
	4° 34' 44,32044" N	74° 10' 42,43913" W
	Altura Elip	2828,744
VISTA AEREA 	Norte	Este
	998096,2981	988798,2096
	Alt Nivelada	2807,771
	Descripcion de localizacion Punto	
	El punto GPS 001B se localiza en la Calle 68 C sur con Transversal 76 B, el Barrio San Antonio del Mirador, cerca al paradero de SITP, en el costado Sur Oriental del Parque de la entrada principal del parque	
	Observo:	Reviso
	Omar Castañeda	Antonio Camargo

Imagen 25 Ficha técnica punto de fotocontrol 1B



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

DESCRIPCION PUNTOS DE FOTOCONTROL		FECHA (dd/mm/aaaa): 06/12/2017	
LOCALIZACION		Datos Generales	
	Denominacion Punto:	GPS 002A	
	Region:	Parque La Estancia - Ciudad Bolivar	
	Departamento:	Cundinamarca	
	Municipio:	Bogotá	
	Fecha de Procesamiento (dd/mm/aaaa):	15/12/2017	
	Sistema de Coordenadas:	WGS 1984	
Datos Equipo Vertice Geodesico		Reference:BOGA	
Receivier type/S/N:	GRX1200 / 454313		
Antenna type/S/N:	ATS04 / -		
Antenna height:	1.3720 m		
Coordenadas			
Latitud	Longitud	Altura Elip	
4° 35' 2,82362" N	74° 10' 47,41662" W	2755,422	
Norte		Este	
998664,6838	988644,8641	Alt Nivelada	
2734,529		Descripcion de localizacion Punto	
El punto GPS 002A se localiza sobre la Carrera 77a con Calle 64bis Sur, en la esquina sur occidental del Parque, en el barrio Espino I			
Observo:		Reviso	
Omar Castañeda		Antonio Camargo	

Imagen 26 Ficha técnica punto de fotocontrol 2ª

DESCRIPCION PUNTOS DE FOTOCONTROL		FECHA (dd/mm/aaaa): 06/12/2017	
LOCALIZACION		Datos Generales	
	Denominacion Punto:	GPS 002B	
	Region:	Parque La Estancia - Ciudad Bolivar	
	Departamento:	Cundinamarca	
	Municipio:	Bogotá	
	Fecha de Procesamiento (dd/mm/aaaa):	15/12/2017	
	Sistema de Coordenadas:	WGS 1984	
Datos Equipo Vertice Geodesico		Reference:BOGA	
Receivier type/S/N:	GRX1200 / 454313		
Antenna type/S/N:	ATS04 / -		
Antenna height:	1.3720 m		
Coordenadas			
Latitud	Longitud	Altura Elip	
4° 35' 2,88845" N	74° 10' 47,60824" W	2755,035	
Norte		Este	
998666,676	988638,9579	Alt Nivelada	
2734,142		Descripcion de localizacion Punto	
El punto GPS 002B se localiza sobre la Calle 64bis Sur con Carrera 77a, en la esquina sur occidental del Parque, en el barrio Espino I			
Observo:		Reviso	
Omar Castañeda		Antonio Camargo	

Imagen 27 Ficha técnica punto de fotocontrol 2B



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

DESCRIPCION PUNTOS DE FOTOCONTROL		FECHA (dd/mm/aaaa): 06/12/2017	
LOCALIZACION 	Datos Generales		
	Denominacion Punto:	GPS 003A	
	Region:	Parque La Estancia - Ciudad Bolivar	
	Departamento:	Cundinamarca	
	Municipio:	Bogotá	
	Fecha de Procesamiento (dd/mm/aaaa):	15/12/2017	
	Sistema de Coordenadas:	WGS 1984	
	Datos Equipo Vertice Geodesico		
	Reference:BOGA		
	Receivier type/S/N:	GRX1200 / 454313	
	Antenna type/S/N:	ATS04 / -	
	Antenna height:	1.3720 m	
	Coordenadas		
	Latitud	Longitud	Altura Elip
	4° 35' 12,43018" N	74° 10' 22,41261" W	2622,683
Descripcion de localizacion Punto			
El punto GPS 003A se localiza en la Calle 63 Sur con Carrera 74 c Bis, costado occidental del Parque, en el Barrio Perdomo Alto			
Observo: Omar Castañeda		Reviso Antonio Camargo	

Imagen 28 Ficha técnica punto de fotocontrol 3ª

DESCRIPCION PUNTOS DE FOTOCONTROL		FECHA (dd/mm/aaaa): 06/12/2017	
LOCALIZACION 	Datos Generales		
	Denominacion Punto:	GPS 003B	
	Region:	Parque La Estancia - Ciudad Bolivar	
	Departamento:	Cundinamarca	
	Municipio:	Bogotá	
	Fecha de Procesamiento (dd/mm/aaaa):	15/12/2017	
	Sistema de Coordenadas:	WGS 1984	
	Datos Equipo Vertice Geodesico		
	Reference:BOGA		
	Receivier type/S/N:	GRX1200 / 454313	
	Antenna type/S/N:	ATS04 / -	
	Antenna height:	1.3720 m	
	Coordenadas		
	Latitud	Longitud	Altura Elip
	4° 35' 11,84439" N	74° 10' 25,29172" W	2637,843
Descripcion de localizacion Punto			
El punto GPS 003B se localiza en la Carrera 74 entre Calles 62 k Sur y 63 Sur, costado occidental del Parque, en el Barrio Perdomo Alto			
Observo: Omar Castañeda		Reviso Antonio Camargo	

Imagen 29 Ficha técnica punto de fotocontrol 3B



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

DESCRIPCION PUNTOS DE FOTOCONTROL		FECHA (dd/mm/aaaa): 06/12/2017	
LOCALIZACION 	Datos Generales		
	Denominacion Punto:	GPS 004A	
	Region:	Parque La Estancia - Ciudad Bolivar	
	Departamento:	Cundinamarca	
	Municipio:	Bogotá	
	Fecha de Procesamiento (dd/mm/aaaa):	15/12/2017	
	Sistema de Coordenadas:	WGS 1984	
	Datos Equipo Vertice Geodesico		
	Reference:BOGA		
	Receivier type/S/N:	GRX1200 / 454313	
	Antenna type/S/N:	ATS04 / -	
	Antenna height:	1.3720 m	
	Coordenadas		
	Latitud	Longitud	Altura Elip
	4° 35' 0,03147" N	74° 10' 11,19622" W	2617,599
VISTA AEREA 	Norte	Este	Alt Nivelada
	998941,6812	989326,8762	2596,646
	Descripcion de localizacion Punto		
	El punto GPS 004A se localiza en la Transversal 73 d Bis A con Diagonal 66 Sur, el Ismael Perdomo, costado norte del Parque		
	Observo:	Reviso	
	Omar Castañeda	Antonio Camargo	

Imagen 30 Ficha técnica punto de fotocontrol 4ª

DESCRIPCION PUNTOS DE FOTOCONTROL		FECHA (dd/mm/aaaa): 06/12/2017	
LOCALIZACION 	Datos Generales		
	Denominacion Punto:	GPS 004B	
	Region:	Parque La Estancia - Ciudad Bolivar	
	Departamento:	Cundinamarca	
	Municipio:	Bogotá	
	Fecha de Procesamiento (dd/mm/aaaa):	15/12/2017	
	Sistema de Coordenadas:	WGS 1984	
	Datos Equipo Vertice Geodesico		
	Reference:BOGA		
	Receivier type/S/N:	GRX1200 / 454313	
	Antenna type/S/N:	ATS04 / -	
	Antenna height:	1.3720 m	
	Coordenadas		
	Latitud	Longitud	Altura Elip
	4° 35' 0,02529" N	74° 10' 11,08771" W	2617,996
VISTA AEREA 	Norte	Este	Alt Nivelada
	998959,6631	989326,8762	2597,043
	Descripcion de localizacion Punto		
	El punto GPS 004B se localiza sobre la Diagonal 66 Su con rTransversal 73 d Bis A, el Ismael Perdomo, costado norte del Parque		
	Observo:	Reviso	
	Omar Castañeda	Antonio Camargo	

Imagen 31 Ficha técnica punto de fotocontrol 4B



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

DESCRIPCION PUNTOS DE FOTOCONTROL		FECHA (dd/mm/aaaa): 06/12/2017	
LOCALIZACION 	Datos Generales		
	Denominacion Punto:	GPS 005A	
	Region:	Parque La Estancia - Ciudad Bolivar	
	Departamento:	Cundinamarca	
	Municipio:	Bogotá	
	Fecha de Procesamiento (dd/mm/aaaa):	15/12/2017	
	Sistema de Coordenadas:	WGS 1984	
	Datos Equipo Vertice Geodesico		
	Reference:BOGA		
	Receivier type/S/N:	GRX1200 / 454313	
	Antenna type/S/N:	ATS04 / -	
	Antenna height:	1.3720 m	
	Coordenadas		
	Latitud	Longitud	Altura Elip
	4° 34' 41,79427" N	74° 10' 17,73797" W	2750,907
	Norte	Este	Alt Nivelada
	998578,5753	989764,6505	2729,894
VISTA AEREA 	Descripcion de localizacion Punto		
	El punto GPS 005A se localiza en la Calle 75 b sur con Carrera 73 p, el Barrio Sierra Morena, sobre la entrada Oriental del parque		
	Observo:	Reviso	
	Omar Castañeda	Antonio Camargo	

Imagen 32 Ficha técnica punto de fotocontrol 5ª

DESCRIPCION PUNTOS DE FOTOCONTROL		FECHA (dd/mm/aaaa): 06/12/2017	
LOCALIZACION 	Datos Generales		
	Denominacion Punto:	GPS 005B	
	Region:	Parque La Estancia - Ciudad Bolivar	
	Departamento:	Cundinamarca	
	Municipio:	Bogotá	
	Fecha de Procesamiento (dd/mm/aaaa):	15/12/2017	
	Sistema de Coordenadas:	WGS 1984	
	Datos Equipo Vertice Geodesico		
	Reference:BOGA		
	Receivier type/S/N:	GRX1200 / 454313	
	Antenna type/S/N:	ATS04 / -	
	Antenna height:	1.3720 m	
	Coordenadas		
	Latitud	Longitud	Altura Elip
	4° 34' 41,86900" N	74° 10' 17,65653" W	2750,683
	Norte	Este	Alt Nivelada
	998578,7655	989761,3058	2729,67
VISTA AEREA 	Descripcion de localizacion Punto		
	El punto GPS 005B se localiza en la Calle 75 b sur con Carrera 73 p, el Barrio Sierra Morena, sobre el andén de la entrada Oriental del parque		
	Observo:	Reviso	
	Omar Castañeda	Antonio Camargo	

Imagen 33 Ficha técnica punto de fotocontrol 5B

4.2.2.2 Planificación de las misiones

Para los vuelos no fue necesario tener en cuenta el relieve, ya que se puso en funcionamiento el software UGCS, el cual permite incorporar un modelo de elevación para que la programación del recorrido del drone no sea solamente en X, Y sino que también siga una altura de vuelo constante con respecto al terreno, lo que permitió reducir el número de misiones.



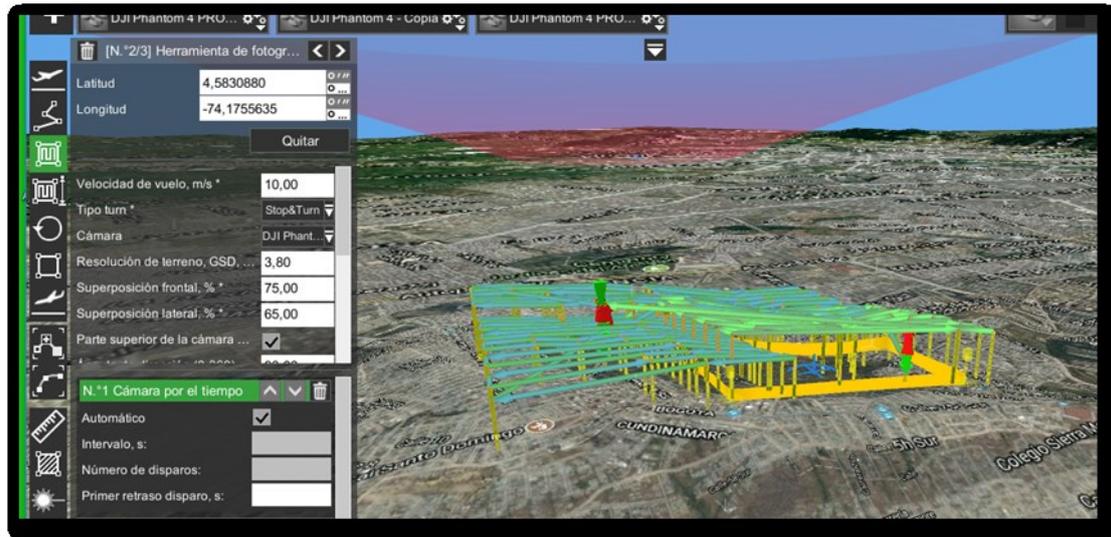
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



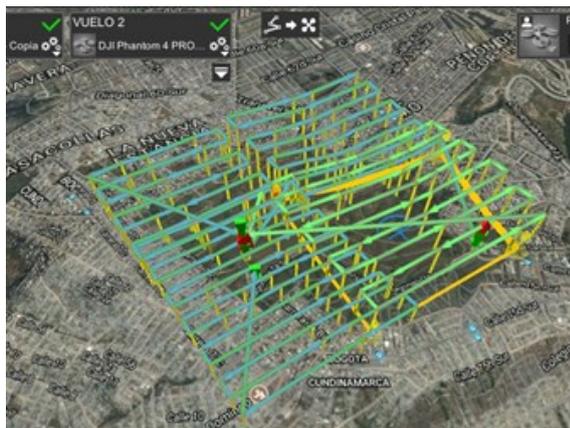
UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



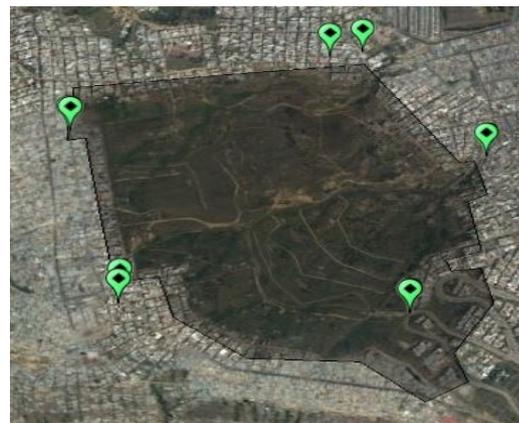
Identificados los demás aspectos: geomorfológicos, logísticos, meteorológicos, riesgos y de seguridad se determinaron inicialmente 4 misiones.

4.2.2.3 Ejecución de misiones

Dentro de los protocolos de vuelo se realiza la calibración de instrumentos (compás del Drone) y se realiza un vuelo de reconocimiento evaluando también fiabilidad de la carga en las baterías y la selección de las zonas o puntos iniciales de despegue. Para garantizar la inclusión de los puntos de control en la ortofoto, fue necesario ampliar el cubrimiento de las misiones (Fotografía 3)



Fotografía 2 Planificación del vuelo



Fotografía 3 Vuelo de reconocimiento

Teniendo en cuenta lo anterior se debió duplicar el número de misiones a 8 vuelos con una altura promedio de 120 metros con el fin de garantizar un GSD (distancia entre centros de pixel) menor a 5 cm.

El monitoreo y evaluación tanto de las misiones de vuelo como de la toma de fotografías se realizó en tiempo real, logrando identificar y resolver los imprevistos presentados por la interferencia de las ondas de radio de las antenas de la zona y relieve.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

- Pérdida de la señal de conexión entre el drone y el control terrestre debido al encañonamiento
- Pérdida de la señal de conexión entre el drone y el control terrestre por interferencia debido a antenas de telecomunicaciones cercanas.

4.2.2.4 Procesamiento de imágenes

4.2.2.4.1 Clasificación de fotos

En este punto se verifica cada fotografía realizando el control de calidad en donde se eliminan las imágenes con algún tipo de distorsión, desenfoque, cambio de rumbo o de los objetos en movimientos.



Imagen 34 Ejemplo de fotografía distorsionada



Imagen 35 Ejemplo de fotografía errada

Se capturaron 2143 fotografías, de las cuales 2140 continuaron al proceso de orientación, cumpliendo con las características necesarias de los requerimientos del software con un tamaño de pixel de 1,56 x1,56 μm .

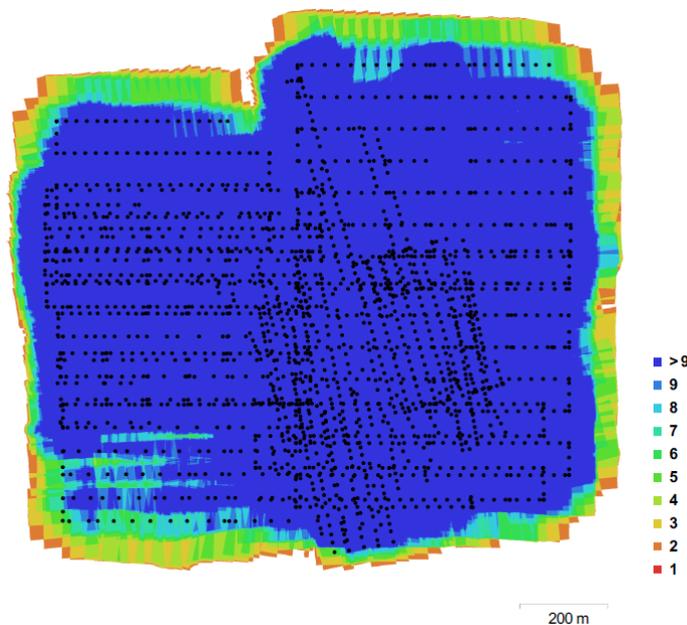


Imagen 36 Centros de fotografías y traslape



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

En la imagen se observa el nivel de traslape entre las imágenes, siendo 1 un traslape malo y >9 un traslape muy bueno.

4.2.2.4.2 Corrección radiométrica

En esta etapa se equilibran los niveles digitales de cada fotografía.



Imagen 37 Ejemplo de alteración en la resolución espacial en la triangulación automática.

4.2.2.4.3 Validación puntos de control

Se evalúa el error medio cuadrático para la elección de los puntos de control finales que georreferenciarán la ortofoto. El vector resultante del error medio cuadrático en X, Y y Z corresponde a 4,06 centímetros.

Tabla 14 Tabla del error medio cuadrático indicada por el software

Nombre	Error X (cm)	Error Y (cm)	Error Z (cm)	Total (cm)	Imagen (pix)
1A	0.0296815	2.06013	3.78124	4.30613	0.593 (8)
1B	-1.4691	-2.70857	-4.08227	5.11464	0.337 (6)
2A	3.40298	-1.13363	0.159874	3.59039	0.445 (39)
2B	-2.51769	0.628795	-0.456713	2.63491	0.467 (36)
3A	-0.873807	-0.283086	0.534171	1.06255	0.278 (13)
3B	1.07868	0.556479	-0.679457	1.391	0.352 (8)
4A	-0.816259	-1.34131	0.951048	1.83572	0.328 (21)
4B	1.34201	1.3775	-0.791781	2.07976	0.367 (20)
5A	4.85277	4.89924	-0.135487	6.89712	0.976 (25)
5B	-5.02154	-4.06079	-0.487852	6.47641	0.721 (26)
Total	2.70625	2.40499	1.83662	4.05967	0.560

4.2.2.4.4 Aerotriangulación

Se extiende el control terrestre a través de fajas o bloques de fotos como se observa en la Imagen 38.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

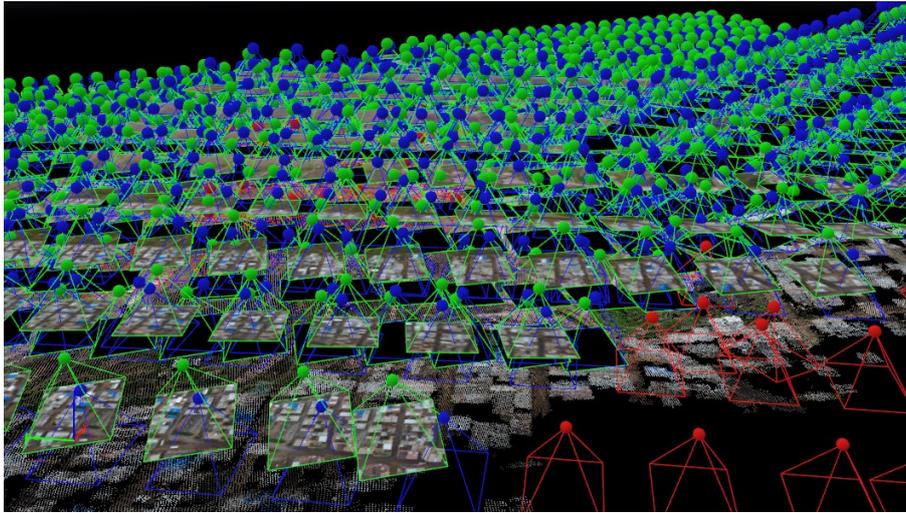


Imagen 38 Modelo de Aerotriangulación

4.2.2.4.5 Modelo Digital de Elevaciones (MDE)

Se generó la nube de puntos con los siguientes resultados

Densidad de puntos: 30,2 puntos/ Metro²

Total puntos en la nube: 70'892.209

Se realizó un proceso semiautomático supervisado donde se clasificaron los elementos existentes sobre el suelo desnudo en la nube de puntos. Adicionalmente se capturaron breaklines o líneas de quiebre para la depuración del Modelo Digital de Terreno.

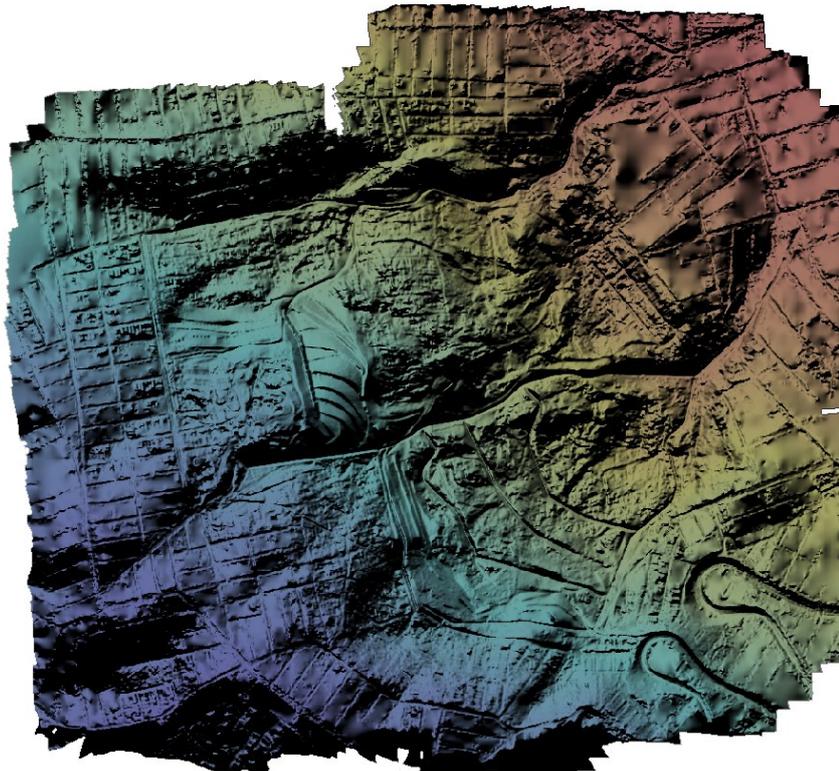


Imagen 39 Modelo digital de elevaciones



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Por otra parte, con la interpolación del anterior modelo de terreno se generan las curvas de nivel como se observa en la imagen.

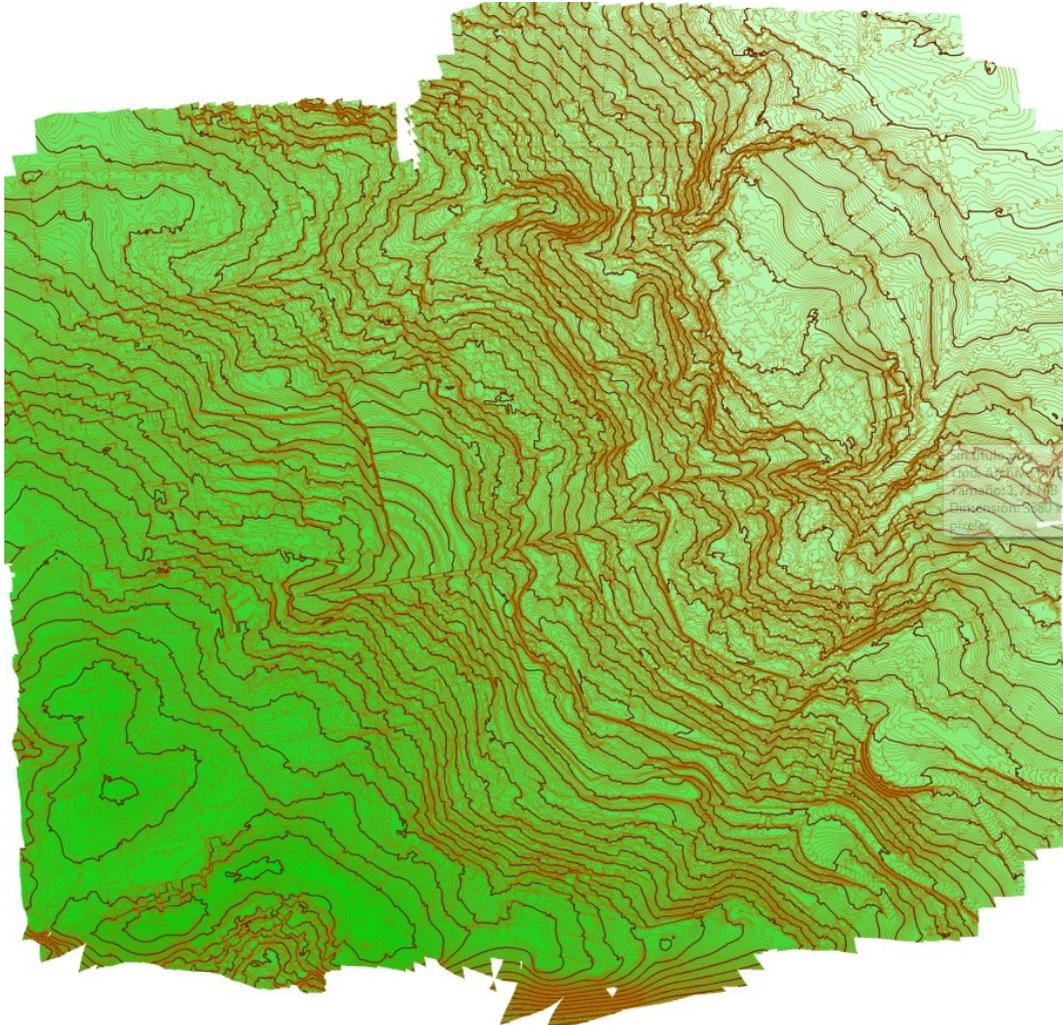


Imagen 40 Curvas de nivel

4.2.2.4.6 Ortofotomosaico

Consiste en la orto rectificación de imágenes individuales que se hace a partir del modelo digital de superficie. Luego se genera el mosaico de imágenes donde se ensamblan completamente generando una imagen sin distorsiones geométricas y de escalas inherentes en las fotografías producto de las variaciones topográficas, de altura e inclinación del sensor como se observa a continuación.

<u>Fecha toma Ortofotomosaico</u>
Noviembre 2016
Junio 2017
Diciembre 2017



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**

Agosto 2018

Febrero 2019

Agosto 2019



Imagen 41 Ortorectificado noviembre 2016

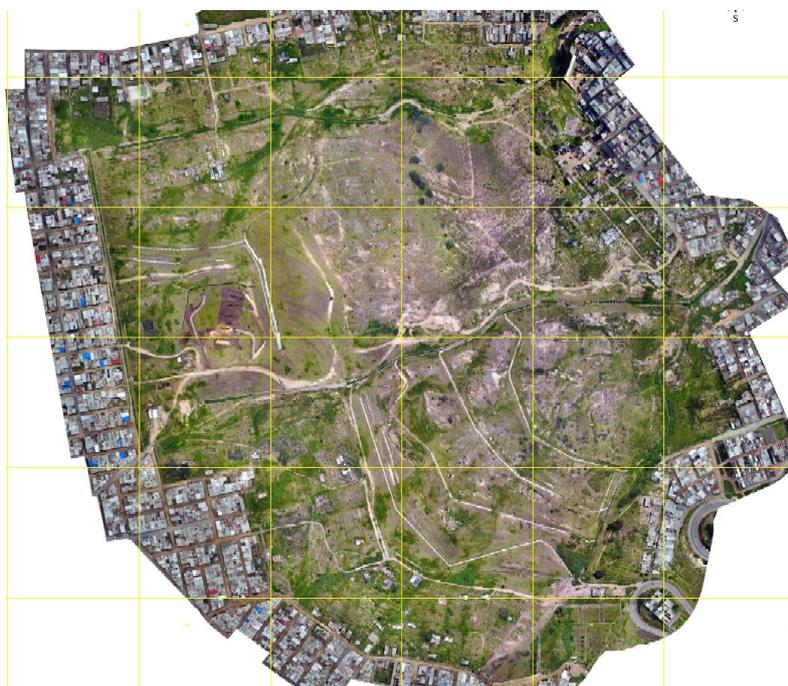


Imagen 42 Ortorectificado junio 2017



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

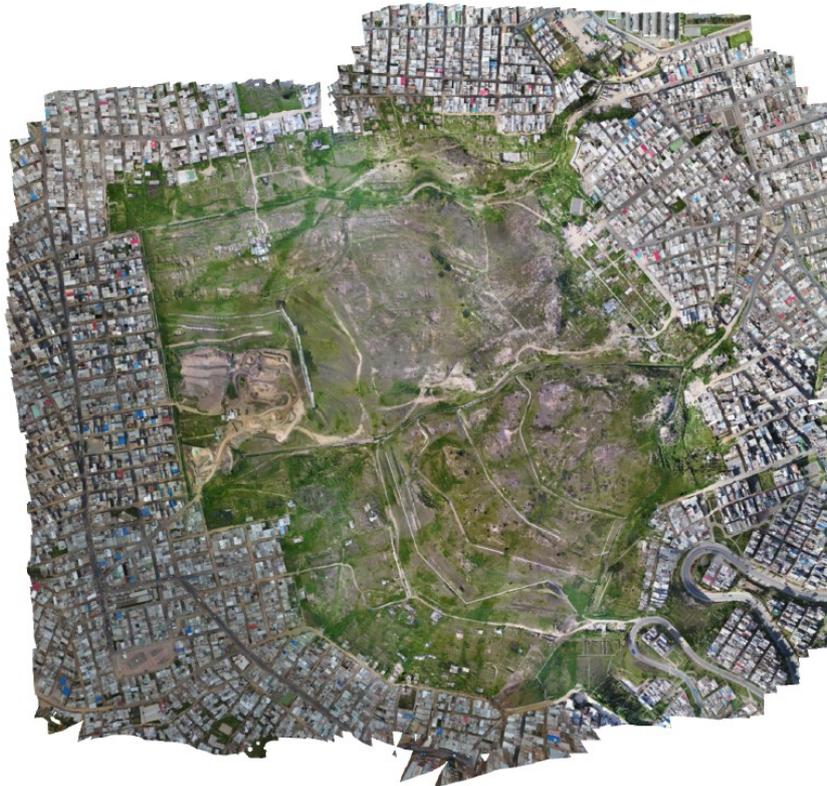


Imagen 43 Ortorectificado diciembre 2017



Imagen 44 Ortorectificado agosto 2018



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 45 Ortofotomosaico febrero 2019



Imagen 46 Ortofotomosaico agosto 2019

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4.2.3 Equipo de trabajo

4.2.3.1 Equipos GPS:

Para el posicionamiento de los puntos de fotocontrol se utilizaron equipos GPS (Global Positioning System) que son equipos que permiten el cálculo diferencial a partir de una estación base con coordenadas conocidas y está dotada de un receptor GNSS. Mediante el programa de procesamiento Leica GeoOffice se realizaron las correcciones diferenciales para cada una de las lecturas de los puntos de fotocontrol, para determinar precisamente sus posiciones.

Los equipos GPS utilizados fueron dos antenas HI-TARGET V60 GNSS RTK, cada punto se midió en promedio 30 minutos lo cual permitió el cálculo diferencial de cada una de las coordenadas.



Imagen 47 Equipo GPS

4.2.3.2 Características del Drone:

La aeronave no tripulada o drone utilizada para el levantamiento fotogramétrico es un DJI Phantom 4 Professional el cual tiene las siguientes especificaciones:

- ✓ Peso (Batería y Hélices Incluidas): 1380 g
- ✓ Tamaño Diagonal (Hélices Excluidas): 350 mm
- ✓ Velocidad Máx. En Ascenso: 6 m/s (modo Sport)
- ✓ Velocidad Máx. En Descenso: 4 m/s (modo Sport)
- ✓ Velocidad Máx: 72 Km/h (modo Sport)
50 Km/h (modo P)
- ✓ Altura Max. de Servicio sobre el Nivel del Mar: 6000 m
- ✓ Máx. Duración de Vuelo: Aproximadamente 30 minutos
- ✓ Temperatura de Funcionamiento: de 0°C a 40°C
- ✓ Modo GPS: GPS / GLONASS
- ✓ Precisión en Vuelo Estacionario Vertical:
 - +/- 0.1 m (si el Posicionamiento Visual está activado)
 - o +/-0.5 m
- Horizontal:
 - +/- 0.3 m (si el Posicionamiento Visual está activado)
 - o +/-1.5 m

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

- ✓ Sensor ½.3" Píxeles efectivos: 12.4M
- ✓ Objetivo: FOV 94° 20 mm (35 mm formato equivalente)
f/2.8, enfoque a ∞
- ✓ Rango ISO 100-3200 (vídeo) 100-1600 (foto)
- ✓ Velocidad Del Obturador 8s -1/8000s
- ✓ Tamaño Máx. de Imagen 4000×3000
- ✓ Modos de Fotografía
Disparo único
Disparo en ráfaga: 3/5/7 disparos
- ✓ Exposición Automática en Horquillado (AEB): 3/5
Horquilla de Exposición a 0.7EV Bias
Intervalo
HDR
- ✓ Modos de Vídeo UHD: 4096×2160 (4K) 24 / 25p
3840×2160 (4K) 24 / 25 / 30p
2704×1520 (2.7K) 24 / 25 / 30p
FHD: 1920×1080 24 / 25 / 30 / 48 / 50 / 60 / 120p
HD: 1280×720 24 / 25 / 30 / 48 / 50 / 60p
- ✓ Tasa de Bits Máx. de Almacenamiento de Vídeo 60 Mbps
- ✓ Formatos de Archivo Admitidos FAT32 (≤ 32 GB); exFAT (> 32 GB)
- ✓ Tipos de Tarjetas SD Compatibles Micro SD
- ✓ Capacidad Máx.: 64 GB. Clase 10 ó UHS-1 valoración requerida
- ✓ Temperatura de Funcionamiento de 0°C a 40°C
- ✓ Rango de Velocidad ≤10 m/s (2m sobre el suelo)
- ✓ Rango de Altitud 0 - 10 m
- ✓ Rango de Operación 0 - 10 m
- ✓ Entorno Operativo Superficie con un patrón definido y una iluminación adecuada (Lux > 15)
- ✓ Voltaje 17.4 V
- ✓ Potencia Nominal 100 W
- ✓ Rango de Control Grado de inclinación de -90° a +30°
- ✓ Estabilización 3 ejes (mov. horizontal, mov. vertical y rotación)

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

- ✓ Rango de Detección de Obstáculos 0.7 - 15 m
- ✓ Entorno Operativo Superficies con un patrón definido y una iluminación adecuada (Lux > 15)

4.2.3.3 En cuanto al mando de control remoto:

- ✓ Frecuencia 2.400 GHz - 2.483 GHz
- ✓ Distancia Máxima Según normas FCC: 5 km (3.1 millas);
- ✓ Según normas CE: 3.5 km (2.2 millas) (sin obstáculos ni interferencias)
- ✓ Temperatura de Funcionamiento de 0°C a 40°C
- ✓ Batería 6000 mAh LiPo 2S
- ✓ Soporte para Dispositivo Móvil Para tableta o teléfono móvil
- ✓ Transmisor de Potencia (PIRE)
 - FCC: 23 dBm
 - CE: 17 dBm
- ✓ Voltaje de Funcionamiento 1.2 A @7.4 V

4.2.3.4 En cuanto a la batería de vuelo inteligente:

- ✓ Capacidad 5350 mAh
- ✓ Voltaje 17.5 V
- ✓ Tipo de Batería LiPo 4S
- ✓ Energía 81.3 Wh
- ✓ Peso Neto 462 g
- ✓ Temperatura de Funcionamiento de -10°C a 40°C
- ✓ Potencia de Carga Máx. 100 W

4.2.4 Software

UGCS FOR SURVERING.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

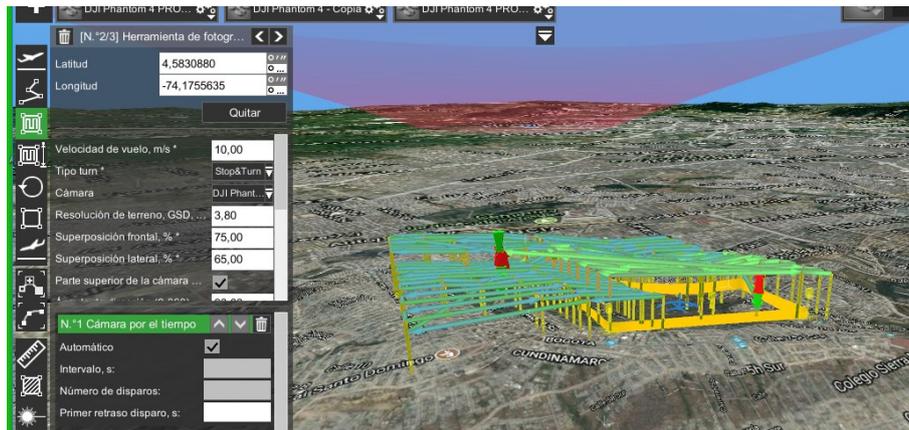


Imagen 48 Planeación en UgCS
Fuente: DroneMaps (Dic 2017)



Imagen 49 Planeación en UgCS
Fuente: DroneMaps (Dic 2017)

4.2.5 Resultados

Se realizaron 6 vuelos con Dron que permitieron generar ortofotomosaico detallado, información insumos para los demás análisis técnicos. Las áreas cubiertas en las 6 ortofotos fueron similares, de tal forma que permiten ser comparadas temporalmente.

4.3 INFORME DE RECORRIDOS DE CAMPO Y MONITOREO GEOTÉCNICO

El presente informe contiene los resultados obtenidos de las visitas realizadas al polígono e inspección visual, a los puntos de control, las mediciones de la instrumentación instalada y reconocimiento de los cambios superficiales, listando los hallazgos más relevantes del área de monitoreo.

Además, se incluyen las actividades y resultados asociados a la zonificación geológica geotécnica para el área de estudio con base en los resultados de la instrumentación, las características geomecánicas de los materiales, la evolución de los procesos morfodinámicos, y una serie de criterios que brindaron el soporte necesario para la

actualización de la zonificación de las áreas con mayor potencialidad por fenómenos de remoción en masa.

4.3.1 Crecimiento de asentamientos humanos dentro del polígono de estudio.

Dentro de los recorridos y haciendo una comparación multitemporal de las fotos aéreas, se ha visto un aumento en el crecimiento de asentamientos humanos anual en el año 2017 dentro del polígono del 5% (área de color rojo) con respecto al área que ocupaban en el año 2016.

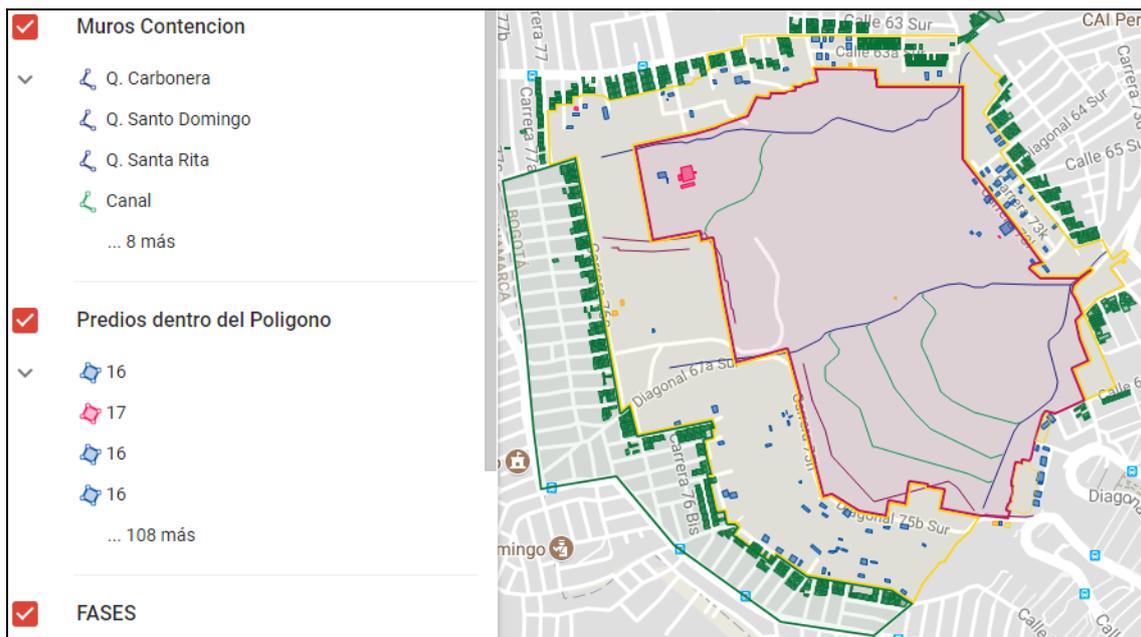


Imagen 50 Localización asentamientos humanos dentro del polígono año 2017

Para el año 2018 el crecimiento de asentamientos humanos dentro del polígono es del 23,82%, con respecto al área ocupada en el mes de diciembre de 2016 concentrando mayormente este crecimiento en el deslizamiento el Espino.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

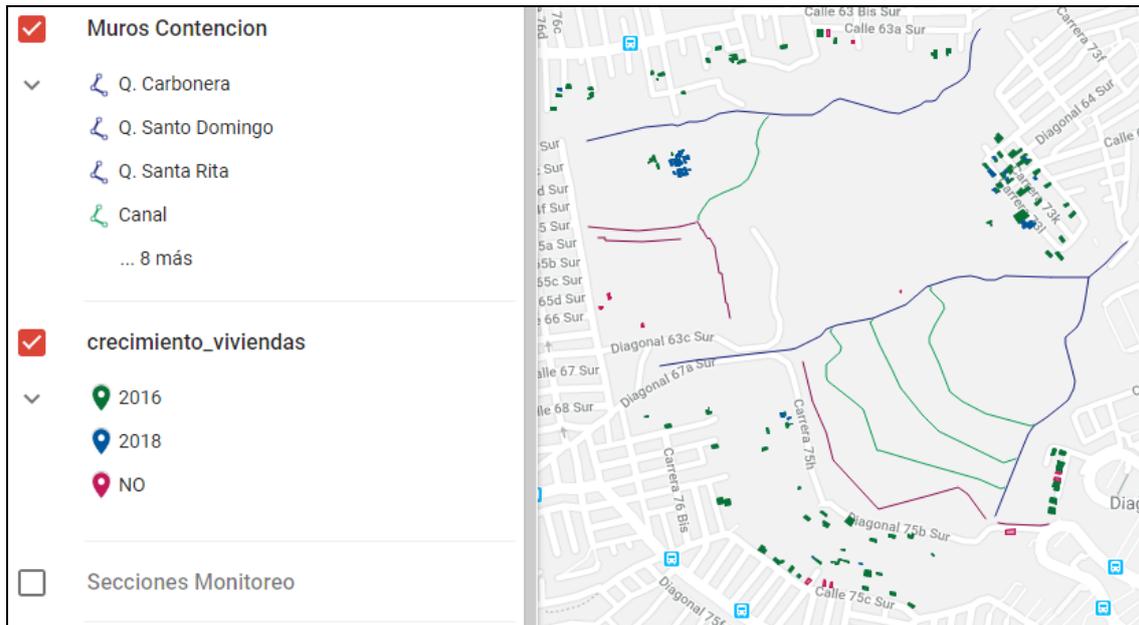


Imagen 51 Evolución asentamientos humanos dentro del polígono Altos de la Estancia año 2018

Por ultimo para el año 2019 se ha evidenciado un aumento en el crecimiento de asentamientos humanos dentro del polígono del 29.3%, con respecto al área ocupada en el mes de diciembre de 2016.

En la siguiente imagen se representa la evolución en el crecimiento de los asentamientos humanos desde diciembre de 2016(verde), agosto de 2018(azul) y hasta julio del 2019(morado), representando las zonas de color verde como los asentamientos foto identificados en el comienzo del estudio, las zonas de color azul como el incremento de estas zonas del mes de agosto de 2018, las zona de color morado identificadas en la última ortofoto del mes de julio de 2019 y las zonas de color rojo como las zonas que fueron desalojadas. (Ver Anexo\21. Feb (18-02-2020) \Evolución Viviendas Oct 2019).



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 52 Evolución asentamientos humanos dentro del polígono Altos de la Estancia año 2019

Se presenta a continuación tabla de áreas ocupadas por asentamiento humano.

Tabla 15 áreas ocupadas por asentamientos humanos

Observación	Área (m2)	Porcentaje
2016	7315,69	100,00%
2018	9058,88	123,82%
2019	9171.03	125.36%
Crecimiento	2144.23	29,30%
Desalojado	1454.32	19,87%



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 53 Foto aérea 2016



Imagen 54 Foto aérea 2018



Imagen 55 Foto aérea 2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 56 Crecimiento viviendas y dinámica de la zona 2016-2018

La concentración de viviendas dentro del polígono de estudio coincide mayormente con los escarpes que marcan la dinámica de la zona, y as u vez esta se ve influenciada por la presencia de zonas húmedas sumadas a una deficiente red de alcantarillado y a los procesos morfodinámicos potencialmente inestables presentes alrededor de estas viviendas. (Ver Anexo\18. Ene (24-01-2020) \Análisis Multi Zonas Saturadas – Orto))

Se ve con preocupación el crecimiento y la incidencia de este factor en la modificación de la condición de humedad superficial por medio de canales, zanjas, infiltración desde ductos de agua, especialmente de acueducto y alcantarillado, lo que genera un cambio en el régimen de aguas superficiales, activando procesos de inestabilidad y afectación en la estabilidad de la ladera.

Las zonas principales con invasiones se encuentran:

- Parte alta de La Carbonera cerca de la viga corrida
- Parte media El Espino, colindante al nuevo parque de Altos de la Estancia.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Se recomienda agilizar los procesos de reasentamiento en la zona, teniendo en cuenta que los vertimientos presentados se evidencian por las nuevas ocupaciones y/o las ocupaciones que aún no culminan el reasentamiento.

A continuación se muestra la localización de las invasiones dentro del polígono.



Imagen 57 Localización principales invasiones octubre 2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 58 Invasiones en zona de deslizamiento la Carbonera



Imagen 59 Invasiones en zona de deslizamiento El Espino

4.3.2 Zonas Húmedas

Como factor relevante para el análisis de los factores que inciden en la probabilidad de ocurrencia de un evento que genere daño, tanto actual como futuro, y considerando el agua de procedencia natural o antrópica como factor detonante de procesos de inestabilidad, se consideró importante localizar las zonas húmedas clasificándolas por el origen o causa que las ocasiona.

Se elaboró la zonificación de las zonas húmedas con la cartografía básica, modelo digital de terreno y los sensores remotos (fotografías aéreas, ortofotos, imágenes de satélite).

La importancia de detectar y monitorear estas zonas húmedas es identificar su extensión y su infiltración hacia estratos subsuperficiales o profundos del suelo, es decir una posible relación con el flujo de agua subterránea. Así entonces, se genera un modelo asociado a una posición estimada del nivel piezométrico promedio como una suma de tres elementos:

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

agua subterránea natural más agua infiltrada de precipitación (principal causa de la fluctuación del nivel freático) más agua de factores antrópicos con volumen variable (según lo observado en visitas a campo). Dichos cambios en el nivel de agua pueden generar activación de los procesos de remoción en masa.

Los criterios en la elaboración del mapa de zonas húmedas se basaron en dos aspectos principales.

4.3.2.1 Fotointerpretación

Por medio del ortofotomosaico se realiza una fotointerpretación ubicando las zonas húmedas, marcando la cobertura con afloramientos de vegetación con pigmentación de color verde oscuro, corroborándolas con visitas en campo.

Esta información es importante para delimitar áreas de terreno que presentan posibles inestabilidades ubicando puntos críticos de monitoreo.



Imagen 60 Ejemplo cobertura zona Húmeda con pigmentación más oscura color verde deslizamiento El Espino

4.3.2.2 Visita a campo

Dentro de las visitas a campo se detectaron puntos de vertimiento como conexiones erradas de alcantarillado, deficiente funcionamiento de pozo de la red de alcantarillado, mangueras de red de agua potable para asentamientos humanos dentro del polígono, mal manejo de aguas residuales, fabricas, etc.,

A continuación se enuncian los puntos críticos detectados en las diferentes campañas realizadas.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

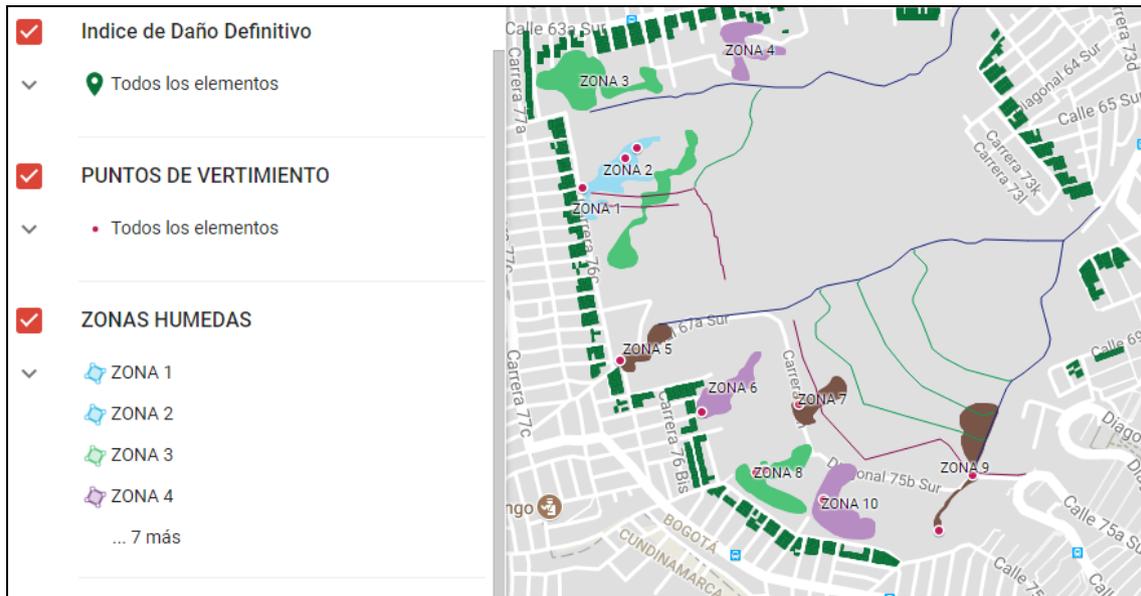


Imagen 61 Ubicación Zonas Húmedas

Se detectaron 10 puntos de vertimiento señalados de color rojo y 11 zonas húmedas clasificadas por su posible causa las cuales se mencionan a continuación:

- Agua potable
- Aguas residuales
- Mixtas

La ubicación detallada se presenta en el Anexo\21. Feb (18-02-2020)

4.3.2.3 Plano Zonas Húmedas

Teniendo la información de la visita a campo se procede a zonificar las zonas húmedas de acuerdo a la fotointerpretación del ortofotomosaico describiendo cada una a continuación:

En la Zona 1 y 2 ubicadas en el deslizamiento el Espino desde el cerramiento hasta parte de la viga corrida se detectan conexiones de mangueras en muy mal estado que suministran agua potable a los asentamientos dentro del polígono, teniendo una serie de fugas entre conexiones.

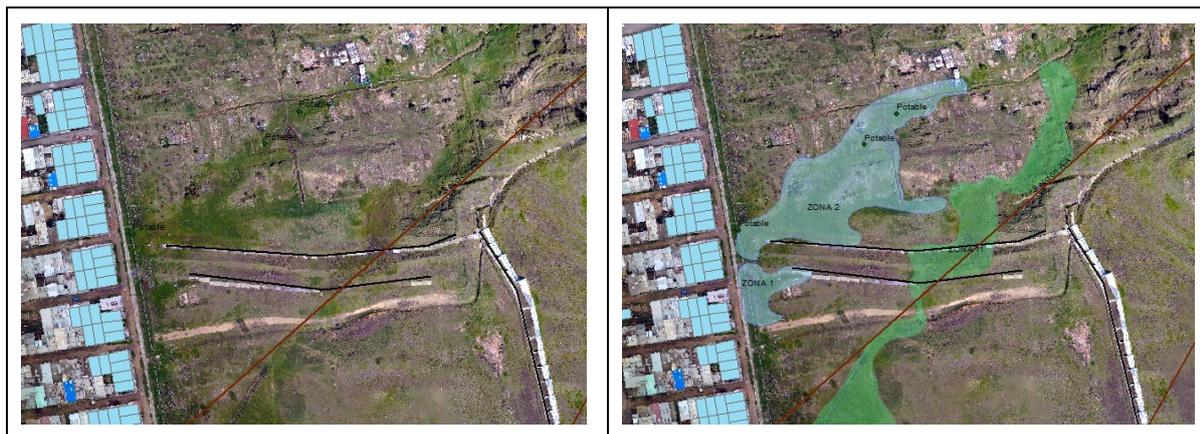


Imagen 62 Ubicación Zona 1 y 2



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

El factor contribuyente principal para estas zonas proviene del aporte por conexiones de mangueras de agua potable.



Imagen 63 Zona húmeda por conexiones de agua potable

La zona 3 ubicada en la esquina del barrio Tres Reyes que baja cerca de la sub estación de policía se evidencia la actividad de una fábrica de plásticos y conexiones erradas de la red de alcantarillado.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

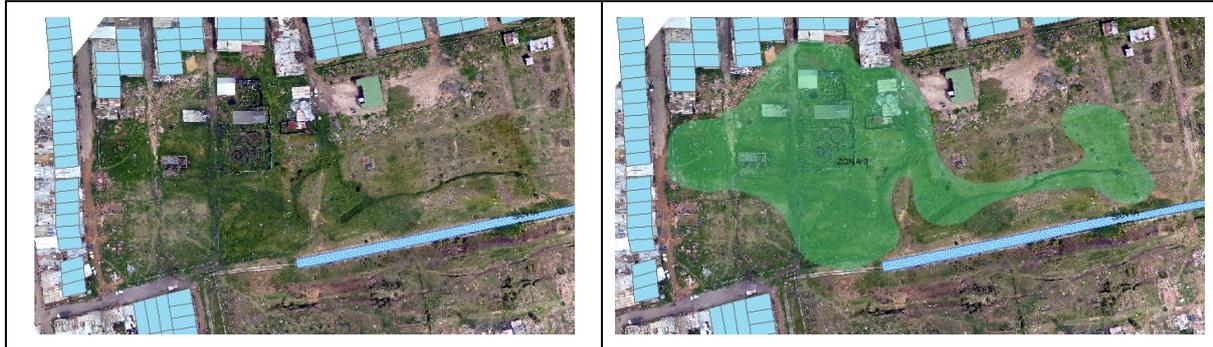


Imagen 64 Ubicación zona 3

El factor contribuyente principal para esta zona proviene de la fábrica de plásticos.



Imagen 65 Panorámica zona húmeda barrio Tres Reyes

En la zona 4 ubicada cerca al barrio Mirador de la Estancia se observa un flujo de agua desde una de las viviendas ubicadas dentro del polígono, la causa principal mal manejo del agua residual de este sector.



Imagen 66 Ubicación Zona 4

En la zona 5 ubicada en la parte alta del barrio el Espino frente a la entrada del Parque Altos de la Estancia, se evidencia colapso de pozo en temporadas de lluvia, lo que permite el paso de agua mixta por el polígono hasta llegar a la canalización de la quebrada de Santo Domingo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 67 Ubicación Zona 5



Imagen 68 Punto crítico rebosamiento pozo alcantarillado

En la zona 6 ubicada en el barrio Santo Domingo sobre la calle 68B sur tiene conexión errada de alcantarillado hacia dentro del polígono.



Imagen 69 Ubicación Zona 6

Fuga red de alcantarillado en el barrio Santo Domingo aporte importante de agua residual al talud en el deslizamiento la Carbonera.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 70 Fuga agua residual barrio Santo Domingo

En la Zona 7 vertimiento de agua residual ubicado en la parte superior del deslizamiento la Carbonera desde una canal cerca al barrio Santo Domingo bajando hasta la primera berma cerca de un escarpe principal.



Imagen 71 Ubicación Zona 7

En la Zona 8 se ubica abajo del barrio Santa Viviana evidenciando dos puntos críticos donde se presenta el reboseamiento de dos pozos de la red de alcantarillado.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 72 Ubicación Zona 8



Imagen 73 reboseamiento agua residual pozos

En la zona 9 ubicada en el deslizamiento la carbonera cerca a la quebrada la carbonera en la parte superior de las bermas donde por el factor del reboseamiento de un pozo de alcantarillado se activó un proceso de inestabilidad.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Imagen 74 Ubicación Zona 9

El factor detonante principal para estos deslizamientos focalizados proviene del aporte de agua residual por el rebosamiento de tres pozos de la red de alcantarillado provocado por la obstrucción de la tubería en el barrio Santa Viviana.

Producto de este movimiento se afectaron las obras existentes (bermas y canales) provocando estancamientos de agua saturando el suelo provocando nuevos sectores de inestabilidad.



Fotografía 4 Rebosamiento pozo red alcantarillado



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Fotografía 5 Estancamiento y evidencia de aguas residuales

En la zona 10 se ubica abajo del barrio Santa Viviana se evidencia pozos en mal funcionamiento y mal manejo de agua residual como potable de los asentamientos humanos dentro del polígono.

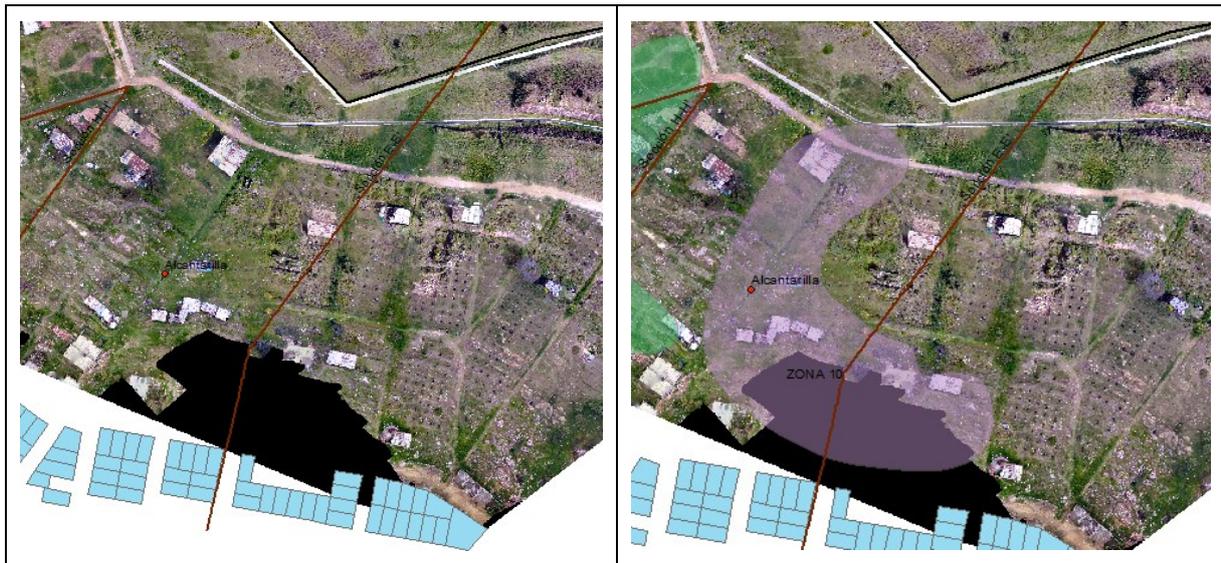


Imagen 75 Ubicación zona 10



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 76 Rebosamiento pozo y mal manejo agua residual

4.3.2.4 Puntos vertimientos de agua

Se presentaron puntos críticos de fuga de agua por conexiones erradas de agua potable y alcantarillado, esta situación se informó reiterativamente a la entidad ya que es uno de los detonantes principales en los procesos de inestabilidad presentes en el polígono Altos de la Estancia.

Este factor detonante es el que está alterando drásticamente el régimen de agua del suelo que por infiltración, saturan el talud y la presión de poros induce a una disminución de la resistencia al cortante, asociando este con la activación de nuevos procesos de inestabilidad del talud, por lo que es importante tener un sistema de control del agua superficial y subterránea para el control de los deslizamientos.

El control de campo permitió precisar los puntos críticos donde se presenta esta problemática que se ajusta en extensión y caracterización con las zonas húmedas elaboradas mediante la fotointerpretación de los ortofotomosaicos, haciendo las observaciones suficientes para dotar el mapa de información útil para la gestión entre entidades y poder mitigar este detonante.

Se realiza visita en compañía de EAAB el día 10 de mayo de 2019.

Se precisa las coordenadas de los puntos identificados dentro de los recorridos hechos.

Tabla 16 Coordenadas puntos

Punto	Clasificación	Descripción	Este	Norte
A1	Vertimiento agua	Suelo saturado	88781,422	98730,997
A2	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	88852,658	98753,606

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

A5	Vertimiento agua	Afloramiento de agua	89344,542	98128,894
A16	Vertimiento agua	Mangueras suministro de agua	4.58476	-74.17738
C1	Control de agua	Red de alcantarillado	89097,994	98294,554
C2	Control de agua	Pozo canalización de aguas arriba	89143,38	98153,051
C3	Control de agua	Frente de aguas residuales	89153,67	98124,476
C4	Control de agua	Agua residual parte superior	89257,129	98046,691
C5	Control de agua	Temporada invernal colapso pozo	88773,934	98356,065
V1	Vertimiento Residual	Vertimiento agua residual quebrada Santa Rita	88740,311	98702,513
V2	Vertimiento Residual	Conexión de agua residual quebrada Santa Rita	88882,729	98713,668
V3	Vertimiento Residual	Colapso en temporada de lluvias	88822,862	98226,089
V4	Vertimiento Residual	Vertimiento de agua residual	88964,031	98138,932
V6	Vertimiento Residual	Vertimiento de pozo de alcantarillado	89103,634	98037,527
V7	Vertimiento Residual	Rebosamiento pozo	89189,831	97972,597
V8	Vertimiento Residual	Escorrentía agua residual	89231,973	98021,547
V10	Vertimiento Residual	Conexión errada	4°34'38.31"N	74°10'29.57"O
V12	Vertimiento de agua	Pozo alcantarillado	4°34'38.4"N	74°10'21.1"W

Estos puntos coinciden con las zonas húmedas, donde se puede relacionar este factor como el principal en el aumento del régimen de agua por el flujo permanente de agua, se presenta el registro fotográfico histórico de estos puntos.

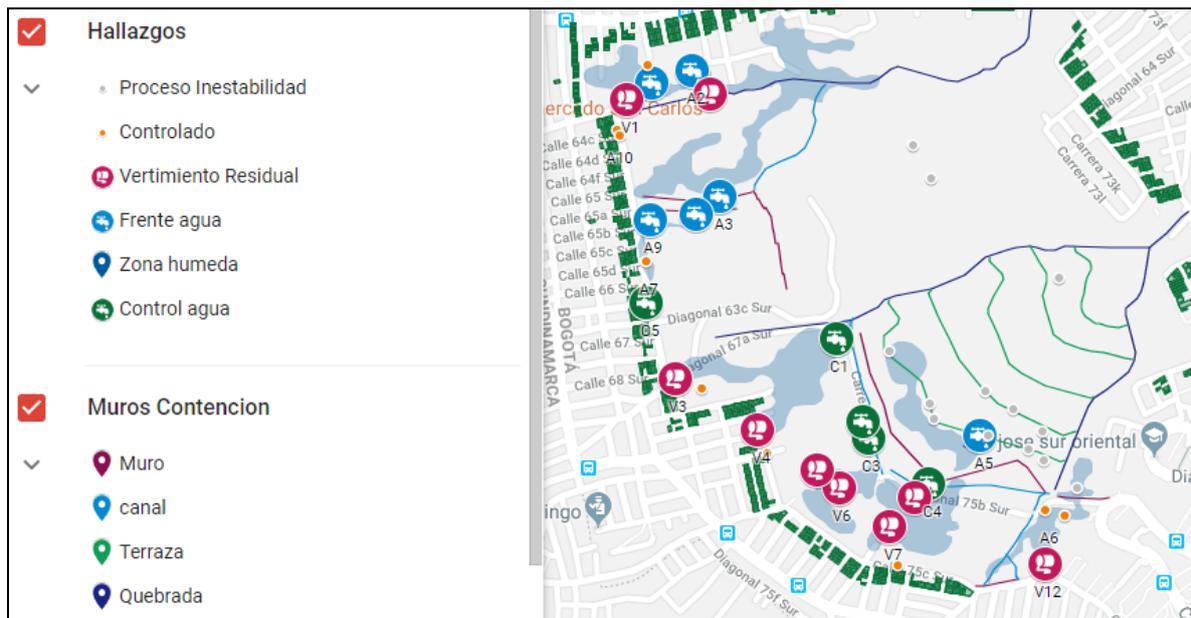


Imagen 77 Localización Puntos de vertimiento

Se ve con preocupación la reiteración de estos sucesos, y la incidencia de este factor en la posible activación de un proceso de inestabilidad y la afectación en la estabilidad de la ladera.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Marzo 2017



Febrero 2019



Julio 2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Octubre 2019



Noviembre 2019

Imagen 78 Punto de vertimiento A1



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**



Diciembre 2017



Febrero 2019



Julio 2019



Octubre 2019

Imagen 79 Punto de vertimiento A2



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**



Noviembre 2017



Marzo 2019



Julio 2019



Octubre 2019



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**



Noviembre 2019

Imagen 80 Punto de vertimiento A5



Febrero 2019



Febrero 2019



Julio 2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Noviembre 2019

Imagen 81 Punto de vertimiento A16



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Octubre 2017



Febrero 2019



Agosto 2019



Septiembre 2019



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**



Diciembre 2019

Imagen 82 Punto de vertimiento C2



Mayo 2017



Agosto 2018



Agosto 2019

Imagen 83 C3



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Enero 2018



Marzo 2019



Agosto 2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Septiembre 2019

Imagen 84 Punto de vertimiento C4



Septiembre 2017



Julio 2017

Imagen 85 Puntos de vertimiento V1 Y C5



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Abril 2018



Marzo 2019



Noviembre 2019

Imagen 86 Punto de vertimiento V2



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**



Marzo 2017



Julio 2017



Abril 2018



Marzo 2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Agosto 2019



Septiembre 2019



Diciembre 2019

Imagen 87 Punto de vertimiento V4



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Diciembre 2016



Febrero 2019



Febrero 2017



Agosto 2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Septiembre 2019



Diciembre 2019

Imagen 88 Punto de vertimiento V6



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Diciembre 2016



Marzo 2019



Agosto 2019

Imagen 89 Punto de vertimiento V7





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Abril 2018

Marzo 2018



Agosto 2019



Septiembre 2019



Diciembre 2019

Imagen 90 Punto de vertimiento V8



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Marzo 2019



Marzo 2019



Agosto 2019



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**



Septiembre 2019



Diciembre 2019

Imagen 91 Punto de vertimiento V10





**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**



Noviembre 2018



Febrero 2019



Julio 2019



Octubre 2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Diciembre 2019

Imagen 92 Punto de vertimiento V12

En la imagen se muestra la relación de los hallazgos de vertimiento con la red existente del acueducto y alcantarillado en la zona.



Imagen 93 Relación alcantarillado con vertimientos presentes

Teniendo en cuenta los comunicados informados a la entidad y las gestiones de IDIGER, se han realizado actividades conjuntas con la empresa de acueducto, visitando cada uno de los puntos donde se ha evidenciado conexiones erradas de agua potable y alcantarillado. En particular, los vertimientos de agua potable persisten ya que están asociados a viviendas que no han completado el proceso de reasentamiento y los vertimientos de aguas residuales son intervenidos o subsanados pero de forma temporal ya que las conexiones erradas vuelven a ser conectadas y por ello se sigue presentando vertimientos dentro del polígono.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

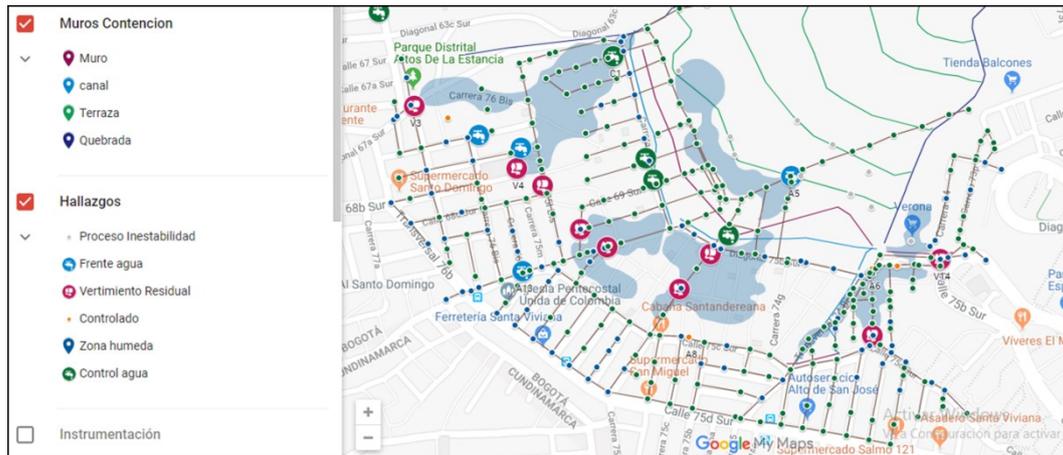


Imagen 94 Hallazgos vs red alcantarillado

El control en campo permitió precisar los puntos de vertimiento donde se presenta esta problemática que se ajusta en extensión y caracterización con las zonas húmedas elaboradas por medio de la fofotointerpretación de los ortofotomosaicos.



Imagen 95 Zonas húmedas ajustadas a los puntos críticos de vertimientos

Dentro del sistema de alerta la Universidad comunica la ubicación, caracterización y probable fuente del hallazgo antrópico.

4.3.3 Extensómetros

Los extensómetros permiten medir los movimientos horizontales relativos y los cambios en la amplitud de las grietas. El extensómetro es utilizado para medir el movimiento relativo



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

comparando la distancia entre dos o más puntos de una forma manual. Los extensómetros se instalaron a través de las grietas, para determinar su movimiento.

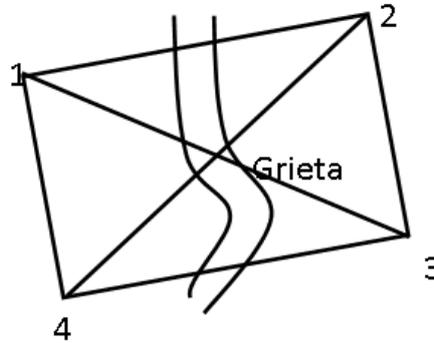


Imagen 96 Extensómetro

Durante el periodo del monitoreo se detectaron movimientos focalizados en el deslizamiento la Carbonera adyacente a la quebrada Carbonera sobre las terrazas superior e intermedia, donde se identifican zonas de fallas que por sus condiciones de ubicación y de las características que presentan son de interés para el monitoreo.

A continuación se ubican los escarpes principales de los movimientos focalizados encontrados durante este monitoreo.

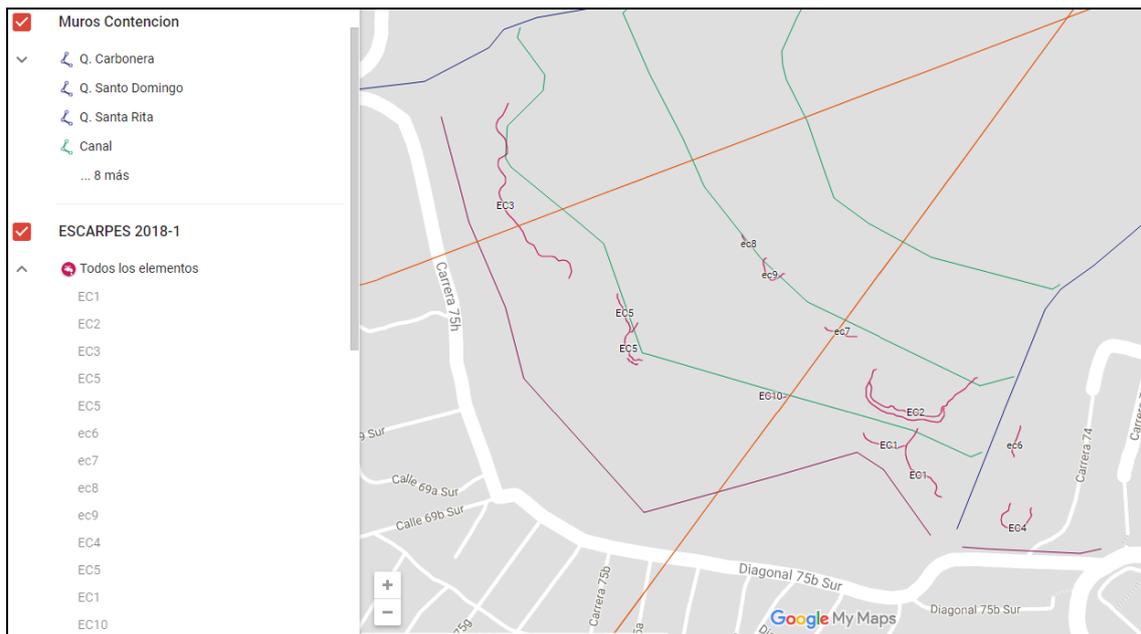


Imagen 97 Ubicación escarpes principales

Esكارpe	Coordenada
E1	4.57888, -74.17266
E2	4.57917, -74.17281



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

E3	4.58035, -74.17501
E4	4.57846, -74.17208
E5	4.57946, -74.17427
E6	4.57894, -74.17203
E7	4.57959, -74.17293
E8	4.58014, -74.17361
E9	4.57995, -74.17347
E10	4.57925, -74.17345

4.3.3.1 Monitoreo a escarpes

Se instrumentó 5 escarpes superficiales principales donde se evidencio desplazamientos como se muestra en la Imagen 97 Ubicación escarpes principales, con el fin de seguir los movimientos horizontales mediante la medición manual con cinta entre los puntos (estacas), la distribución de los extensómetros fue a lo largo de la zona con mayor afectación de la carbonera.

En el mes de mayo 2017 se instala y toma la medición base, comparándolas con las tomadas durante el periodo de este informe, llevando un registro de las medidas de cada extensómetro para poder analizar y generar las características del movimiento que se esté presentando.

Viendo los reiterados daños a la instrumentación de extensómetros, y la tasa de movimiento presente hasta la campaña de septiembre de 2019 no supera el 1cm, se opto por un monitoreo visual a los escarpes potencialmente inestables verificando su amplitud y progreso en el área de afectación.

4.3.3.1.1 Activación movimientos focalizados La Carbonera

A continuación, presentamos procesos de inestabilidad presentes en el sector que permita evaluar rápidamente indicando el sector, posibles causas y recomendaciones.

Los movimientos retrogresivos focalizados en el deslizamiento La Carbonera en la terraza uno y dos (ver Imagen 98 Ubicación Deslizamientos focalizados), causadas por rebosamiento de pozos de aguas residuales en obras del acueducto en la parte alta sobre el barrio Santa Viviana.

4.3.3.1.1.1 Sector La Carbonera

Parte alta del deslizamiento La Carbonera adyacente a la quebrada la Carbonera sobre las terrazas uno y dos (ver Imagen 98 Ubicación Deslizamientos focalizados).



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

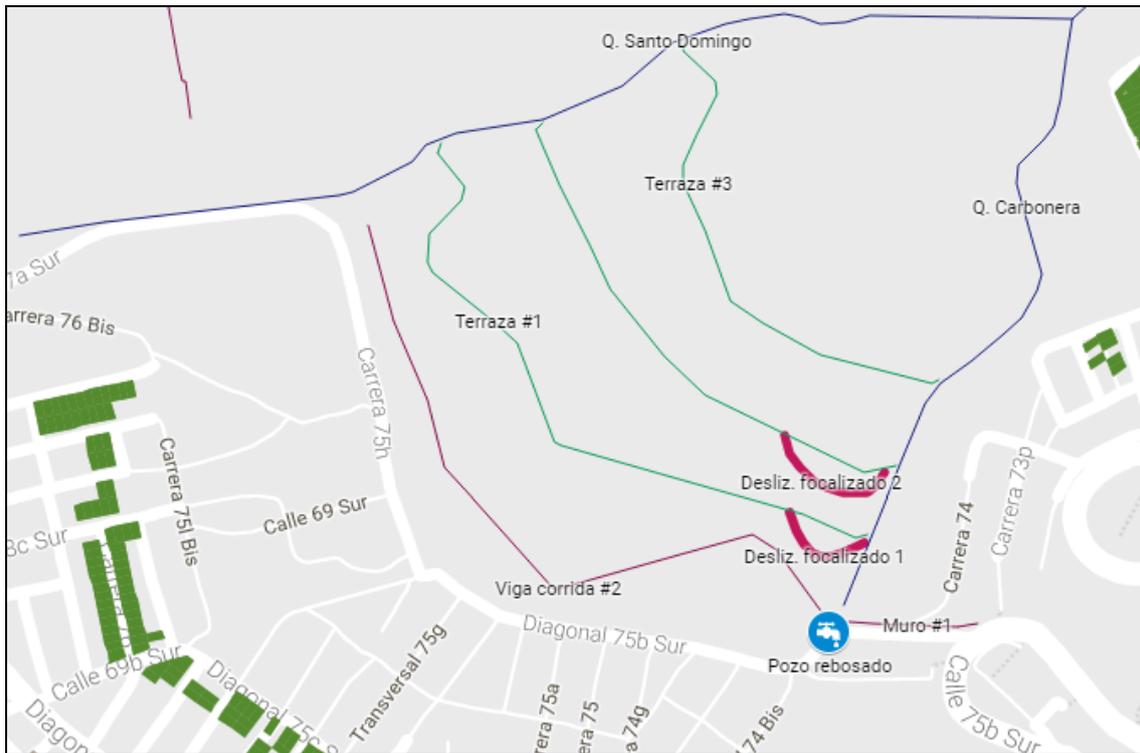
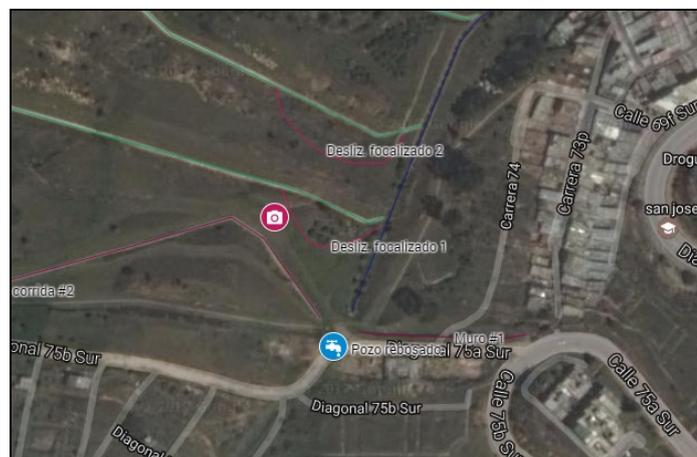


Imagen 98 Ubicación Deslizamientos focalizados

Se evidencian cambios en la topografía representados por dos escarpes con movilización de masa. Es importante anotar que esta condición se presentó desde antes del convenio y fue avanzando en el tiempo.

A continuación, se muestra el detalle del desplazamiento y ubicación de donde se tomó la fotografía identificando con el símbolo de una cámara de color rojo.



Fotografía 6 Detalle humedad y ubicación del escarpe



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

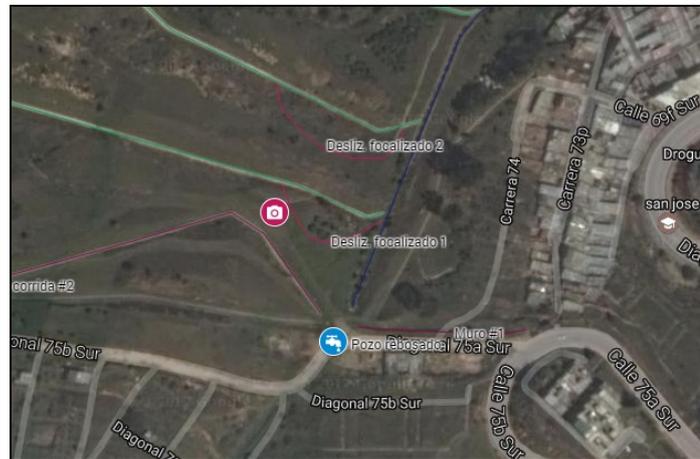
AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



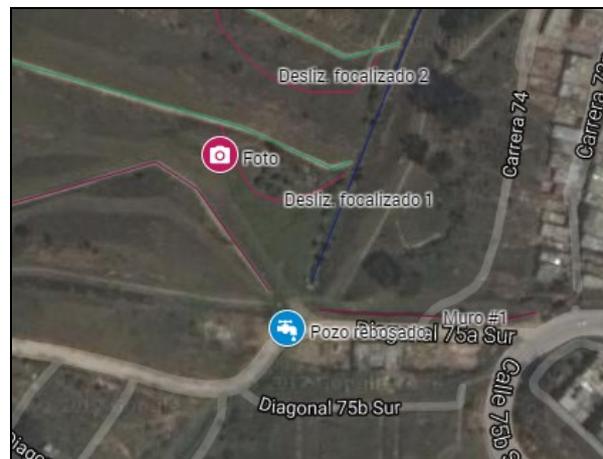
UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

En la Fotografía 6 Detalle humedad y ubicación del escarpe, se evidencia el afloramiento de la vegetación producto de la humedad, ubicación y dirección del escarpe generado por el movimiento de la masa.



Fotografía 7 Deterioro en subcanal

En la Fotografía 7 Deterioro en subcanal, se evidencia el colapso de la cuneta auxiliar de la terraza superior.



Fotografía 8 Detalle Deslizamiento Focalizado 1

En la Fotografía 8 Detalle Deslizamiento Focalizado 1, se evidencia el movimiento de masa sobre la cuneta principal.



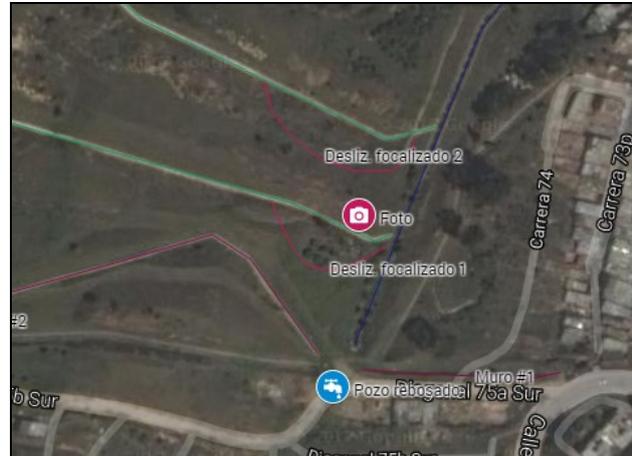
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Fotografía 9 Detalle Deslizamiento Focalizado 1

La Fotografía 9 Detalle Deslizamiento Focalizado 1, se evidencia el colapso total de la cuneta principal de la terraza superior.





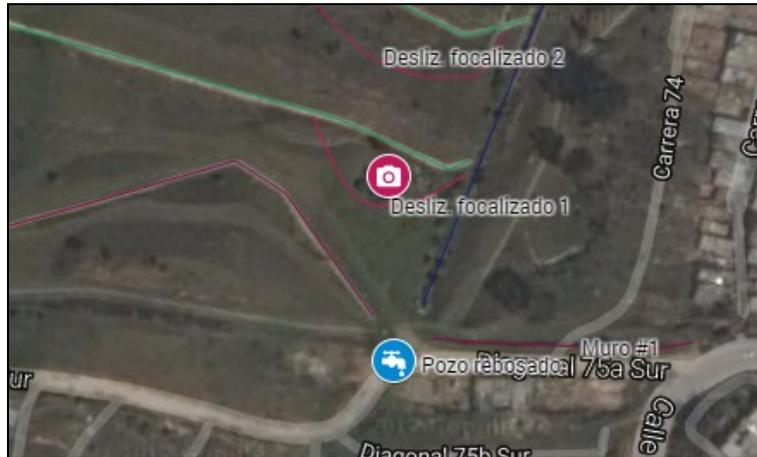
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

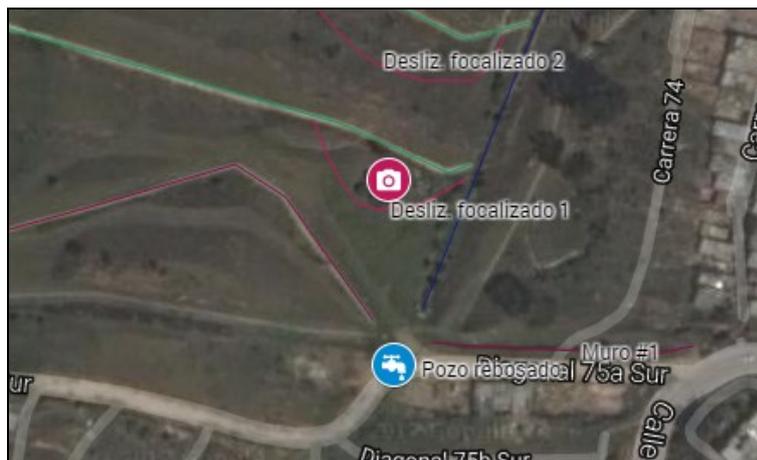


UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Fotografía 10 Escarpe por deslizamiento focalizado 1

En la Fotografía 10 Escarpe por deslizamiento focalizado 1, se evidencia escarpe y grieta principal por donde fallo el terreno.



Fotografía 11 Detalle escarpe por deslizamiento focalizado 1



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

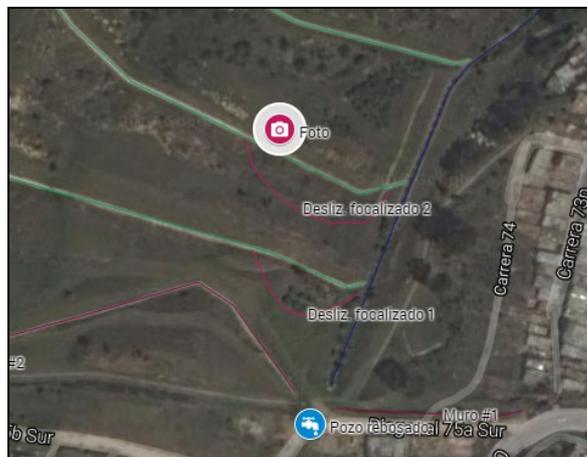
AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

En la Fotografía 11 Detalle escarpe por deslizamiento focalizado 1, se evidencia el deslizamiento retrogresivo característico del sector.



Fotografía 12 Deslizamiento focalizado 2

En la Fotografía 12 Deslizamiento focalizado 2, se evidencia el aumento en el proceso de inestabilidad en la berma N° 2 generando el colapso de la berma principal y la obstrucción del flujo normal de agua, el cual puede ocasionar apozamiento en el suelo, siendo este un factor contribuyente para el desarrollo de los procesos de inestabilidad

Dentro del monitoreo se realizó un registro fotográfico en noviembre de 2016 en el mismo sector, de tal forma se puede comparar los cambios producidos.

La ubicación de la estación de seguimiento de las siguientes fotografías se muestra en la siguiente imagen.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

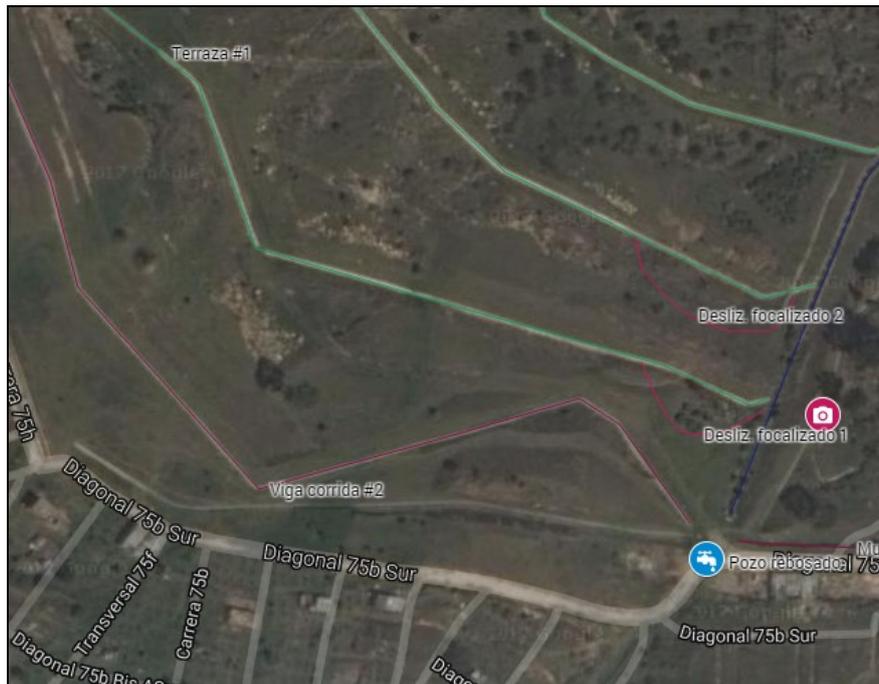


Imagen 99 Ubicación estación fotográfica terraza superior



Fotografía 13 Deslizamiento focalizado 1 Noviembre 2016

En la Fotografía 13 Deslizamiento focalizado 1 Noviembre 2016, se evidencia un movimiento de la masa sobre la canal principal de la terraza superior.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Fotografía 14 Deslizamiento focalizado 1 Mayo 2017

En la Fotografía 14 Deslizamiento focalizado 1 Mayo 2017, Se detecta un progreso significativo en el movimiento de la masa en este sector, a continuación se observa con más detalle este proceso.



Fotografía 15 Desplazamiento Focalizado 1 Mayo 2017

La ubicación de la estación de seguimiento de las siguientes fotografías se muestra en la siguiente imagen.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

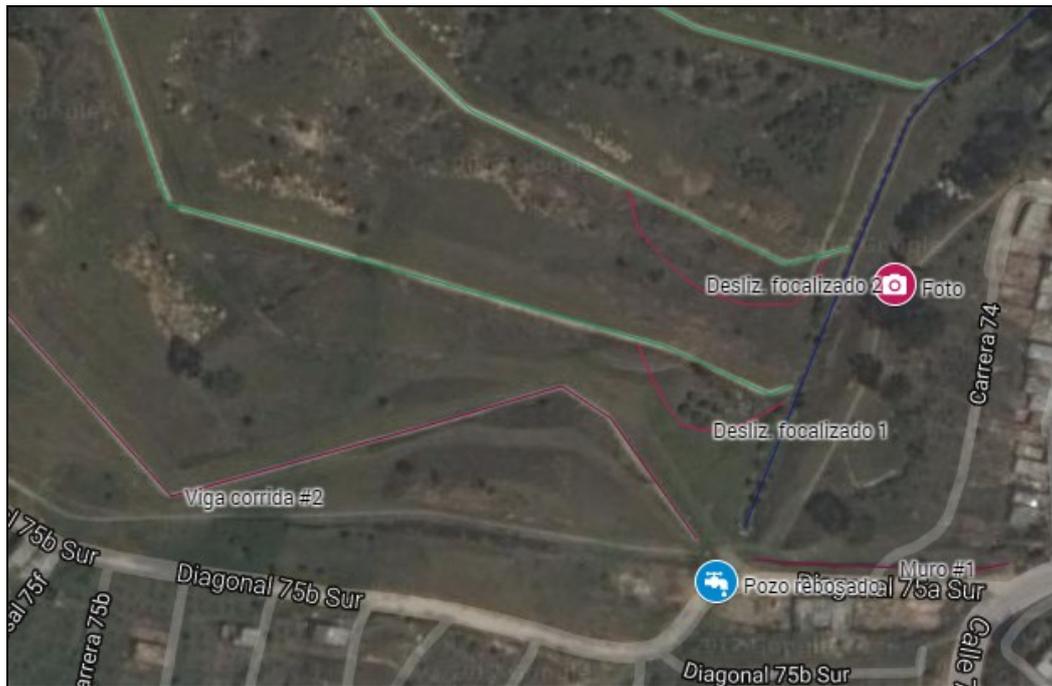


Imagen 100 Ubicación estación fotográfica terraza media



Fotografía 16 Deslizamiento focalizado 2 Noviembre 2016

Fotografía 16 Deslizamiento focalizado 2 Noviembre 2016, se evidenció en este mes un pequeño movimiento en la terraza media sobre el canal principal obstruyendo un 30% del área transversal de este.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Fotografía 17 Deslizamiento focalizado 2 Mayo 2017

En la Fotografía 17 Deslizamiento focalizado 2 Mayo 2017, se observa un movimiento de masa sobre la canal que obstruye la totalidad de este, de igual forma un escarpe en la parte superior donde fallo en terreno. A continuación, se observa con más detalle el proceso.



Fotografía 18 Desplazamiento Focalizado 2 Mayo 2017



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Fotografía 19 Detalle desplazamiento Focalizado 2 Mayo 2017

4.3.3.1.1.2 Análisis de posibles causas

El factor detonante principal para estos deslizamientos focalizados proviene del aporte de agua residual por el rebosamiento de tres pozos de la red de alcantarillado provocado por la obstrucción de la tubería en el barrio Santa Viviana.

El pozo rebosado dentro del polígono se encuentra en las coordenadas latitud 4°34'42.15" longitud 74°10'20.60".

Producto de este movimiento se afectaron las obras existentes (bermas y canales) originando estancamientos de agua, saturando el suelo y provocando reactivación de procesos de inestabilidad.



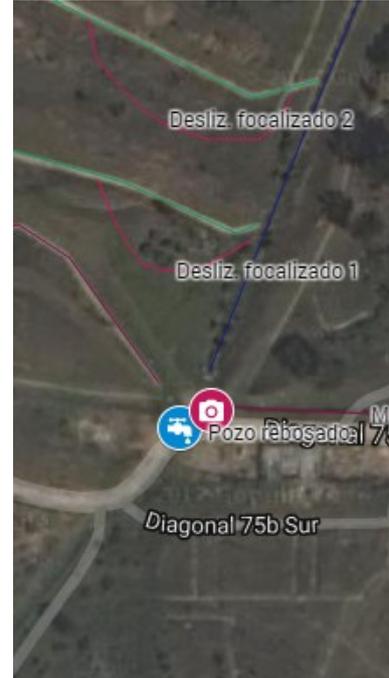
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Fotografía 20 Rebosamiento pozo red alcantarillado mayo 2017



Fotografía 21 Estancamiento y evidencia de aguas residuales



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Fotografía 22 Separación de los elementos estructurales de la cuneta y apozamiento de agua residual

4.3.3.1.2 Extensómetro 1 (EC1)

Este escarpe está localizado en el deslizamiento la Carbonera sobre la berma superior, en el mes de mayo de 2017 se identificó el proceso de inestabilidad demarcando un escape principal a lo largo de la periferia.

Dentro de las mediciones a la altura de la cresta de los escarpes, se mide la altura mayor de los extremos izquierdo, derecho y centro de cada uno de los escarpes, tomando lecturas con cita.

En cuanto al control de la superficie principal del escarpe, se tiene un desplazamiento representado por un vector vertical máximo de 10 cm respecto a la línea base, no se ha presentado variaciones importantes en la altura de la cresta principal del escarpe.

Se lleva un registro fotográfico donde no se evidencia avance en los movimientos.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

CONTROL DE GRIETAS (mm) ESCARPE SUPERIOR (EC1)														DESPLAZAMIE	Velocidad
Fecha	AB	VARIACION	AC	VARIACION	AD	VARIACION	BC	VARIACION	BD	VARIACION	CD	VARIACION	ERROR (mm)	NTO (mm)	mm/día
17/05/2017	3638	-	4012	-	5081	-	4472	-	2750	-	3253	-	2		
9/06/2017	3658	20	4066	54	5057	-24	4666	194	2866	116	3278	25	1	199	8,65217
7/07/2017	3320	-338	4101	35		-	4920	254						779	20,71429
8/08/2017	3252	-68	4112	11		-	5007	87		-		-		954	5,46875
12/09/2017	3301	49	4114	2		-	5080	73		-		-		1020	1,88571
17/10/2017	3225	-76	4112	-2		-	5076	-4						1084	1,82857
21/11/2017	3250	25	4110	-2	4993	-	5079	3	3492	-	3392	-	7	1061	-0,65714
13/12/2017	3254	4	4112	2	4999	6	5078	-1	3501	9	3390	-2	8	1061	0,00000
19/01/2018	3253	-1	4119	7	5001	2	5083	5	3506	5	3382	-8	60	971	-2,43243
5/02/2018	3254	1	4115	-4	5001	0	5080	-3	3505	-1	3383	1	35	986	0,88235
21/03/2018	3253	-1	4105	-10	4991	-10	5077	-3	3504	-1	3385	2	11	1066	1,81818
18/04/2018	3250	-3	4093	-12	4994	3	5074	-3	3502	-2	3385	0	1	1076	0,35714
16/05/2018	3250	0	4093	0	4994	0	5074	0	3502	0	3385	0	1	1076	0,00000
13/06/2018	3248	-2	4094	1	4990	-4	5084	10	3501	-1	3400	15	1	1093	0,60714
25/07/2018	3246	-2	4093	-1	4997	7	5085	1	3511	10	3408	8	4	1097	0,09524
17/08/2018	3254	8	4091	-2	4996	-1	5085	0	3509	-2	3409	1	8	1091	-0,26087
19/09/2018	3246	-8	4091	0	4994	-2	5081	-4	3506	-3	3399	-10	1	1093	0,06061
17/10/2018	3248	2	4086	-5	4991	-3	5079	-2	3504	-2	3397	-2	1	1092	-0,03571
21/11/2018	3245	-3	4087	1	4991	0	5077	-2	3502	-2	3397	0	2	1094	0,05714
17/12/2018	3246	1	4086	-1	4992	1	5078	1	3503	1	3398	1	2	1092	-0,07692
18/01/2019	3249	3	4088	2	4992	0	5079	1	3504	1	3398	0	2	1090	-0,06250
22/02/2019															
15/03/2019															
11/04/2019															
27/05/2019	1465		2576		2970		3029		2485		1783				
28/06/2019															
30/07/2019	1524		2565		2980		3050		2489		1775				
22/08/2019	1524	0	2569	4	2960	-20	3049	-1	2482	-7	1778	3	4	15	0,65217
5/09/2019	1524	0	2570	1	2961	1	3048	-1	2481	-1	1780	2	10	17	0,14286



Junio 2019



Junio 2019



Julio 2019



Julio 2019



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**



Agosto 2019



Agosto 2019



Septiembre 2019



Septiembre 2019



Octubre 2019



Octubre 2019



Noviembre 2019



Noviembre 2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Diciembre 2019



Diciembre 2019

Imagen 101 Detalle escarpe EC1

4.3.3.1.3 Extensómetro 2 (EC2)

Este escarpe está localizado en el deslizamiento la Carbonera sobre la berma intermedia, en el mes de mayo de 2017 se evidencia el proceso de inestabilidad demarcando un escape principal.

El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla tiene un avance retrogresivo de aproximadamente 4m en lo que lleva el ultimo año 2018 donde es evidente en la comparación de imágenes aérea.

Es un movimiento rotacional, la superficie de falla es formada por una curva cuyo centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo de movimiento, se evidencia una forma cóncava, el escarpe debajo de la corona tiene a ser semivertical lo cual facilito la ocurrencia de movimiento retrograsivos.

Dentro de las mediciones a la altura de la cresta de los escarpes, se mide la altura mayor de los extremos izquierdo, derecho y centro de cada uno de los escarpes, tomando lecturas con cita.

En cuanto al control de la superficie principal del escarpe, se tiene un desplazamiento representado por un vector vertical máximo de 47 cm respecto a la línea base. Se lleva un registro fotográfico donde no se evidencia avance en los movimientos.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

CONTROL DE GRIETAS (mm) ESCARPE INTERMEDIO (EC2)														DESPLAZAMIE	Velocidad
Fecha	AB	VARIACION	AC	VARIACION	AD	VARIACION	BC	VARIACION	BD	VARIACION	CD	VARIACION	ERROR (mm)	NTD LB (mm)	mm/día
17/05/2017	3595	-	3496	-	5342	-	4959	-	4521	-	3009	-	17		
9/06/2017	3325	-270	4227	731	5456	114	6168	1209	5141	620	3620	611	33	1470	63,91
7/07/2017	3302	-23	4230	3	5460	4	6178	10	5152	11	3619	-1	48	1486	0,57
8/08/2017	3205	-97	4266	36	5512	52	6181	3	5293	141	3621	2	23	1619	4,16
12/09/2017	3005	-200	4606	340	5682	170	6404	223	5612	319	3626	5	2	1996	10,77
17/10/2017	Vandalismo robo de estacas														
13/12/2017	2125	-	3036	-	3595	-	3350	-	2576	-	1994	-	14	0	
19/01/2018	2131	6	3039	3	3594	-1	3361	11	2589	13	1990	-4	1	24	0,65
5/02/2018	2133	2	3038	-1	3596	2	3366	5	2595	6	1992	2	9	18	-0,35
21/03/2018	2130	-3	3035	-3	3591	-5	3357	-9	2586	-9	1989	-3	3	25	0,16
18/04/2018	2130	0	3045	10	3542	-49	3365	8	2545	-41	1982	-7	13	58	1,18
16/05/2018	2131	1	3134	89	3664	122	3467	102	2665	120	1980	-2	19	140	2,93
13/06/2018	2130	-1	3254	120	3755	91	3595	128	2809	144	2059	79	5	253	4,04
25/07/2018	2130	0	3255	1	3793	38	3601	6	2851	42	2062	3	1	280	0,64
17/08/2018	Vandalismo Estacas rotas														
19/09/2018	Vandalismo Estacas rotas														
21/11/2018							3598	-3							
18/01/2019							3595	-3							
22/02/2019							3590	-5							
15/03/2019							3598	8							
11/04/2019															
27/05/2019	3848		3029		3301		4698		2376		2565		11		
28/06/2019	3858	10	3029	0	3310	9	4701	3	2382	6	2567	2	16	14	0,44
30/07/2019	3858	0	3024	-5	3312	2	4705	4	2386	4	2566	-1	20	18	0,13
22/08/2019	3858	0	3023	-1	3310	-2	4704	-1	2389	3	2565	-1	25	15	-0,13
5/09/2019	3858	0	3024	1	3312	2	4705	1	2389	0	2564	-1	22	16	0,07



Junio 2019



Junio 2019



Julio 2019



Julio 2019



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**



Agosto 2019



Agosto 2019



Septiembre 2019



Septiembre 2019



Octubre 2019



Octubre 2019



Noviembre 2019



Noviembre 2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Diciembre 2019



Diciembre 2019

4.3.3.1.4 Extensómetro 3 (EC5)

Este escarpe está localizado en el intermedio deslizamiento la Carbonera sobre la berma superior, en el mes de diciembre 2017 se evidencio un proceso de inestabilidad.

Dentro de las mediciones a la altura de la cresta de los escarpes, se mide la altura mayor de los extremos izquierdo, derecho y centro de cada uno de los escarpes, tomando lecturas con cita.

En cuanto al control de la superficie principal del escarpe, se tiene un desplazamiento representado por un vector vertical máximo de 95 cm respecto a la línea base.

Se lleva un registro fotográfico donde no se evidencia avance en los movimientos.

CONTROL DE GRIETAS (mm) ESCARPE SUPERIOR (EC5)													DESPLAZAMIE		Velocidad
Fecha	AB	VARIACION	AC	VARIACION	AD	VARIACION	BC	VARIACION	BD	VARIACION	CD	VARIACION	ERROR (mm)	NTO (mm)	mm/día
13/12/2017	2903	-	4501	-	6560	-	4068	-	4627	-	3121	-	24		
19/01/2018	2991	88	4500	-1	6569	9	4072	4	4629	2	3133	12	82	92	2,48649
5/02/2018	3008	17	4512	12	6564	-5	4081	9	4633	4	3135	2	55	110	1,05882
21/03/2018	2911	-97	4501	-11	6565	1	4072	-9	4626	-7	3130	-5	26	6	-2,36364
18/04/2018	2909	-2	4522	21	6581	16	4081	9	4639	13	3385	255	25	22	0,57143
16/05/2018	2910	1	4575	53	6630	49	4115	34	4682	43	3122	-263	17	80	2,07143
13/06/2018	2914	4	4620	45	6666	36	4143	28	4717	35	3118	-4	21	125	1,60714
25/07/2018	2914	0	4625	5	6665	-1	4145	2	4717	0	3120	2	26	128	0,07143
17/08/2018	2916	2	4629	4	6667	2	4146	1	4719	2	3121	1	31	131	0,13043
19/09/2018	2912	-4	4629	0	6669	2	4147	1	4716	-3	3120	-1	2	135	0,12121
17/10/2018	2915	3	4629	0	6668	-1	4147	0	4717	1	3120	0	2	134	-0,03571
21/11/2018	2912	-3	4630	1	6667	-1	4146	-1	4715	-2	3121	1	2	133	-0,02857
17/12/2018	2913	1	4630	0	6669	2	4147	1	4717	2	3120	-1	15	133	0,00000
18/01/2018	2912	-1	4629	-1	6670	1	4148	1	4716	-1	3121	1	20	135	-0,00601
22/02/2019	2915	3	4630	1	6666	-4	4150	2	4714	-2	3124	3	15	138	0,00750
15/03/2019	2912	-3	4630	0	6667	1	4147	-3	4715	1	3110	-14	11	137	-0,04762
11/04/2019	2914	2	4632	2	6674	7	4145	-2	4716	1	3114	4	12	140	0,11111
27/05/2019	2910	-4	4612		6670	-4	4124		4721	5	3114				
28/06/2019	2909	-1	4609	-3	6672	2	4119	-5	4721	0	3113	-1	13	5	0,15625
30/07/2019	2909	0	4603	-6	6669	-3	4115	-4	4714	-7	3112	-1	10	6	0,03125
22/08/2019	2909	0	4603	0	6672	3	4120	5	4715	1	3112	0	8	6	0,00000
5/09/2019	2910	1	4605	2	6672	0	4122	2	4715	0	3110	-2	10	5	-0,07143



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**



Junio 2019



Junio 2019



Julio 2019



Julio 2019



Agosto 2019



Agosto 2019



Septiembre 2019



Septiembre 2019



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Octubre 2019



Octubre 2019



Noviembre 2019



Noviembre 2019



Diciembre 2019



Diciembre 2019

4.3.3.2 Proceso de inestabilidad en la zona homogénea C2 deslizamiento la Carbonera

En la visita a campo se realizó recorrido por campaña al polígono sobre la berma 2 del deslizamiento la Carbonera. En estos recorridos se evidencia los procesos de inestabilidad, producto del cambio morfológico en la pendiente de la ladera por la obra de bermas y fuerzas de filtración presentes en el sector, sus consecuencias fueron daños severos a estructuras (bermas y filtros de drenaje) presentes en la masa deslizada y sus alrededores.

Este proceso se localiza el deslizamiento la Carbonera sobre la berma 2 en la parte media, esta zona C2 fue homogenizada y clasificada como suelos coluviales y materiales sueltos dejados por el movimiento inicial, adecuación morfológica del terreno, área desconfiada en



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

la corona del deslizamiento evidenciando zonas muy puntuales de saturación superficial de suelos coluviales.



Imagen 102 Localización proceso de inestabilidad EC5

El movimiento de la masa generó ya una grieta en la cresta del área inestable (ver Imagen 103) y abombamientos al pie de la masa deslizante, esta masa se desplazó sustancialmente y dejó un escarpe en la cresta (ver Imagen 104)



Imagen 103 Grieta de la creta EC5



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 104 Escarpe en la cresta EC5

De igual manera se observa una gran masa de material incoherente al pie de la ladera causando daños en las obras presentes ver Imagen 105



Imagen 105 Masa de material pie de ladera EC5

4.3.3.2.1 Extensómetro 4 (EC5')

Este escarpe está localizado en el intermedio deslizamiento la Carbonera sobre la berma superior, en el mes de julio 2018 se evidencio un proceso de inestabilidad asociado a los problemas de inestabilidad del escarpe EC5, se evidencia la demarcación de una grieta potencialmente inestable.

CONTROL DE GRIETAS (mm) ESCARPE SUPERIOR (EC5')														DESPLAZAMIE		Velocidad
Fecha	AB	VARIACION	AC	VARIACION	AD	VARIACION	BC	VARIACION	BD	VARIACION	CD	VARIACION	ERROR (mm)	NTO (mm)	mm/día	
28/06/2019	3621	-7	4080	-2	5826	-5	5459	-3	5010	1	3225	1	8	5	0,15625	
30/07/2019	3621	0	4080	0	5826	0	5459	0	5010	0	3225	0	10	8	0,09375	
22/08/2019	3622	1	4081	1	5825	-1	5455	-4	5014	4	3226	1	12	5	-0,13043	
5/09/2019	3621	-1	4082	1	5826	1	5455	0	5014	0	3229	3	10	8	0,21429	



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 106 Escarpa EC5'

4.3.3.2.2 Extensómetro 5 (EC7)

Este escarpe está localizado en el intermedio deslizamiento la Carbonera sobre la berna intermedia, en el mes de julio 2018 se evidencio un proceso de inestabilidad asociado a los problemas de inestabilidad del escarpe EC2, se evidencia la demarcación de una grieta potencialmente inestable

CONTROL DE GRIETAS (mm) ESCARPE SUPERIOR (EC7)														DESPLAZAMIE		Velocidad
Fecha	AB	VARIACION	AC	VARIACION	AD	VARIACION	BC	VARIACION	BD	VARIACION	CD	VARIACION	ERROR (mm)	NTO (mm)	mm/día	
27/05/2019	1781		2388		3286		3062		2790		1926		15			
28/06/2019							3074	12	2786	-4	1930	4				
30/07/2019	1822		2344		3262		3085	11	2787	1	1938	2	8	5	0,15625	
22/08/2019	1823	1	2345	1	3260	-2	3085	0	2788	1	1938	0	5	3	-0,08696	
5/09/2019	1825	2	2346	1	3258	-2	3084	-1	2788	0	1935	-3	10	5	0,14286	



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 107 Escarpe EC7

4.3.3.2.3 Extensómetro 6 (EC9)

Este proceso se localiza el deslizamiento la Carbonera sobre la berma 2 en la parte media, esta zona C3 fue homogenizada y clasificada como reptaciones y flujos de tierra, fallas puntuales de los taludes por adecuación morfológica de las obras de drenaje. Se esperan periodos de reactivación en épocas invernales. Se identifica presencia de agua.



Imagen 108 Localización proceso de inestabilidad EC9



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

El movimiento de la masa generó ya una grieta en la cresta del área inestable y abombamientos al pie de la masa deslizante, esta masa se desplazó sustancialmente y dejó un escarpe en la cresta.



Imagen 109 Grieta de la cresta EC9



Imagen 110 Escarpe en la cresta EC9

4.3.3.3 Vertimientos vs procesos inestables superficiales

Dentro de los recorridos se ha evidenciado zonas potencialmente inestables, sobre la capa superficial de suelo, sobre todo en la parte media de la Carbonera.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Se ha relacionado el flujo subsuperficial de los vertimiento en la parte alta con los procesos inestables presente dentro de la masa movilizada de la Carbonera, esta red de flujo de fuente antrópica está afectado las obras de drenaje y la estabilidad de la capa superficial de terreno.

Se puedo observas el flujo de las zonas húmedas en los diferentes escarpes:

- EC5



Imagen 111 Flujo de agua por vertimiento en el EC5

- EC10



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 112 Flujo de agua por vertimiento en el EC10

4.3.3.3.1 Análisis movimientos Escarpes

Estos escarpes se encuentran ubicados en el sector la Carbonera, específicamente sobre la zona C2, C4 Y C5 de la nueva sectorización geológica propuesta, debajo de la estructura de contención compuesta por una viga anclada con pilas, zona que además tiene obras de adecuación morfológica y tratamientos con subdrenes profundos. Predominan en esta zona suelos residuales bloques de arenisca meteorizada y rellenos antrópicos debido a la conformación morfológica. Estos representan la corona de un deslizamiento que está iniciando y que primariamente involucra una pequeña zona. Ahora, se ha evidenciado que los escarpes han aparecido como consecuencia de la infiltración del agua en el subsuelo proveniente de diversas fuentes y que debilita la resistencia al corte de los suelos presentes y que por causa de su propio peso generan un rompimiento de la superficie del suelo.

No obstante los mismos se han ido presentando a lo largo de la parte superior de la cuneta, aparentemente sobre una misma curva de nivel, lo que hace suponer que el deslizamiento puede involucrar una gran zona, es decir que la corona cubre casi toda el área delimitada entre las fallas la Carbonera norte y Rosales

En la parte inferior de los escarpes monitoreados se encuentra la zona C3 que está constituida por suelos residuales y coluviones que representan el cuerpo del deslizamiento. En las restituciones aéreas se ha evidenciado variados escapes que sin embargo y hasta el momento no muestran actividad, según los instrumentos de control tales como BM's e inclinómetros.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Esto significa que se están presentando desprendimientos tan solo en la parte superior Zona C2 pero que de continuar con la infiltración del agua es posible que se intensifique el movimiento involucrado esta zona.

En la Zona C5, la cual se encuentra entre las fallas Carbonera Norte y Sur, se han evidenciado escarpes en un flujo de bloques de arenisca meteorizada que se encuentran sobre una arcillolita la cual pierde resistencia con la presencia de agua. Esta zona no ha evidenciado movimientos recientes

En la zona C7, la que se encuentra al lado sur de la quebrada la Carbonera, está constituida por roca altamente meteorizada con una cobertura de suelo residual y coluvión que ha presentado movimientos superficiales tipo reptación y algunos escarpes causados por la infiltración del agua.

Ahora, en la parte alta de la Carbonera existen zonas de mucha humedad causadas, en su mayoría por conexiones sin control, tanto de alcantarillado como de acueducto, provocando un flujo constante de agua hacia el cuerpo del deslizamiento.

En conclusión sobre la viga ubicada en esta zona, se establece que está funcionando adecuadamente.

4.3.1 Afectación drenes sobre bermas sector La Carbonera

Durante los recorridos en las bermas superiores del sector la Carbonera se evidencia daños en las obras de drenes.



Imagen 113 Daños drenes sobre bermas superiores

Se presentó demolición en los recubrimientos y canales en concreto sobre los drenes sobre las bermas superiores como se muestra en color azul en el siguiente plano.



ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Imagen 114 Afectaciones de bermas sector Carbonera

De igual manera donde se presentan procesos de inestabilidad, han afectado drásticamente las bermas por la masa superficial movilizada, creando estancamiento en el flujo normal del agua sobre estos.



Imagen 115 daños en bermas por procesos de inestabilidad



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.3.2 Toma de lectura Inclínómetro

Metodología

En el campo geotécnico el inclinómetro se utiliza para medir los movimientos de tierra, tales como fuerzas ocurridas por pendientes inestables (deslizamientos).

En esta situación se instala una tubería dentro de una perforación en la tierra con cuatro ranuras ortogonales diseñadas para adaptarse a las ruedas de la sonda del inclinómetro (ver Imagen 116 Sonda Inclínómetro). Esta sonda suspendida de un cable que al otro extremo está conectada a un dispositivo que toma la lectura, se utiliza para examinar la inclinación de la tubería con respecto a la vertical u horizontal y de esta manera detectar cualquier cambio en la inclinación causadas por algún movimiento del terreno.

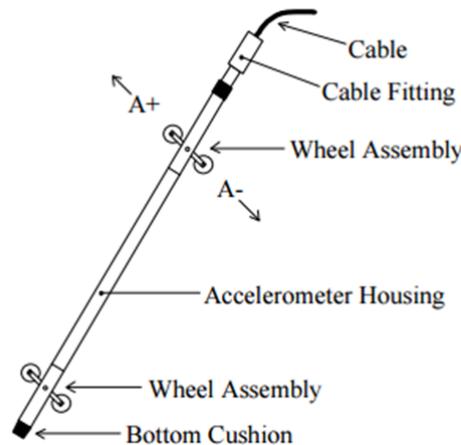


Imagen 116 Sonda Inclínómetro

La sonda de inclinómetro contiene dos acelerómetros con sus ejes orientados a 90° entre sí a una distancia de 0.5m, el eje A está en línea con las ruedas, con el eje ortogonal B a la misma. Así, durante la lectura se obtiene la lectura A+, A-, B+ y B-.

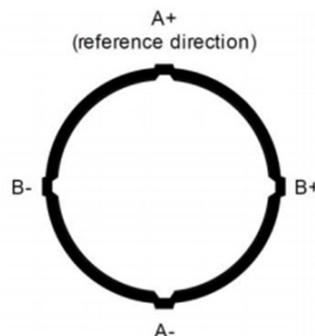


Imagen 117 descripción ejes Tubería

Las lecturas posteriores del inclinómetro, en comparación con la lectura original, revela cualquier deformación en la inclinación de la tubería mostrando los cambios en las diferentes profundidades. El análisis se realiza mediante el cálculo de la desviación de las ruedas superiores relación a la horizontal, las ruedas inferiores han producido la inclinación



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

(θ) en el intervalo de lectura (L) de la encuesta (la distancia entre ejes de la sonda es de 0.5 metros). En cada posición del inclinómetro las dos lecturas tomadas en cada eje (A+, A-, B+ y B-) se restan uno de otro dejando una medida de $\text{sen}(\theta)$. Este valor se multiplica por el intervalo (L) el resultado es la deflexión horizontal de salida en unidades métricas. (Ver Imagen 118 Toma de muestra Inclinómetro – Descripción)

Así el análisis de la inclinación se realiza mediante el cálculo de la compensación de las ruedas superiores a la horizontal con la rueda inferior que ha producido el ángulo.

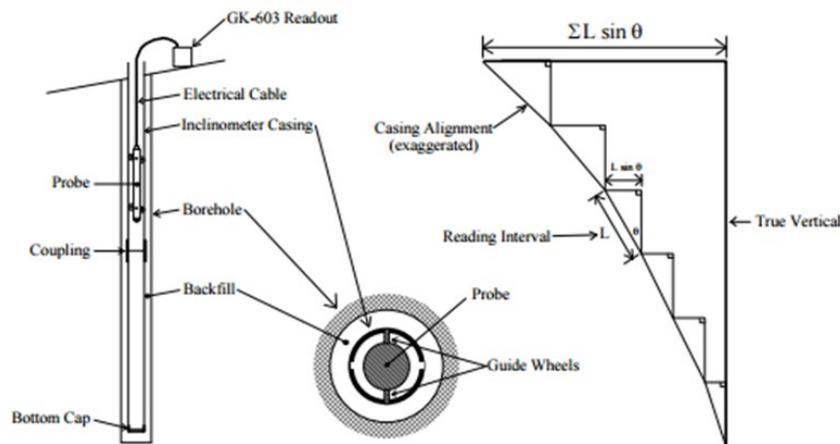


Imagen 118 Toma de muestra Inclinómetro – Descripción

Cuando todas estas deflexiones horizontales se acumulan y se presenta a partir de la parte inferior de la tubería de sondeo, el resultado neto es producir un gráfico de la variación de la desviación horizontal entre el momento de toma de datos base y el tiempo de cualquier toma de datos posterior. A partir de una gráfica de este tipo de desviación es fácil de ver en cualquier profundidad el movimiento que se está produciendo y su magnitud. (Ver Imagen 119 Grafico de desviación)

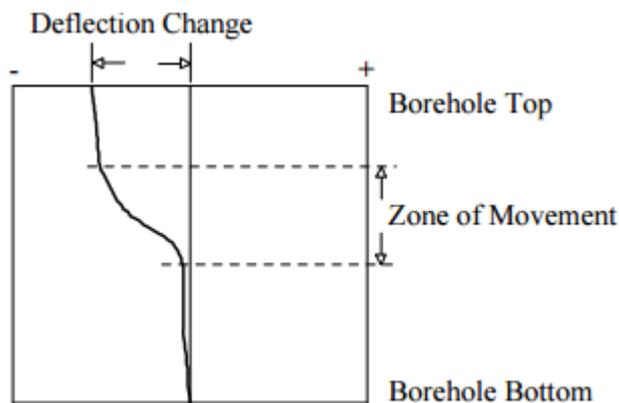


Imagen 119 Grafico de desviación

4.3.2.1 Toma de los datos

A continuación se resume los pasos involucrados para la toma de datos:

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</p>
---	--	---

- Comprobar que la tubería no tenga ningún tipo de obstrucción con el simulador de la sonda.
- Asegurar que todos los conectores de la sonda este bien conectados.
- Girar la sonda de modo que la rueda superior encaje en la ranura de la tubería que está en la dirección del movimiento, (en el caso de una pendiente sería cuesta abajo, esto garantiza que las deflexiones medidas sean positivas). Bajar la sonda inclinómetro a la parte inferior de la tubería teniendo cuidado no dejar que la sonda golpee el fondo del agujero.
- Seleccionar la traba del cable y colocarlo en la parte superior de la tubería. Levantar el inclinómetro hasta que el primer marcador de cable.
- Esperar a que la temperatura de la sonda se estabilice y la lectura no cambie.
- Tomar la primera lectura, tire hacia arriba del cable hasta el siguiente marcador de cable espere a que se estabilice y tome otra lectura.
- Continuar de esta manera hasta que se alcanza el marcador de la parte superior, saque el inclinómetro fuera del agujero gire la sonda 180 grados, entonces baje de nuevo la sonda y repita la toma de datos.

4.3.2.2 Sensibilidad de la precisión de los registros de medición

Teniendo claro la metodología de la toma de inclinometría en campo, el sistema de precisión normal de la sonda es de +/- 7mm cada 30 metros.

4.3.2.3 Instalación instrumentación especializado Inclinometro

En cumplimiento a los compromisos relacionados con la perforación mecánica y el suministro e instalación de tubería para instrumentación del proyecto Altos de la Estancia ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar en el marco del convenio interadministrativo de cooperación No. 430 del 2016 celebrado entre el Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático y la Universidad Distrital Fráncico José de Caldas, a continuación se presenta el informe final a las actividades de perforación mecánica e instalación de tubería para instrumentación para medición de desplazamientos horizontales a profundidad mediante el uso de inclinómetros.

Con base en los requerimientos y teniendo en cuenta las solicitudes del proyecto se ejecutaron dieciséis (16) sondeos mecánicos con profundidades que varían entre 18.5 y 28 metros lineales, llevando a cabo simultáneamente el ensayo de penetración estándar STP. En la tabla 1 presentada a continuación se relaciona la exploración ejecutada de sondeos con la profundidad de los mismos.

Cada uno de los sondeos de la exploración ejecutada se presenta referenciado en el plano a continuación:



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

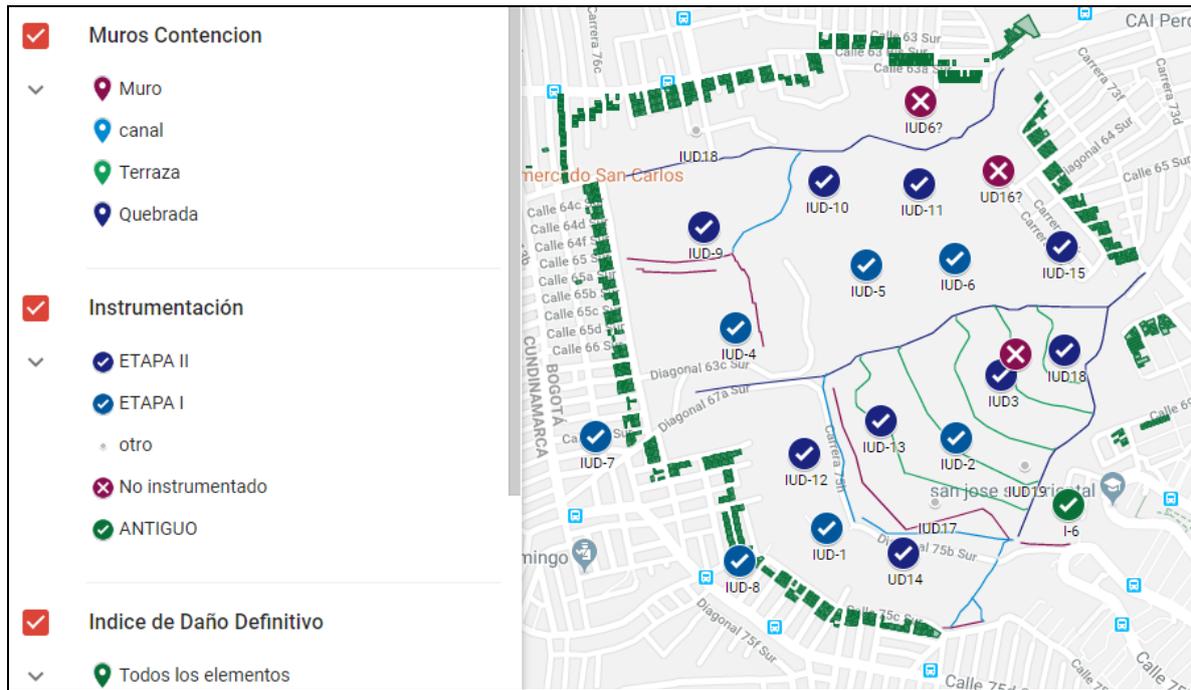


Imagen 120 Localización de los sondeos de exploración

Completando la instrumentación instalada en las dos etapas, a la fecha se ejecutó 19 sondeos con un total de 412,5 metros lineales, los cuales se instrumentaron 16 sondeos con 379 metros lineales de instrumentación (color azul) y los tres restantes con 33.5 metros lineales de perforación tuvieron dificultades para su instrumentación (color rojo).

Tabla 17 Relación de la exploración ejecutada y su localización.

SONDEO	ESTADO	TIPO	PERFORACION (m)	LATITUD	LONGITUD
IUD1	Terminado	Percusión, lavado y rotación	22	4,5786	-74,17547
IUD2	Terminado	Percusión, lavado y rotación	25	4,58009	-74,17338
IUD3	Terminado	Percusión, lavado y rotación	29,5	458.132	-7.417.244
IUD4	Terminado	Percusión, lavado y rotación	20	4,58188	-74,17695
IUD5	Terminado	Percusión, lavado y rotación	25	4,58291	-74,17484
IUD6	Terminado	Percusión, lavado y rotación	28	458.302	-7.417.339
IUD7	Terminado	Percusión, lavado y rotación	25	4,5801	-74,17923
IUD8	Terminado	Percusión, lavado y rotación	20,5	4,57807	-74,17688
IUD9	Terminado	Percusión, lavado y rotación	20	45.835	-741.774
IUD10	Terminado	Percusión, lavado y rotación	28	4,58427	-74,17551
IUD11	Terminado	Percusión, lavado y rotación	23,5	4,58423	-74,17397
IUD12	Terminado	Percusión, lavado y rotación	20	4,57982	-74,17584
IUD13	Terminado	Percusión, lavado y rotación	22	4,58035	-74,17459

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

IUD14	Terminado	Percusión, lavado y rotación	20,5	4,57819	-74,17424
IUD15	Terminado	Percusión, lavado y rotación	25	4,58321	-74.1716
IUD18	Terminado	Percusión, lavado y rotación	25	4,58151	-74,17162
TOTAL			379		

Se ejecutaron tres sondeos pero no fue posible instrumentarlos, dos por problemas de seguridad se cambió el punto de perforación y en otro por encontrarse material de relleno heterogéneo conformado por desechos de demolición de concreto y barras de acero lo cual limito la continuidad de la perforación, a continuación se muestra la tabla resumen con los sondeos que se limitó su instrumentación.

Tabla 18 relación de sondeos no instrumentados

SONDEO	ESTADO	TIPO	PERFORACION (m)	LATITUD	LONGITUD	OBSERVACION
IUD16	no instrumentado	Percusión, lavado y rotación	11,5	4,58446	-74,17251	Material de relleno
IUD3?	no instrumentado	Percusión, lavado y rotación	13,5	4,5811	-74,17265	Inseguridad
IUD6?	no instrumentado	Percusión, lavado y rotación	8,5	4,58556	-74,17394	Inseguridad
TOTAL			33,5			

La tubería instalada es de tipo ABS GEOVAN de 70 mm de diámetro. A continuación, se relacionan las imágenes de la ejecución de perforación



Imagen 121 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD1



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 122 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD2



Imagen 123 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD4



Imagen 124 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD5



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 125 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD6



Imagen 126 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD7



Imagen 127 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD8



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 128 Toma lectura línea base IUD9



Imagen 129 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD10



Imagen 130 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD11



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 131 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD12



Imagen 132 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD13



Imagen 133 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD14



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Imagen 134 Equipo de perforación localizado en el sondeo IUD15



Imagen 135 Vista general de toma lectura línea base IUD18

Se instala el 100% de la actividad de perforación e instalación de instrumentación correspondiente a 400 metros lineales

Anexo 5 Columnas Estratigráficas

4.3.3 Campaña de monitoreo a la instrumentación (Inclinómetros-piezómetros)

La frecuencia con la que se hace el monitoreo a la instrumentación de inclinometría fue mensual con el fin de monitorear las deformaciones de la instrumentación midiendo la tasa de movimiento a profundidad y detectando el plano de falla de los deslizamientos, esta campaña de control de la instrumentación se utiliza principalmente para medir los movimientos de suelo o movimientos laterales del suelo.

4.3.3.1 Inclinómetro I-06 Antiguo

A partir de la información obtenida de octubre 2016, se presentaron dificultades en la toma de datos por el exceso en la deformación del tubo a la profundidad entre 3.5 y 5 m, lo que ha evidenciado unas variaciones entre lecturas en las últimas campañas que no coinciden con una trazabilidad en sentido y dirección del movimiento.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

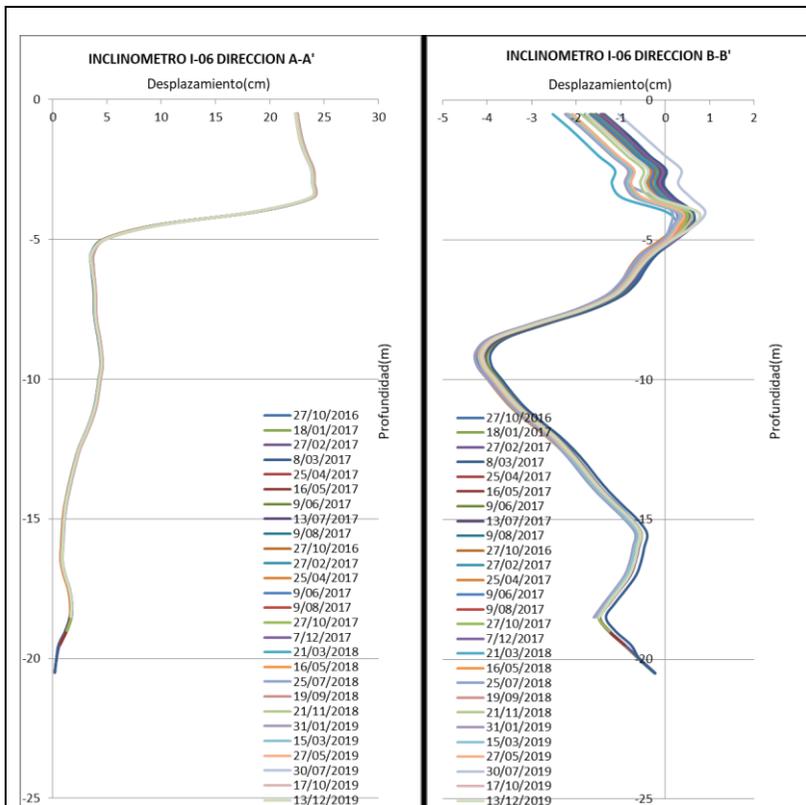


Imagen 136 Desplazamiento acumulado I-06

La imagen relaciona los desplazamientos en la dirección A y B, se observa que el movimiento en los 3,5 metros avanza en la dirección A (+), B (-) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 1,14cm en la campaña de mayo del 2018.

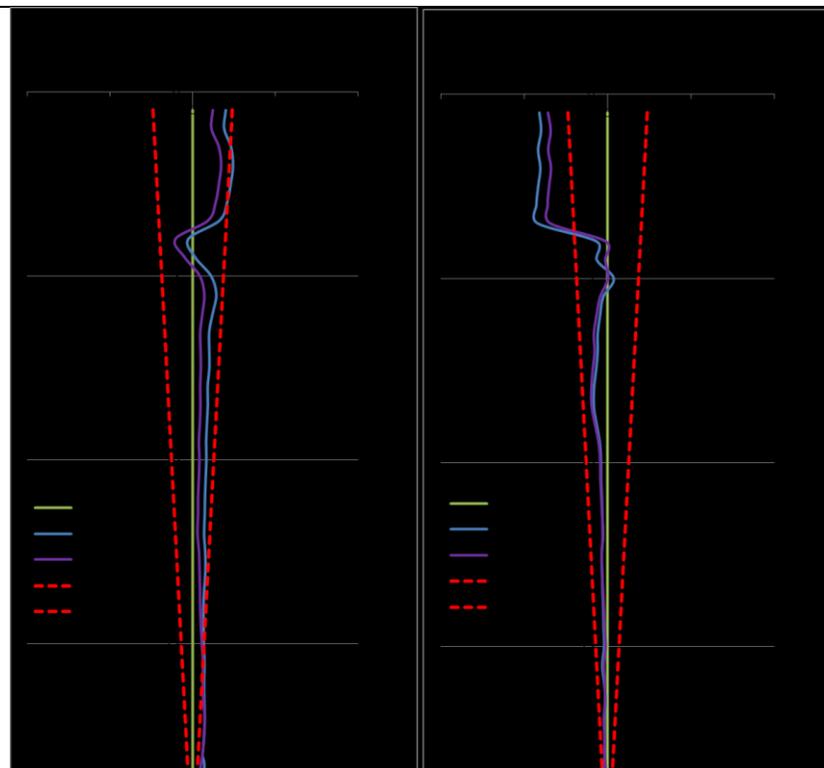


Imagen 137 Análisis desplazamiento I-06

A partir de la información obtenida de la última campaña se observa en la imagen un desplazamiento máximo de 102.2mm a una profundidad 1.5m.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

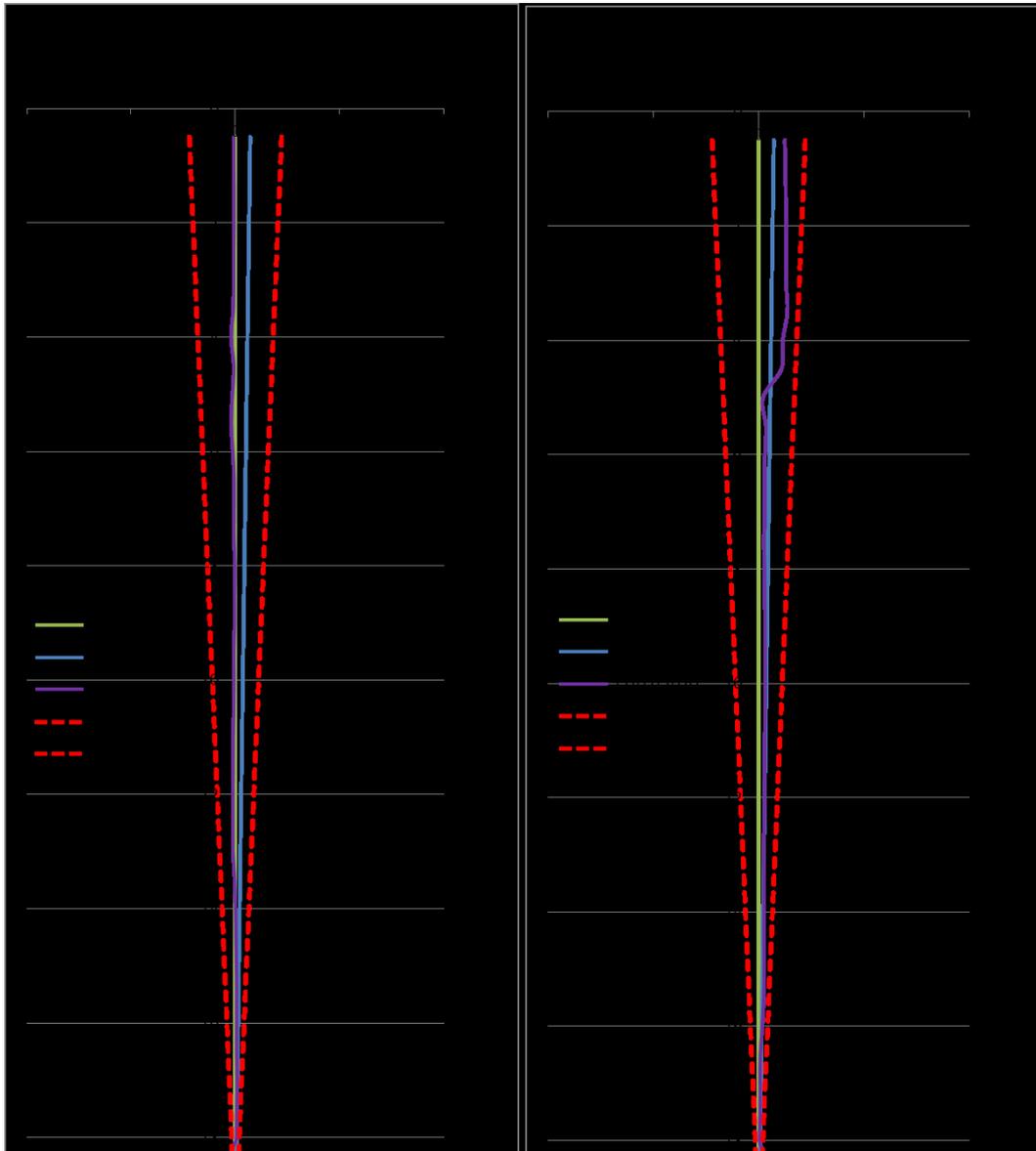


Imagen 138 Delta de diferencia de las últimas campañas I-06

Comparando las últimas campañas los desplazamientos máximos se encuentran dentro de la tolerancia del equipo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.3.3.2 Inclinómetro IUD1

Su instalación se realizó el 21 de abril de 2017 con una profundidad útil de 20 metros y se ubica en la parte alta del deslizamiento la Carbonera.

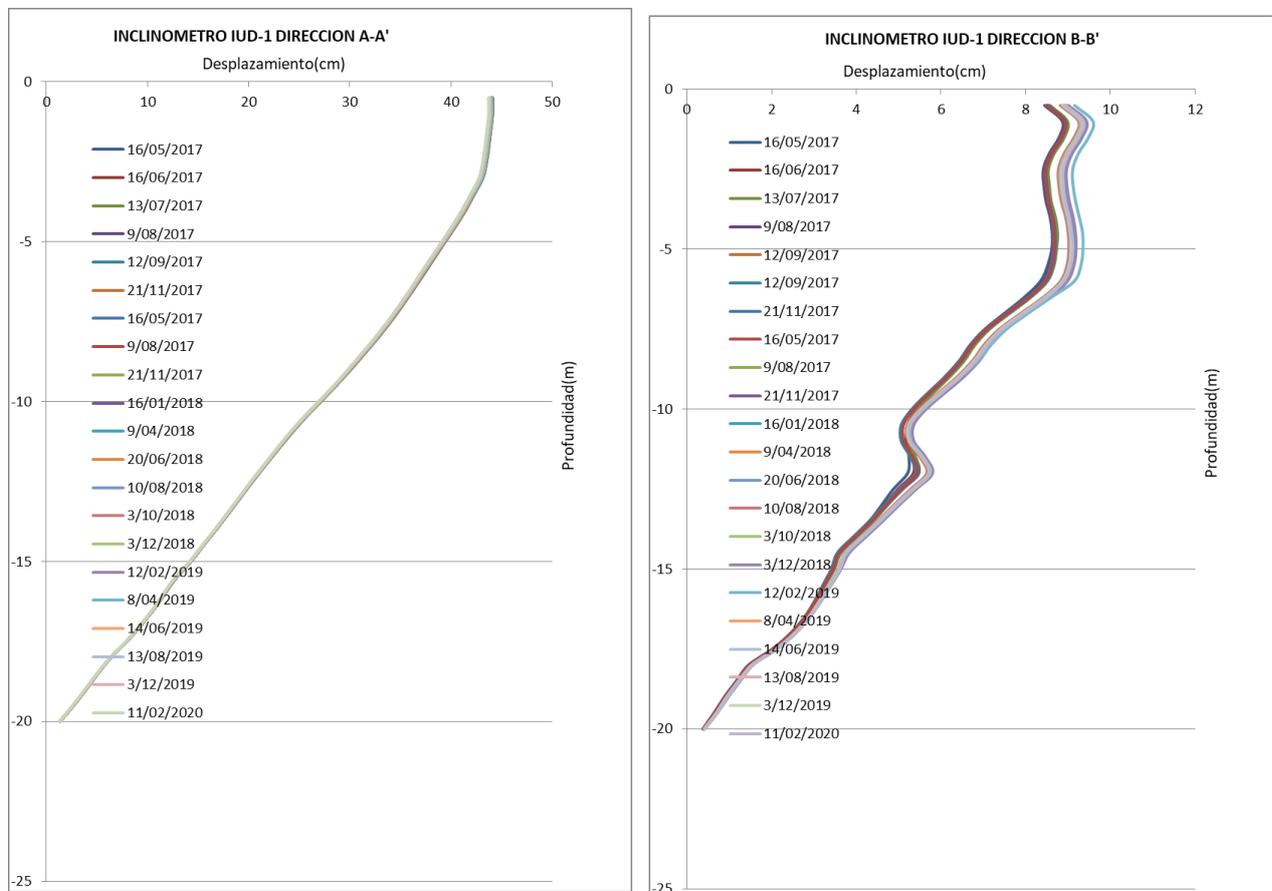


Imagen 139 Desplazamiento acumulado IUD 1

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 6 metros avanza en la dirección A (+), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 0,8cm en la campaña de octubre del 2018.

Como se muestra en las siguientes imágenes, a partir de la información obtenida de la última campaña se observa en la imagen un desplazamiento máximo de 7.7mm a una profundidad 0.5m.

Este desplazamiento ocurre en el suelo residual de la formación guaduas el cual se encuentra saturado según se muestra en el plano de zonas húmedas, introduciendo una saturación en el suelo areno limoso que disminuye su resistencia. Hacia el nivel de los 12 m en el sentido transversal al pendiente, seguramente causado por un desplazamiento entre la arenisca y la arcillolita facilitado por la filtración del agua a través de la arenisca. Este movimiento se presentó en los primeros meses después de su instalación y se ha mantenido estable.



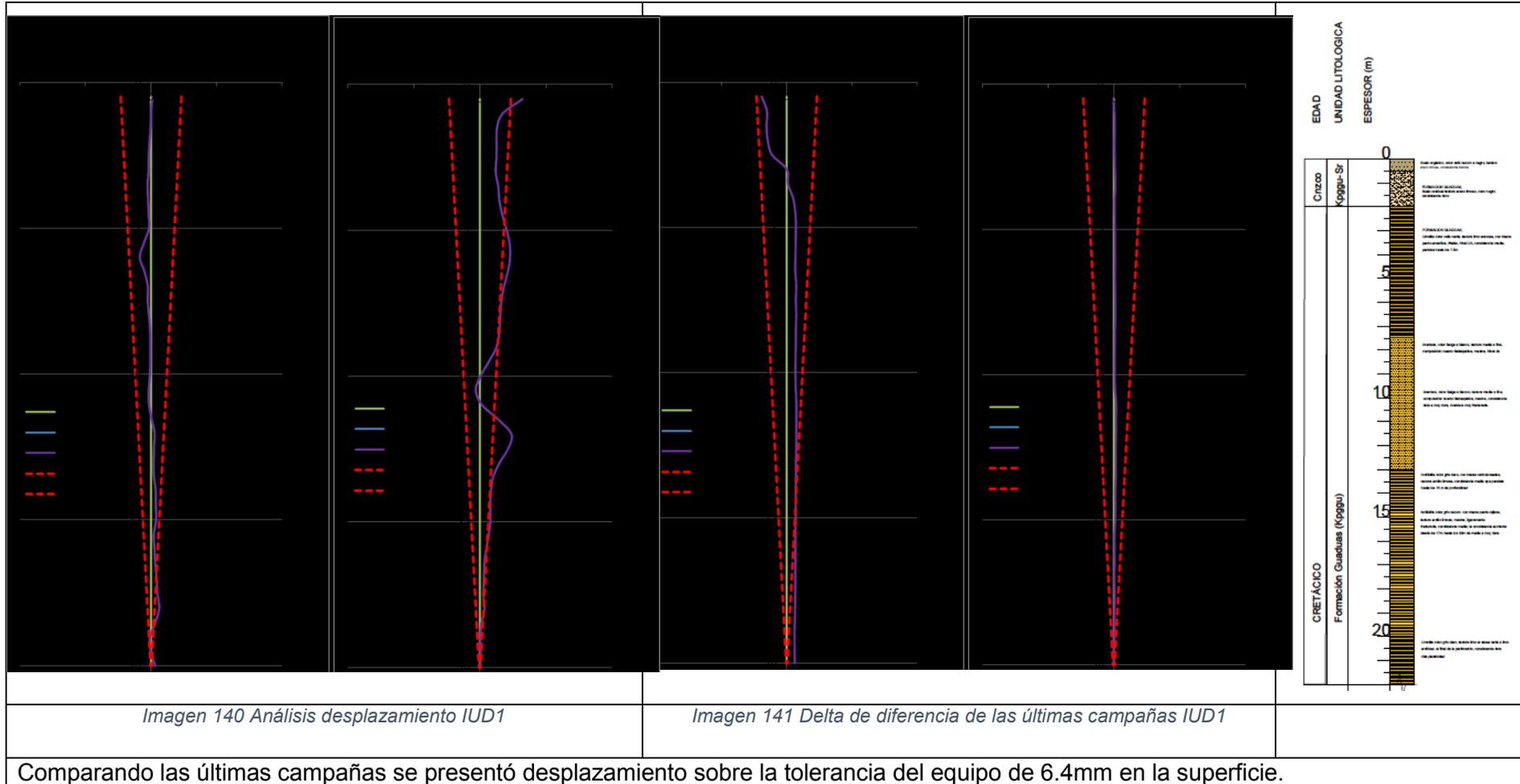
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4.3.3.3 Inclinómetro IUD2

Su instalación se realizó el 22 de abril de 2017 con una profundidad útil de 23 metros, y se ubica en la parte media del deslizamiento la Carbonera dentro del polígono ubicado en la fase 1.

En la imagen 142, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 7,5 metros avanza en la dirección A (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 0,9cm en la campaña de enero del 2019.

Durante el mes de marzo de 2018 se realizaron actividades para rehabilitar este instrumento donde se cambiaron las condiciones iniciales y reportaron un incremento en la diferencia entre lecturas con respecto a la línea base. Se toma como línea base la campaña de mayo de 2018 donde se evidencia una diferencia máxima de lecturas de 5.5mm a una profundidad de 1m, no se presenta desplazamientos superiores a la tolerancia con respecto a la línea base.

El desplazamiento en la parte superior se presenta sobre el coluvión formado por gravas y arena fina con una matriz de limo afectado por movimientos de tipo superficial que se presentan en la zona pro causa de la saturación del material.



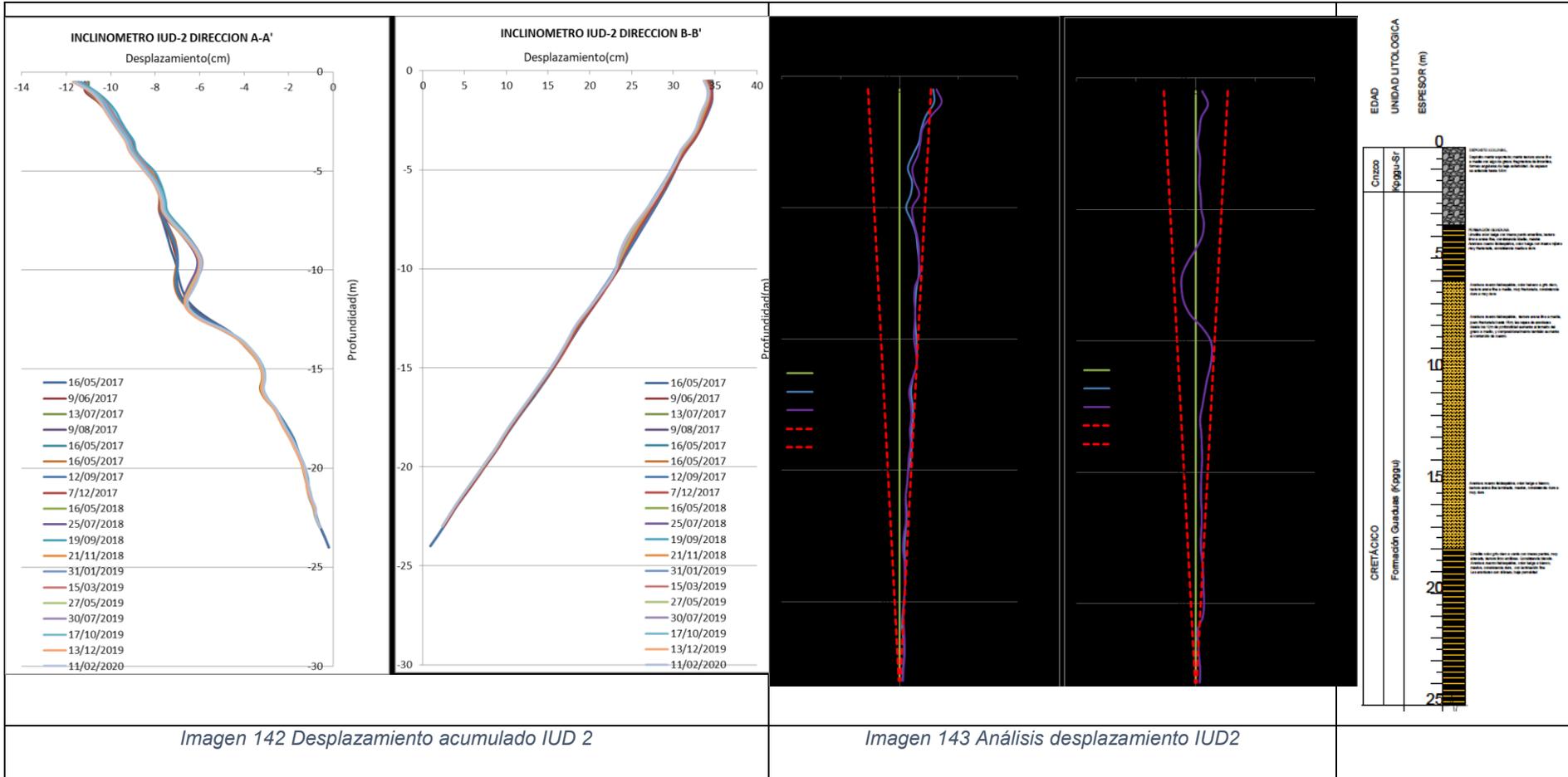
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4.3.3.4 Inclinómetro IUD3

Su instalación se realizó el 4 de marzo de 2019 en la parte baja del deslizamiento La Carbonera ubicado en la fase 2 sobre el cuerpo del deslizamiento, con una profundidad útil de 24.5 metros.

En la imagen siguiente, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 10 metros avanza en la dirección A (+), B (-) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 0,9cm en la campaña de enero del 2020.

A partir de la información obtenida de la última campaña se observa en la imagen un desplazamiento máximo de 8.97mm a una profundidad 0.5m. A una profundidad de 12m el tubo de instrumentación presenta una inclinación superior a la inclinación de los extremos del torpeo lo que dificultó la toma de lecturas inferiores a esta profundidad.

El desplazamiento en la parte superior se presenta en el suelo residual de la formación Guaduas que presenta una textura limo. A profundidad se presenta un punto de inflexión en él tuvo, lo que representa una posible superficie de deslizamiento entre la limolita que se encuentra a dicha profundidad, un movimiento lento pero activo. Estos movimientos se están presentando en los dos sentidos del inclinómetro. Este instrumento se instaló después de haberse realizado las obras de adecuación morfológica en esta zona, de tal manera que se requiere seguir monitoreando el inclinómetros de tal manera que permita detectar un posible movimiento en masa en esta zona.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

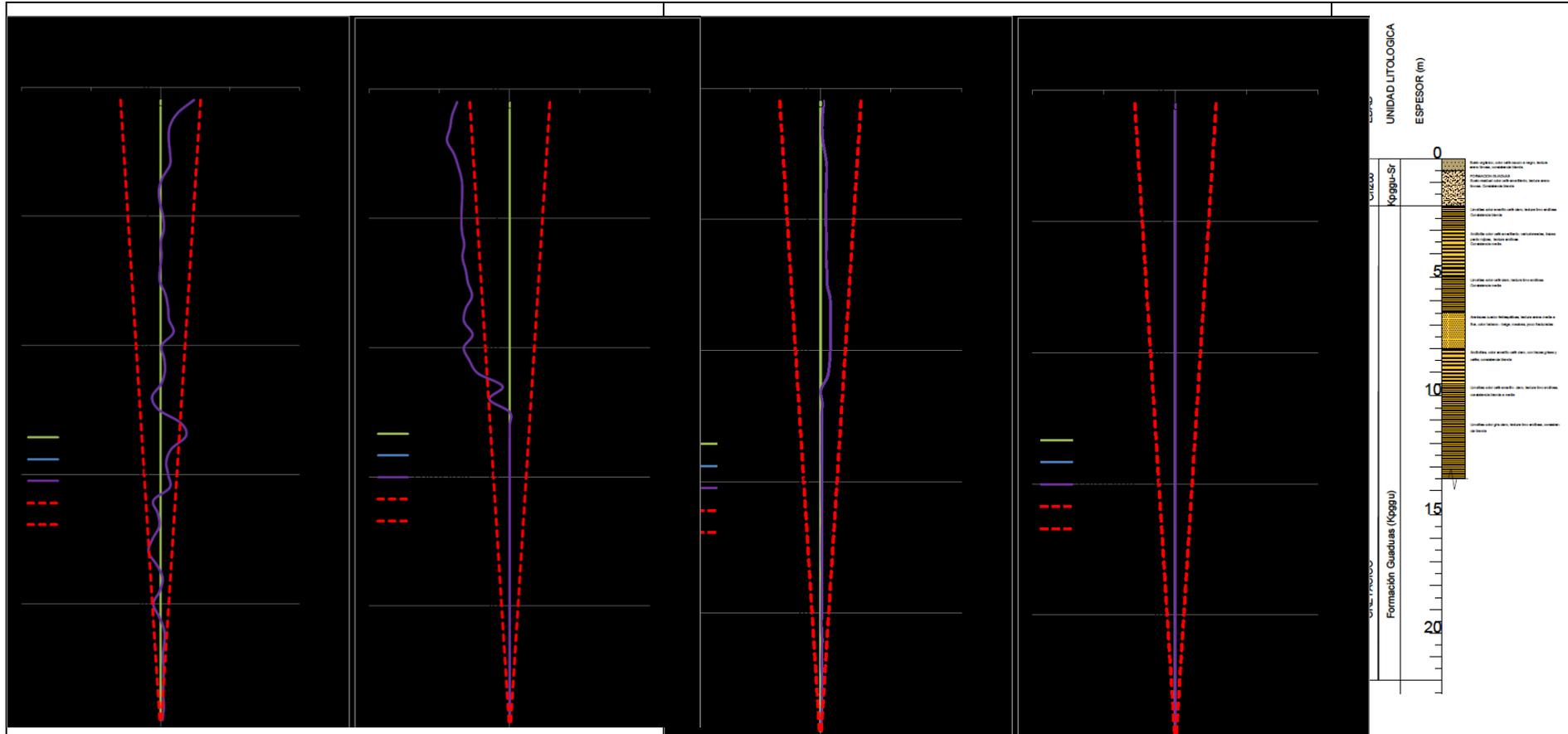


Imagen 144 Análisis desplazamiento IUD3

Imagen 145 Delta de diferencia de las últimas campañas IUD3

Comparando las últimas campañas se presentó desplazamiento dentro de la tolerancia.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.3.3.5 Inclinómetro IUD4

Su instalación se realizó el 27 de enero de 2017 en la parte alta del deslizamiento El Espino sobre el muro pantalla y en inmediaciones al parque recreativo Altos de la Estancia, con una profundidad útil de 20 metros.

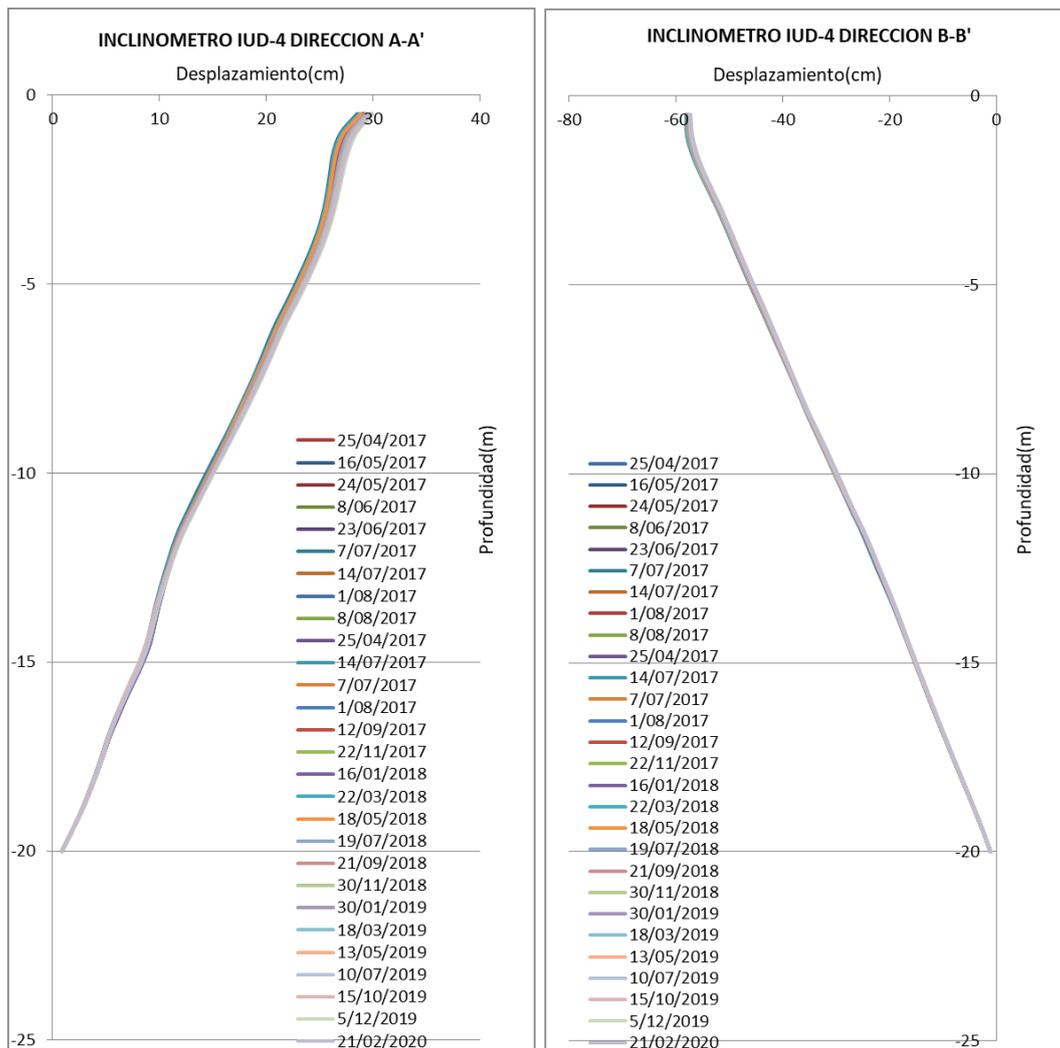


Imagen 146 Desplazamiento acumulado IUD 4

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 2 metros avanza en la dirección A (+), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 1,4cm en la campaña de julio del 2019.



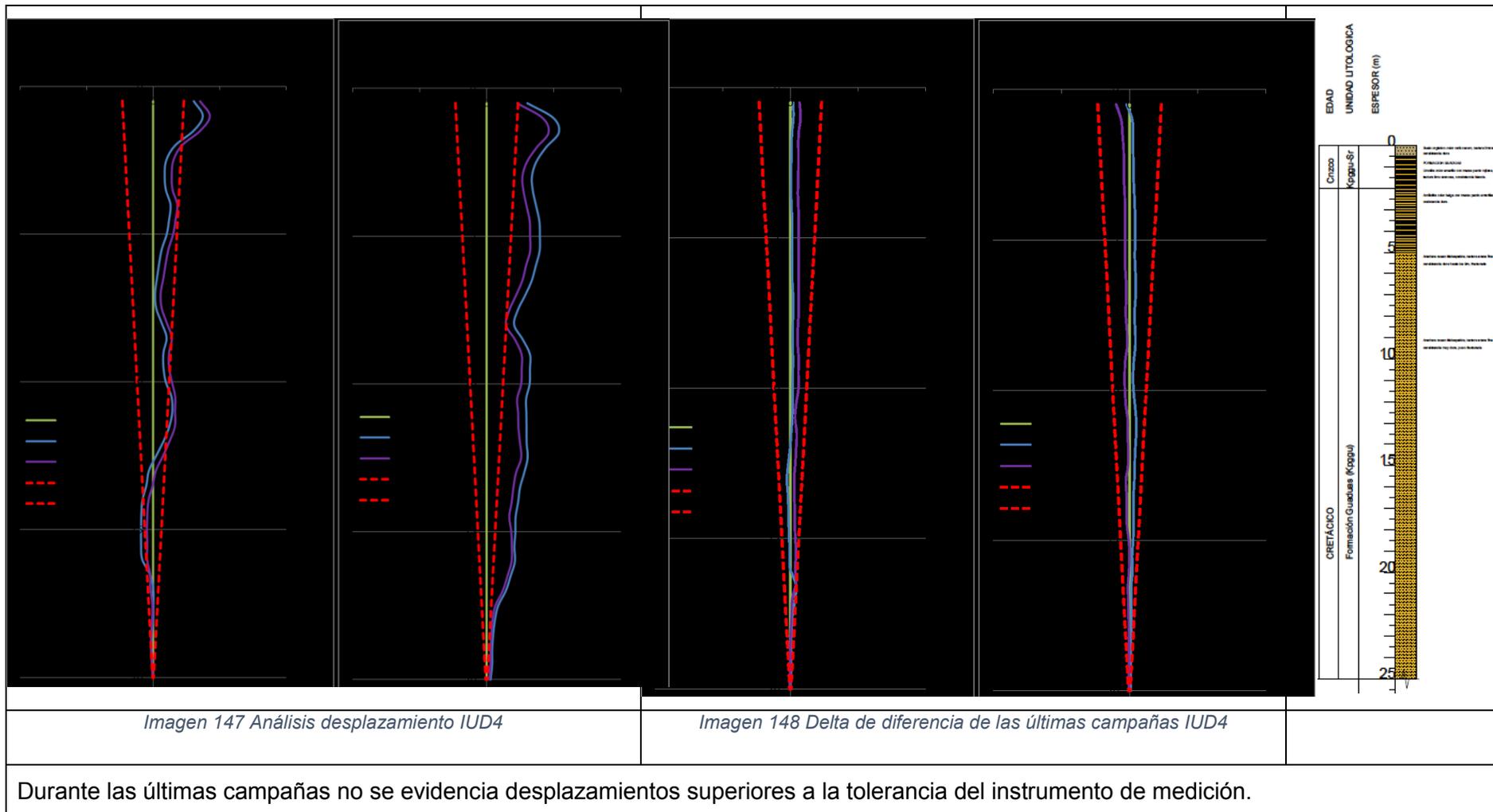
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

A partir de la información obtenida de la última campaña se observa en la imagen un desplazamiento máximo de 11.85mm a una profundidad 1m, se evidencia un incremento por encima de la tolerancia.

El desplazamiento presentado a nivel superficial se asocia a movimientos realizados durante la construcción de la obra del parque que ejecutó el IDRD, en donde los movimientos de tierra cercanos al punto movieron el punto. A profundidad se viene presentado un movimiento extremadamente lento a una profundidad de 17 m, dentro de la arenisca que se encuentra fracturada. Dicho movimiento está generándose en el sentido transversal a la pendiente principal.

4.3.3.6 Inclinómetro IUD5

Su instalación se inició el 28 de enero de 2017 en la parte media del deslizamiento El Espino ubicado en la fase 1 con una profundidad útil de 25 metros. Durante la campaña de octubre de 2018 se encontró obstruido este instrumento a una profundidad de 12m.

En la imagen 149, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 2 metros avanza en la dirección A (+), B (-) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 0,6cm en la campaña de julio del 2019.



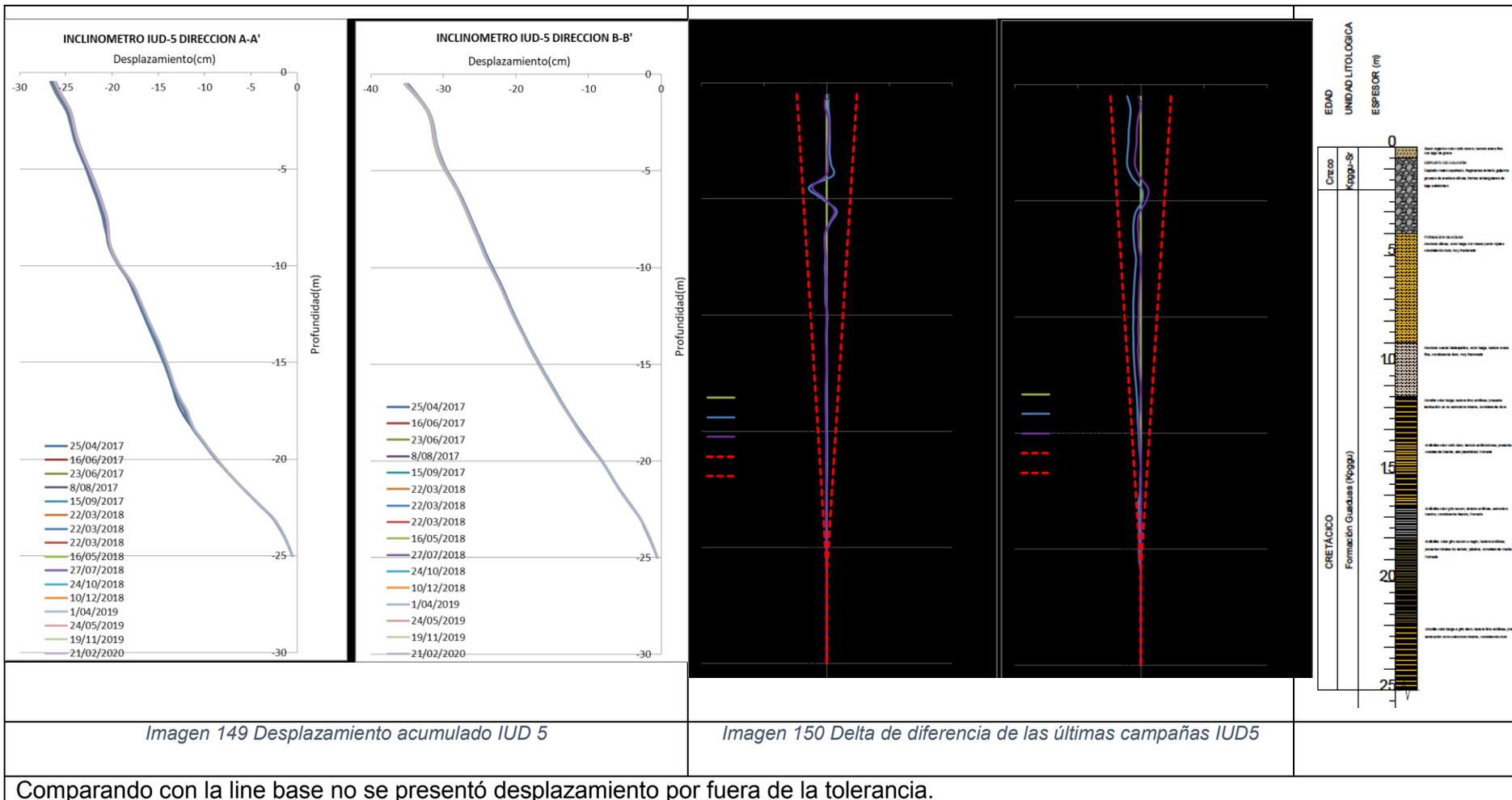
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.3.3.7 Inclinómetro IUD6

Su instalación se inició el 27 de marzo de 2018 en la parte media del deslizamiento La Carbonera ubicado en la fase 1 con una profundidad útil de 27 metros.

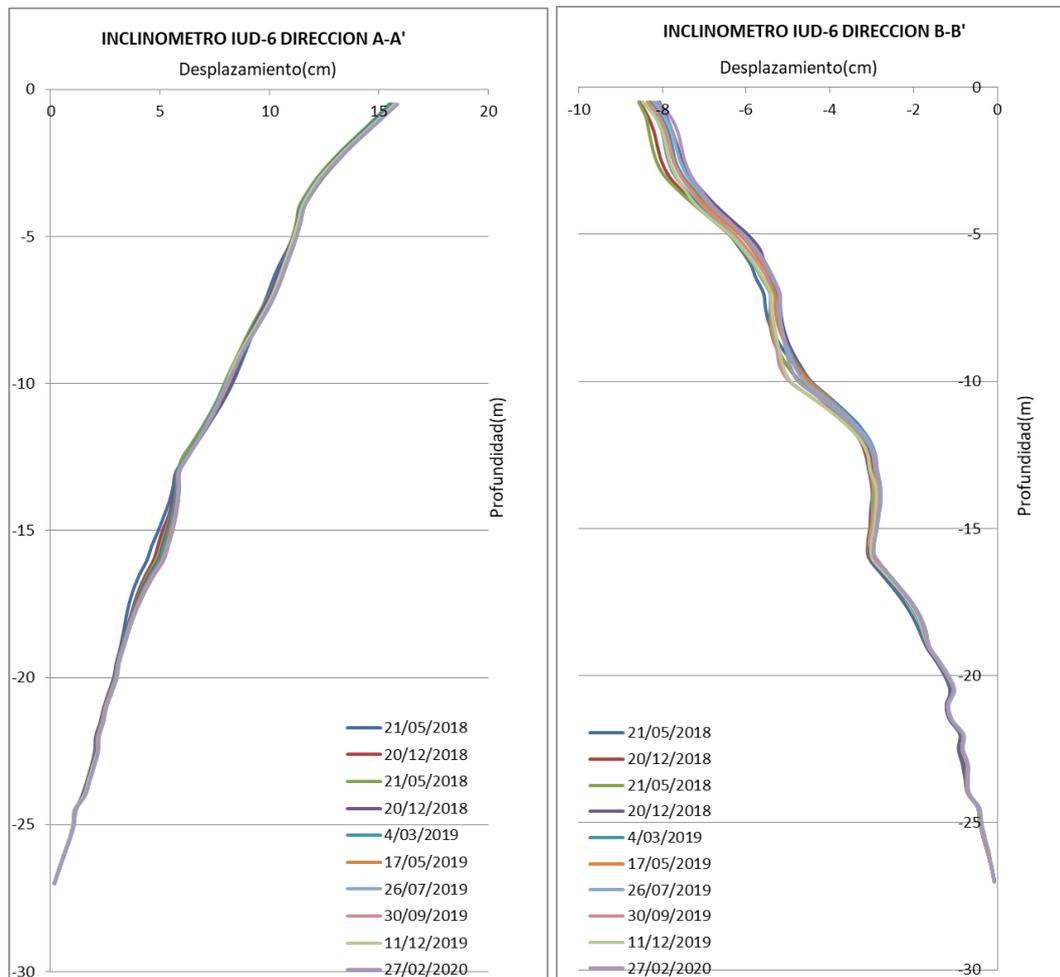


Imagen 151 Desplazamiento acumulado IUD 6

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 10 metros avanza en la dirección A (+), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección suroriente con un delta máximo de 0,9cm en la campaña de diciembre del 2019.



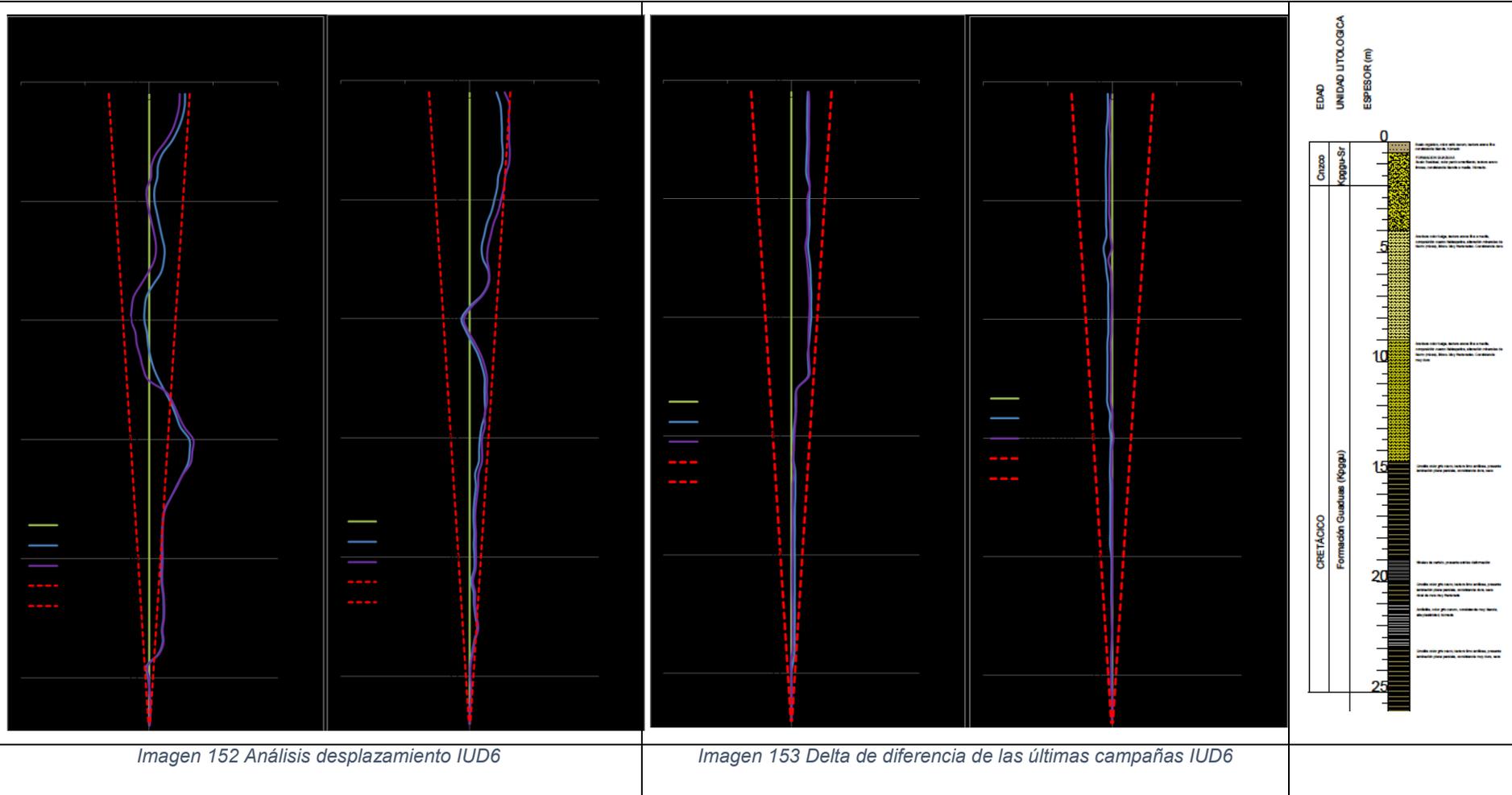
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

A partir de la información obtenida se observa en la imagen 152 un desplazamiento máximo de 7.72mm a una profundidad 1m, se presentan movimientos significativos durante con respecto a la línea base.

Superficialmente el movimiento se presenta en el suelo residual de la formación guaduas asociado a la saturación superficial que se presenta por las zonas húmedas. A 15 m de profundidad se encuentra el contacto entre la arenisca y la arcillolita que muestra algún movimiento reportado en la sección A-A es decir en la dirección del movimiento.

Otro desplazamiento se encuentra hacia los 20 metros donde se encuentra un estrato de carbón. Todos estos movimientos están asociados al tipo de falla presentado en la Carbonera debido al alto fracturamiento de la roca, facilitado por el flujo constante de agua.

Durante las últimas campañas no se evidencia desplazamientos superiores a la tolerancia del instrumento de medición (Imagen 153).

4.3.3.8 Inclinómetro IUD7

Su instalación se inició el 16 de mayo de 2017 en el barrio El Espino ubicado en la fase 3 con una profundidad útil de 23 metros.

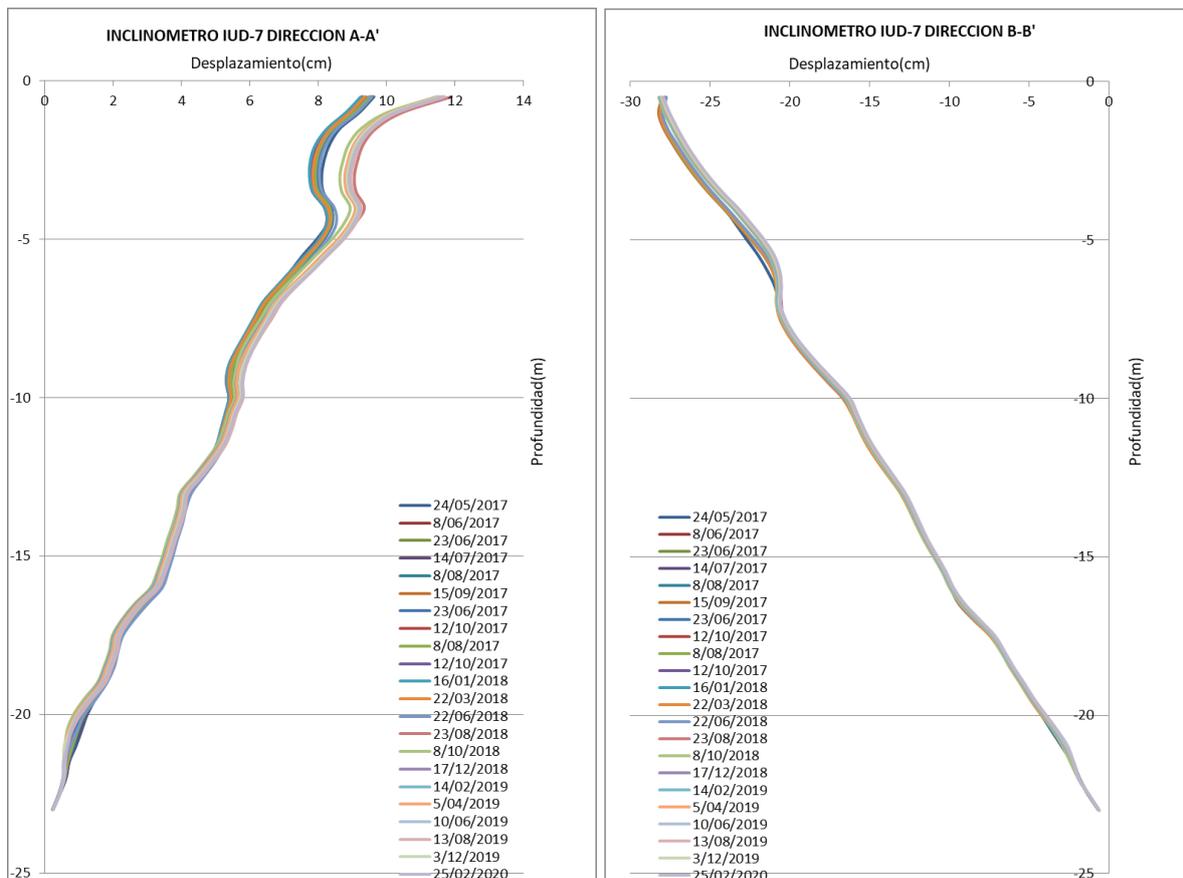


Imagen 154 Desplazamiento acumulado IUD 7

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 5 metros avanza en la dirección A (-), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 0,6cm en la campaña de agosto del 2019.

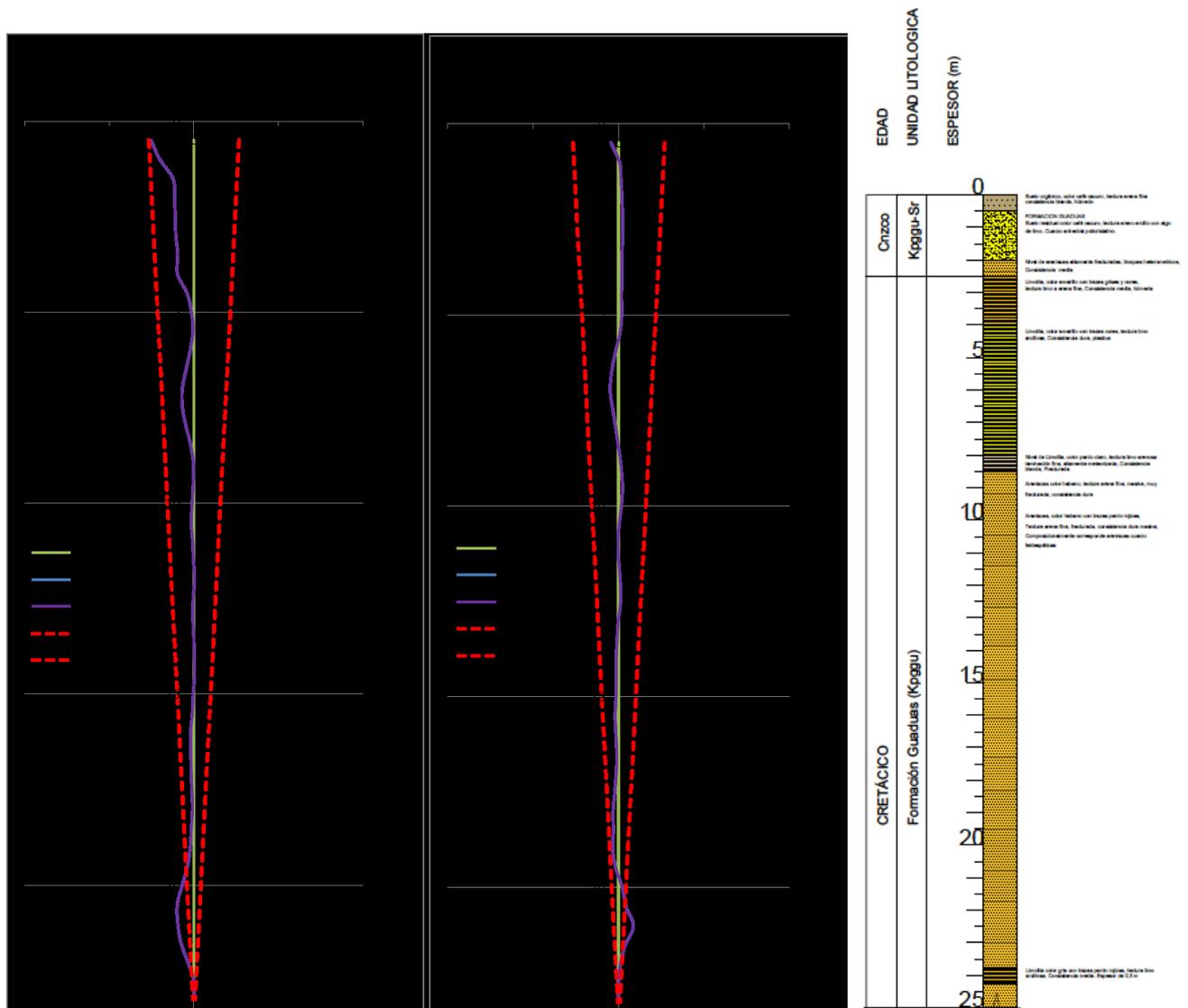


Imagen 155 Análisis desplazamiento IUD7

Durante el último periodo se compara con respecto a la campaña de junio 2018 como línea base, ya que se alteró sus condiciones iniciales durante la reparación de este instrumento.

No se evidencia un desplazamiento mayor a 3.5mm a una profundidad de 9m que no supera la tolerancia.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.3.3.9 Inclinómetro IUD8

Su instalación se inició el 4 de mayo de 2017 entre los barrios de Santo Domingo y Santa Viviana, ubicado en la fase 3 con una profundidad útil de 20 metros.

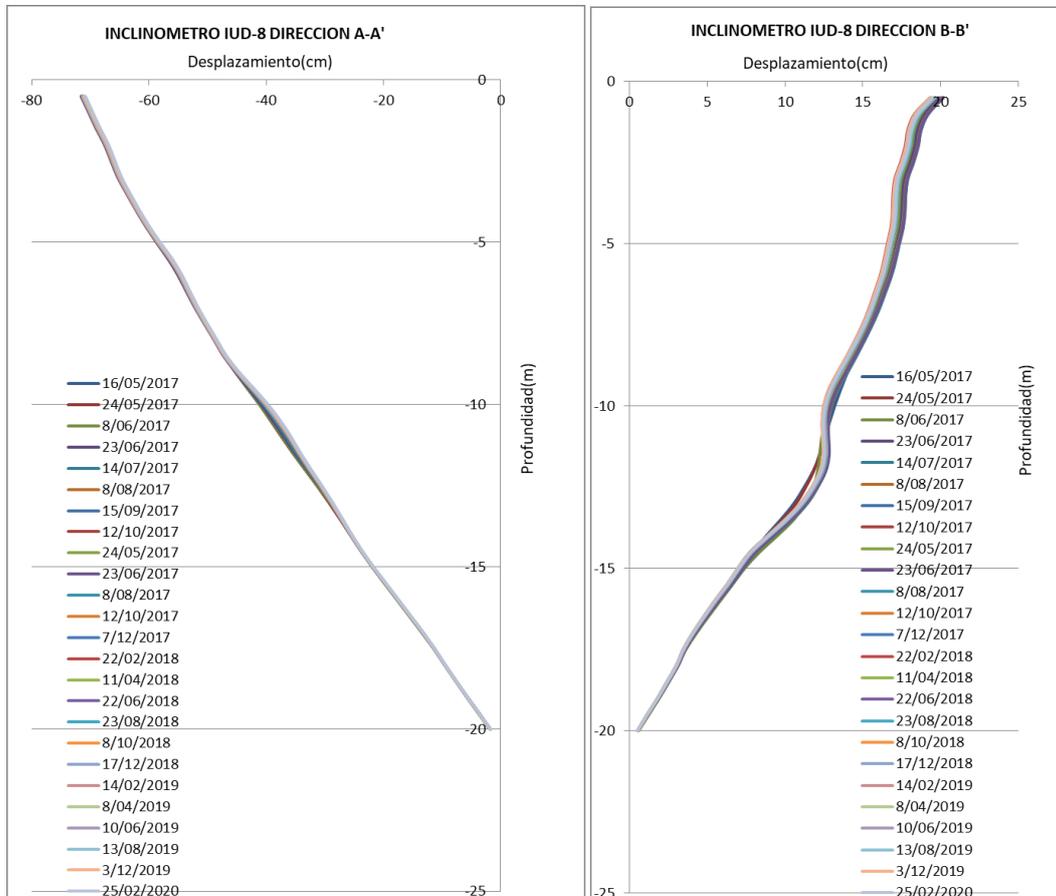


Imagen 156 Desplazamiento acumulado IUD 8

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 10,5 metros avanza en la dirección A (+), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 1,6cm en la campaña de abril del 2019.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

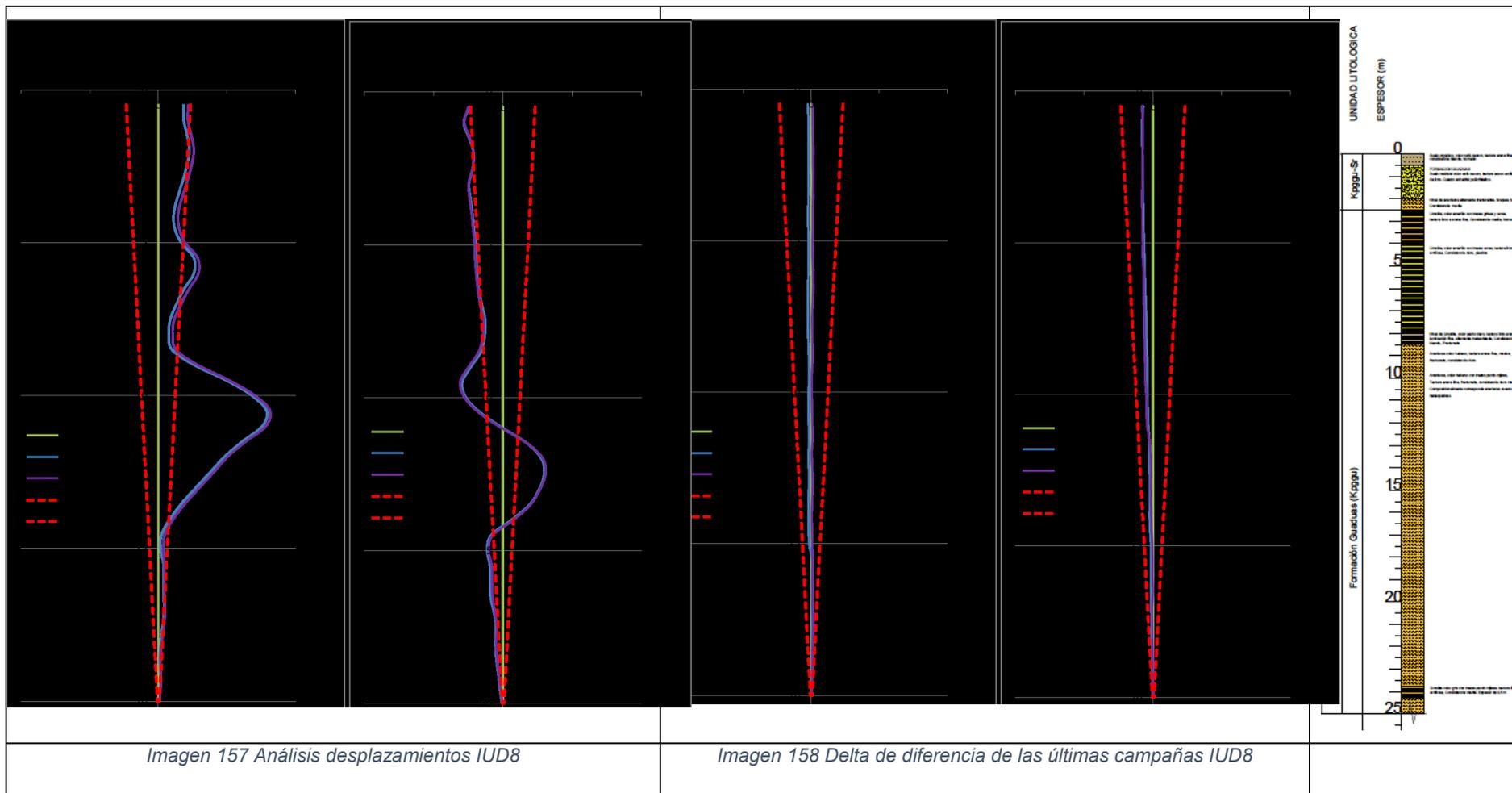


Imagen 157 Análisis desplazamientos IUD8

Imagen 158 Delta de diferencia de las últimas campañas IUD8

A partir de la información obtenida se observa en la imagen 157 un desplazamiento máximo de 16.32mm a una profundidad 10.5m

Durante las primeras seis campañas este instrumento presento movimientos de hasta 1cm con respecto a la línea base, pero durante las últimas ocho campañas se registraron lecturas no mayores a 1mm.

El movimiento presentado a una profundidad de 12 m se encuentra asociado al nivel de arenisca fracturada que puede estar presentando un flujo subsuperficial de agua y que arrastra el tubo del inclinómetros solo en este punto.

Durante las últimas campañas no se evidencia desplazamientos superiores a la tolerancia del instrumento de medición.

4.3.3.10 Inclinómetro IUD9

Su instalación se inició el 3 de abril de 2018 en la parte norte del deslizamiento El Espino, ubicado en la fase 1 con una profundidad útil de 20 metros.

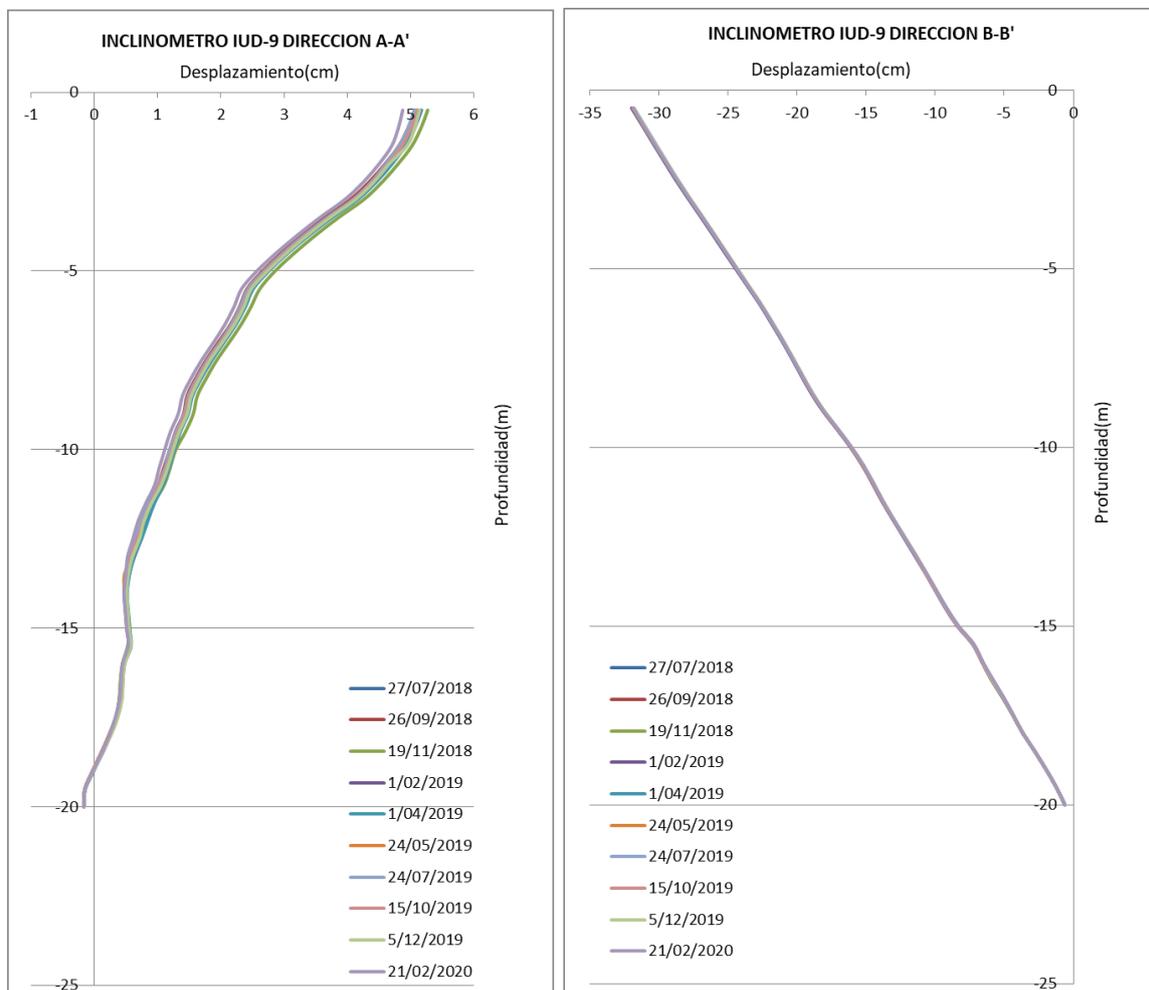


Imagen 159 Desplazamiento acumulado IUD 9



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 2,5 metros avanza en la dirección A (+), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 0,3cm en la campaña de febrero del 2019.

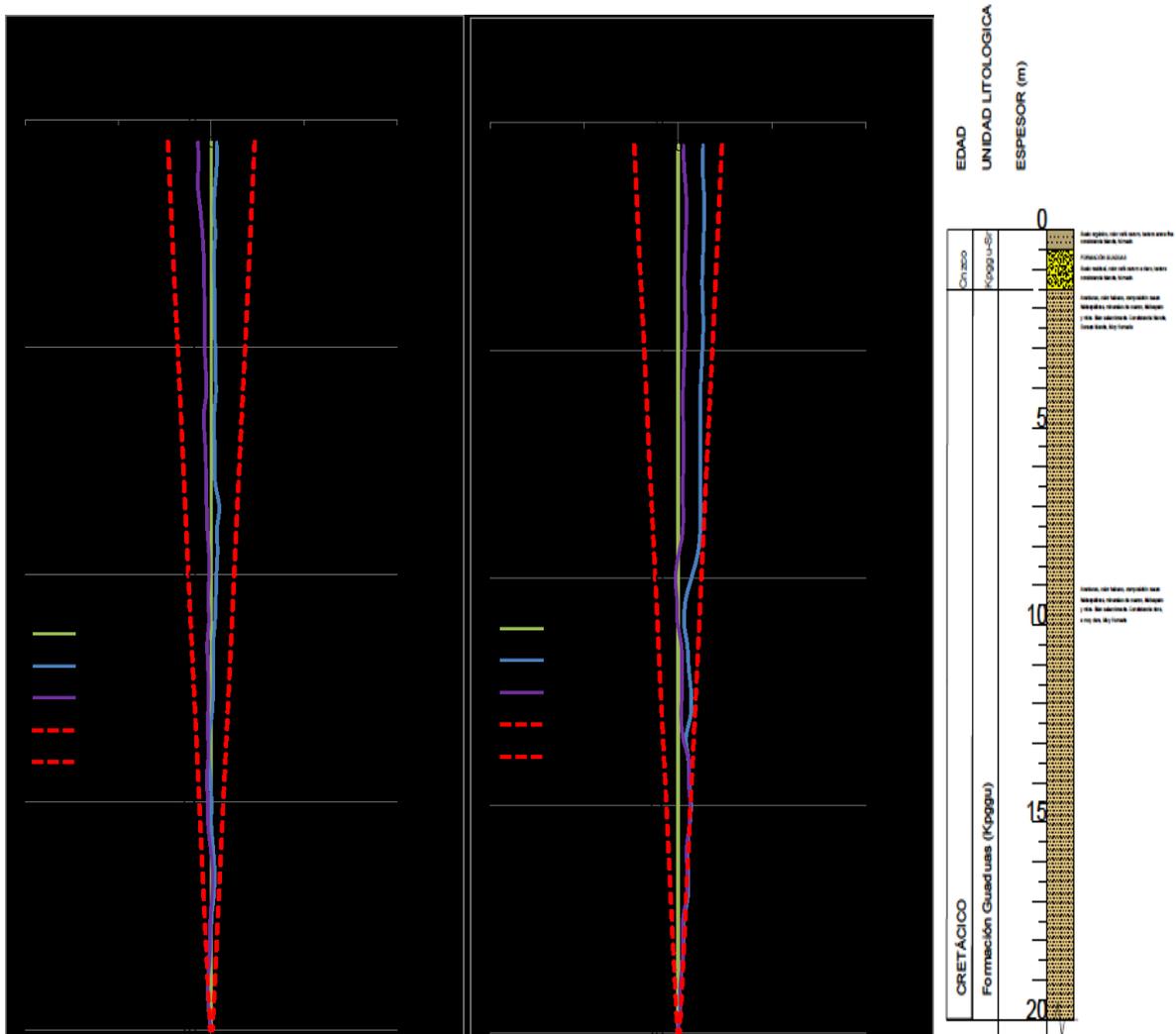


Imagen 160 Análisis desplazamientos IUD9

A partir de la información obtenida se observa en la imagen un desplazamiento máximo de 2.2mm a una profundidad 1.5m.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.3.3.11 Inclinómetro IUD10

Su instalación se inició el 15 de abril de 2018 en la parte intermedia norte del deslizamiento El Espino, ubicado en la fase 1 con una profundidad útil de 27 metros.

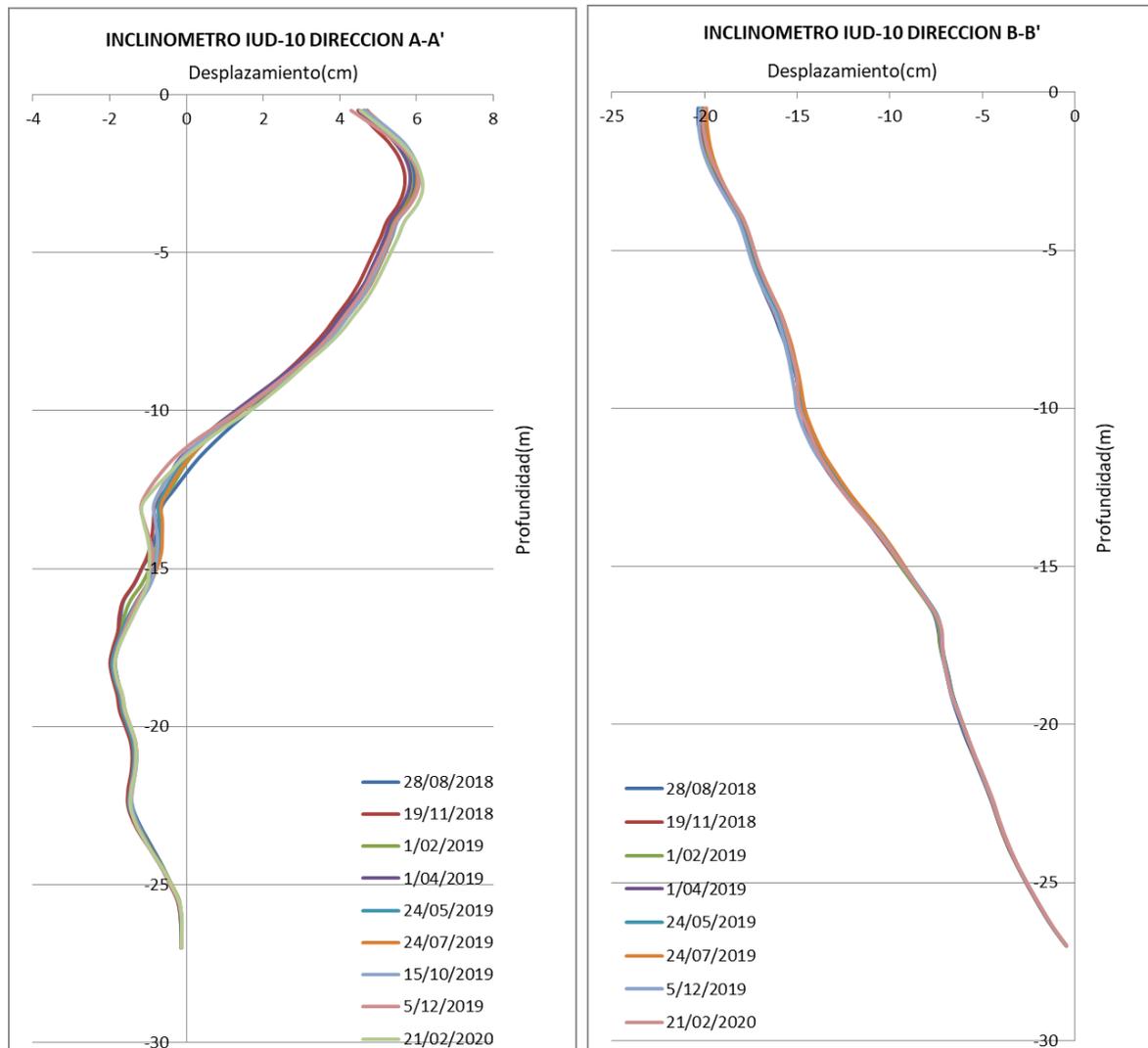


Imagen 161 Desplazamiento acumulado IUD 10

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 12 metros avanza en la dirección A (+), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 0,6cm en la campaña de enero del 2019.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

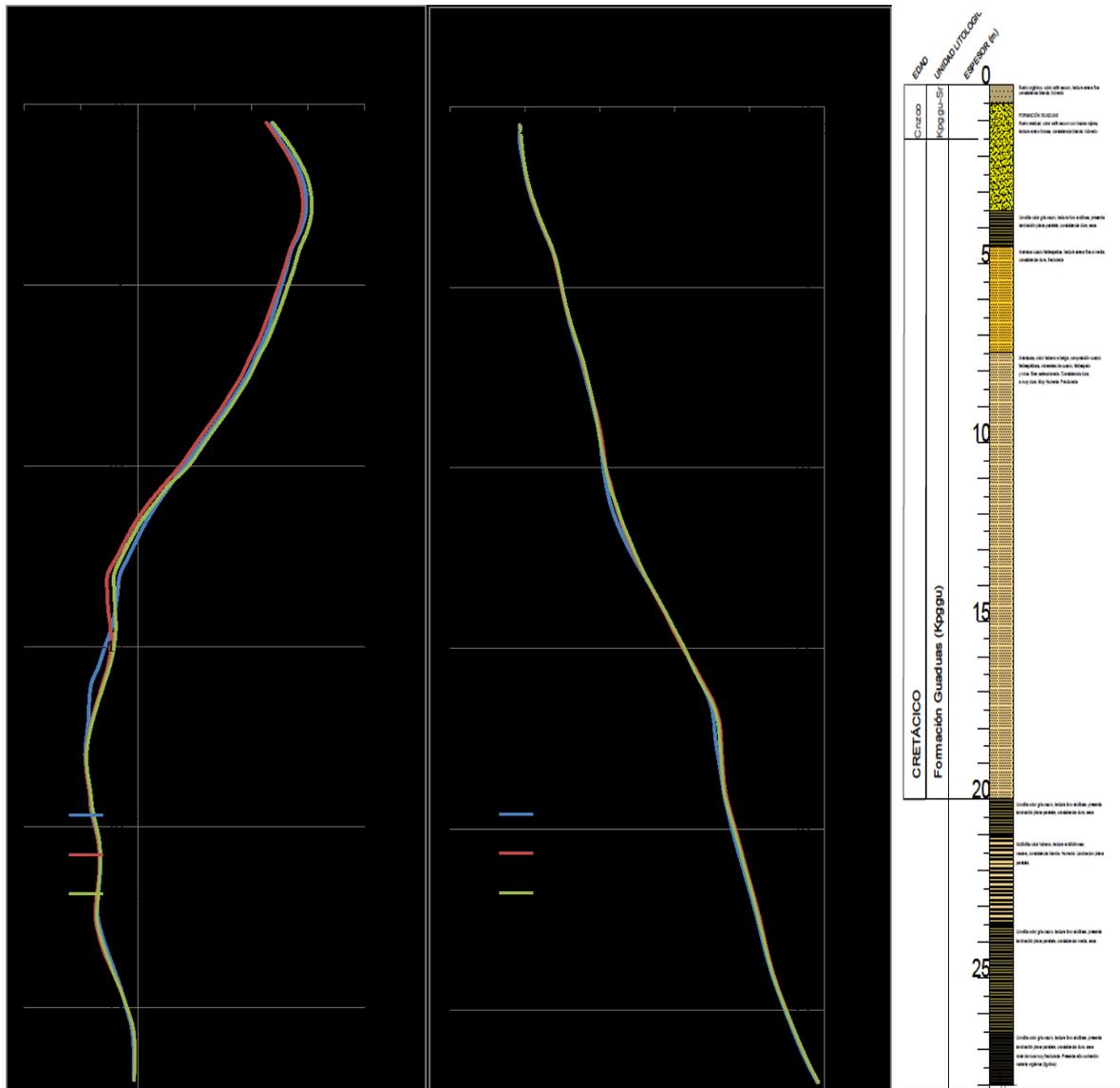


Imagen 162 Análisis desplazamientos IUD10

A partir de la última información obtenida se observa en la imagen un desplazamiento máximo de 5.56mm a una profundidad 11.5m.

4.3.3.12 Inclinómetro IUD11

Su instalación se inició el 11 de abril de 2018 en la parte baja del deslizamiento El Espino, ubicado en la fase 1 con una profundidad útil de 23 metros.

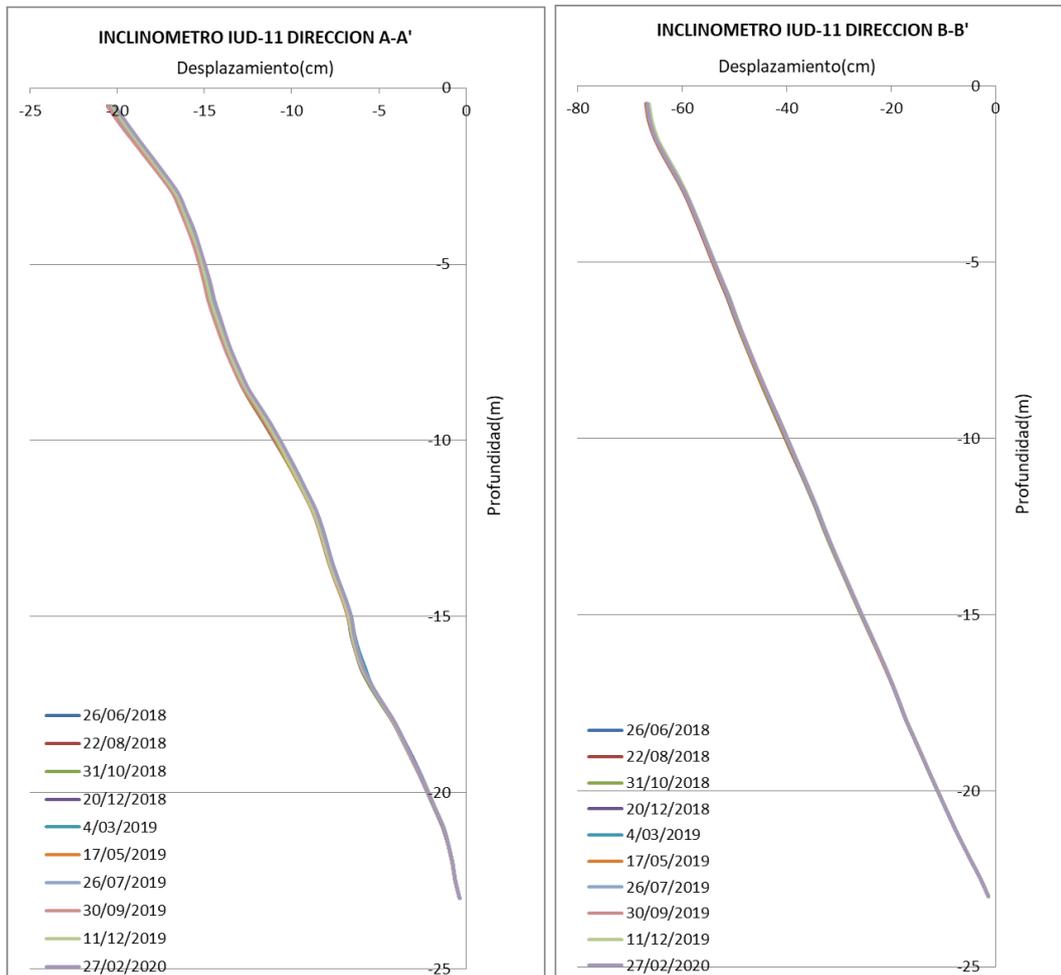


Imagen 163 Desplazamiento acumulado IUD 11

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 10 metros avanza en la dirección A (+), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiental con un delta máximo de 0,9cm en la campaña de agosto del 2019.

A partir de la última información obtenida se observa en la imagen 164 un desplazamiento máximo de 2.4mm a una profundidad 10m, durante este periodo no se observaron desplazamientos importantes.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

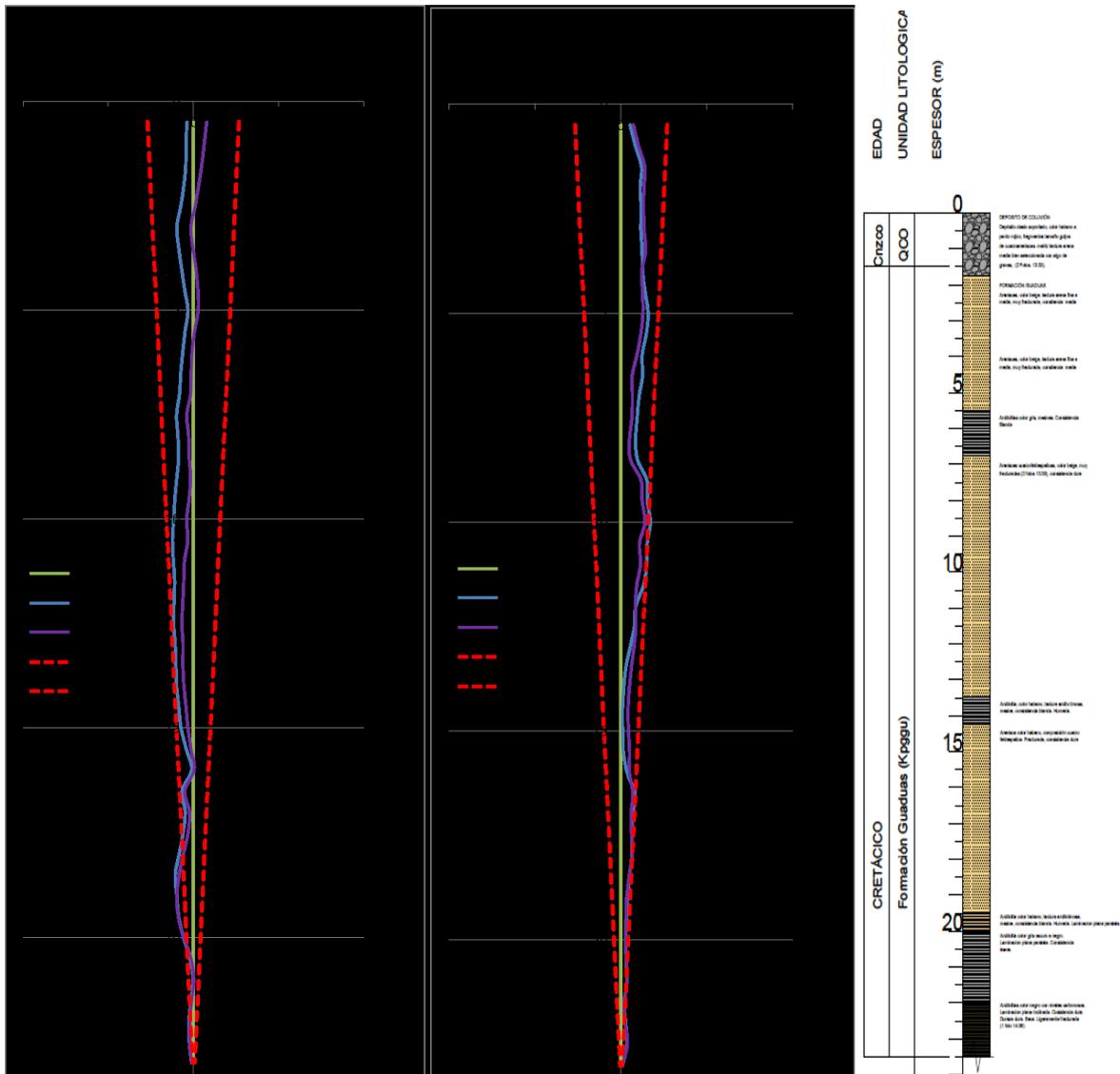


Imagen 164 Análisis desplazamientos IUD11



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.3.3.13 Inclinómetro IUD12

Su instalación se inició el 5 de mayo de 2018 cerca al barrio de Santo Domingo, ubicado en la fase 2 dentro de la zona homogénea C8 con una profundidad útil de 18.5 metros.

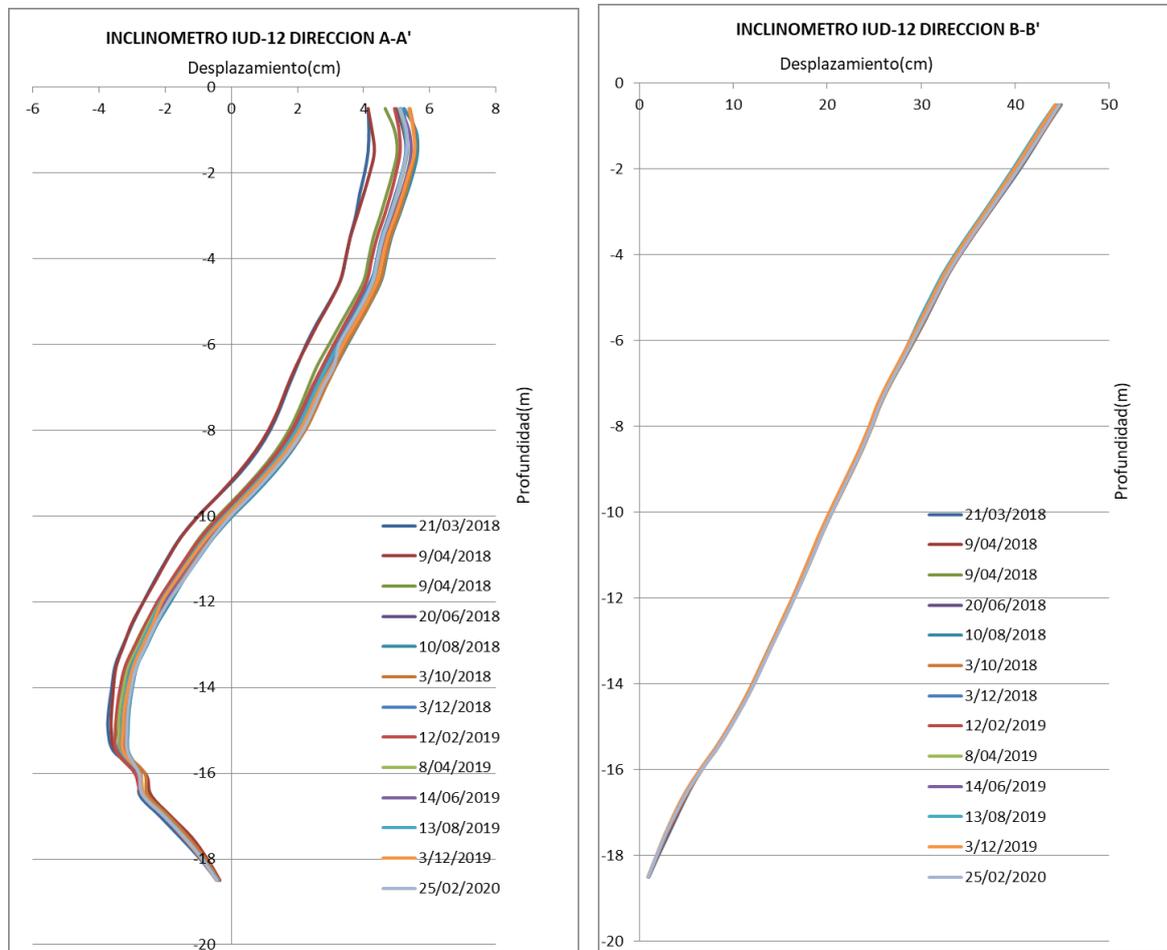


Imagen 165 Desplazamiento acumulado IUD 12

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 15 metros avanza en la dirección A (+), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 1,7cm en la campaña de septiembre del 2019.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

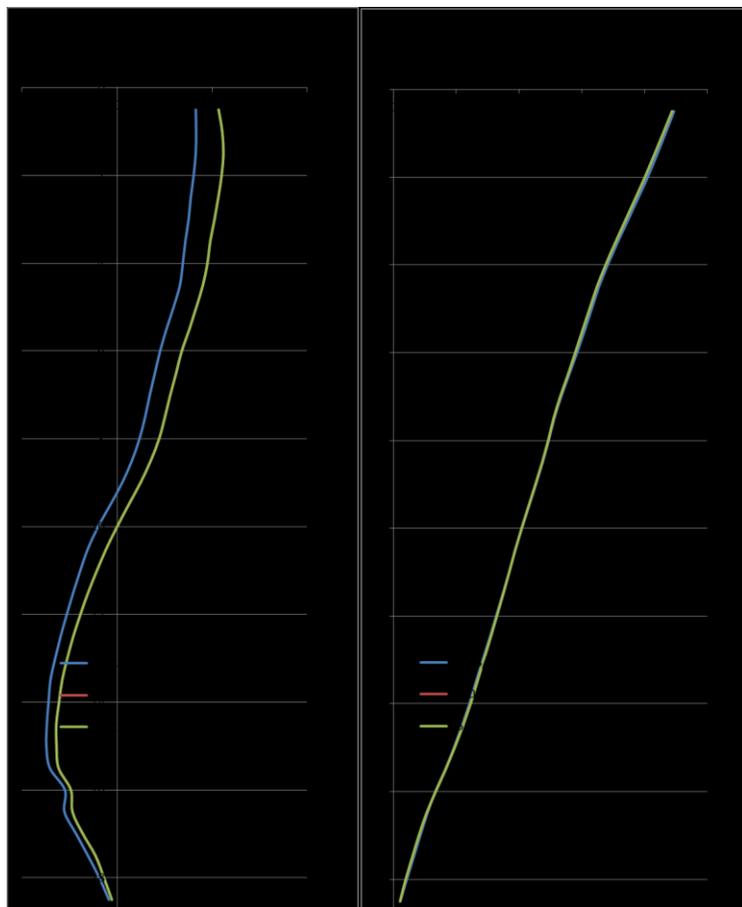


Imagen 166 Análisis desplazamiento IUD12

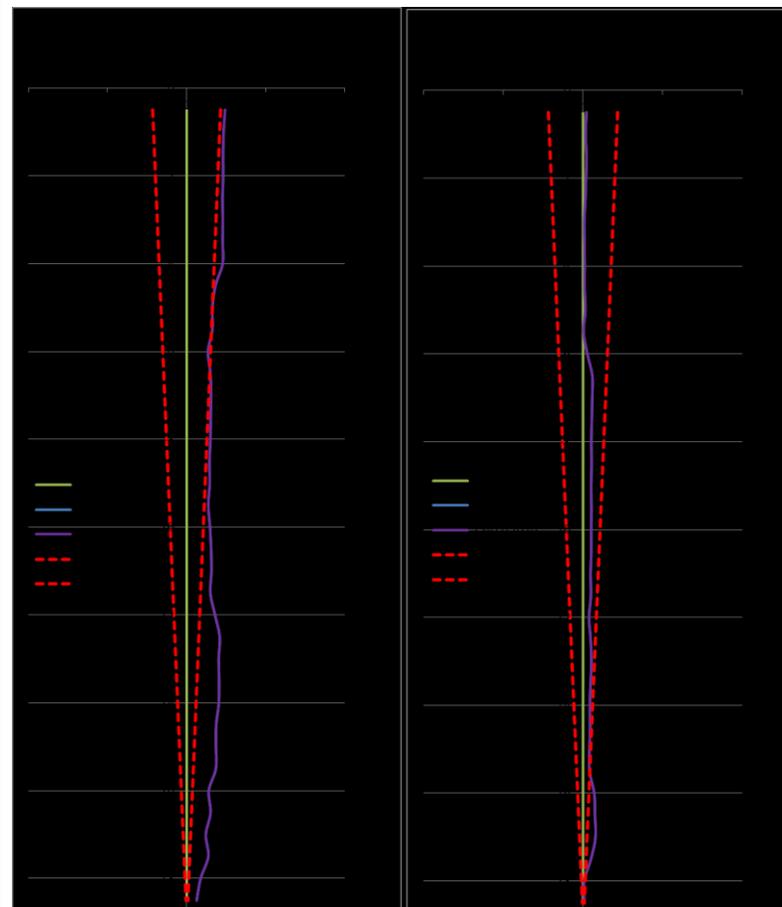
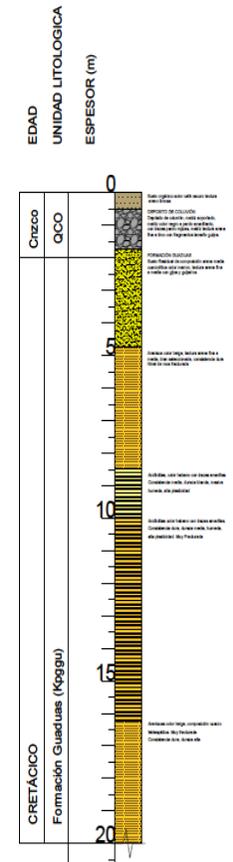


Imagen 167 Delta de diferencia de las últimas campañas IUD12



 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

A partir de la información obtenida se observa en la imagen 166 un desplazamiento máximo de 11.15mm a una profundidad 1.5m, durante este el último periodo se observaron desplazamientos superiores a la tolerancia del equipo, teniendo deformaciones desde los 15.5m de profundidad aumentado el delta de diferencia con respecto a la superficie, estando su mayor amplitud a 2m de profundidad. Durante el periodo de esta última campaña se percibieron movimientos de 6.7mm a una profundidad de 1.5m.

Durante las últimas campañas se evidencia desplazamientos sobre la tolerancia del instrumento no mayor a 3.3mm.

Tal como puede apreciarse en el perfil estratigráfico obtenido de la perforación y considerando que el movimiento se está produciendo desde los 15 m hacia arriba, este sitio coincide con el cambio litológico entre una limolita y una arenisca. La limolita se considera como una roca sedimentaria que proviene de la acumulación y consolidación de material limoso más un cementante, la cual es susceptible de cambiar sus condiciones de resistencia de acuerdo con los niveles de humedad. Esto significa que en presencia prolongada de aguas freáticas, como los que se han presentado en la zona por infiltración de zonas húmedas, los parámetros de resistencia disminuyan, facilitando el movimiento con respecto a rocas más duras como la arenisca que subyace a la limolita. Es necesario controlar la entrada de agua a la limolita por largos periodos de tiempo para disminuir su movimiento. No obstante lo anterior, hay necesidad de aclarar que los movimientos presentados son extremadamente lentos de acuerdo con la clasificación de Cruden and Varnes, es decir no es apreciable a simple vista, solo es detectable con instrumentos de alta precisión.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.3.3.14 Inclinómetro IUD13

Su instalación se inició el 27 de marzo de 2018, ubicado en la fase uno dentro de la zona homogénea C5 zona media de la Carbonera, con una profundidad útil de 20 metros.

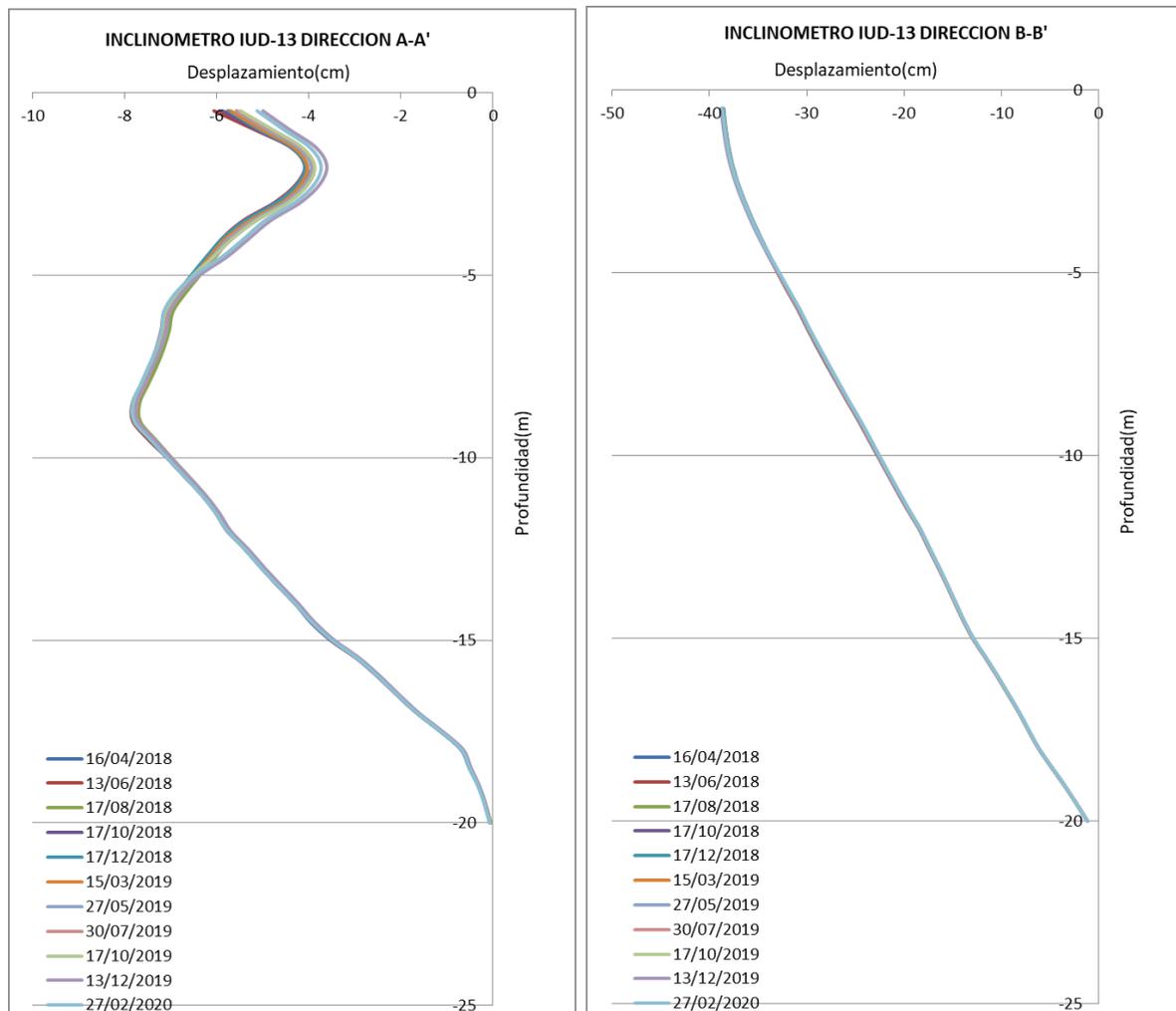


Imagen 168 Desplazamiento acumulado IUD 13

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 5 metros avanza en la dirección A (+), B (-) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 1,1cm en la campaña de enero del 2020.



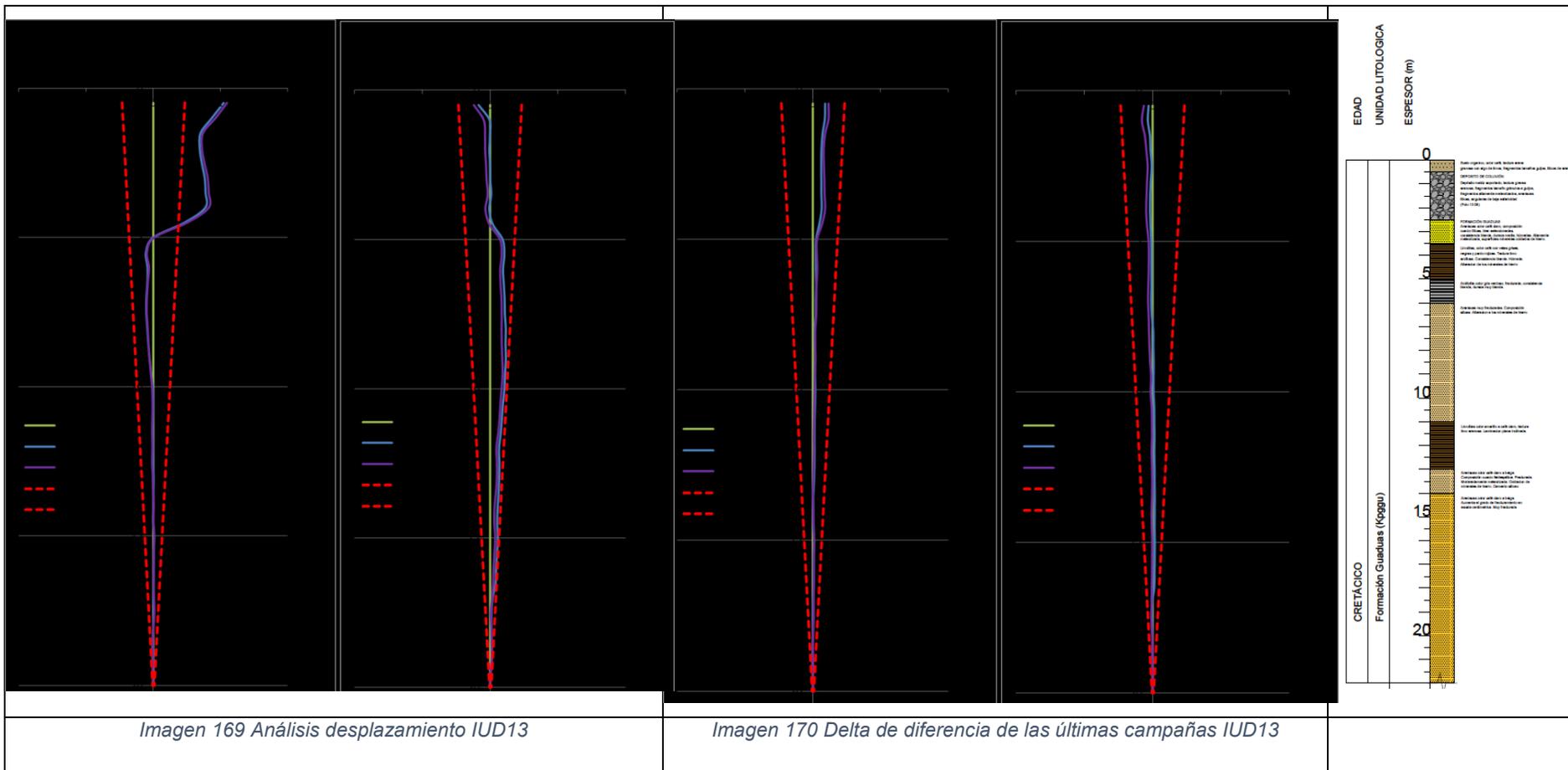
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

A partir de la última información obtenida se observa en la imagen 169 un desplazamiento máximo de 87mm a una profundidad 0.5m, durante este periodo se observaron una diferencia entre lectura en la parte superior del sondeo que se encuentra sobre la tolerancia del instrumento de medición.

Este inclinómetro muestra un movimiento en la zona de suelos residuales y coluviones y rocas de arcillolita y limolitas que cubren la arenisca, se evidencia ya una zona de fallamiento hacia una profundidad de 5 m, donde se encuentra el contacto de arcillolita y arenisca, es decir rocas blandas que son afectadas por la humedad y rocas duras como la arenisca, resistente a los cambios de humedad.

Durante las últimas campañas no se evidencia desplazamientos superiores a la tolerancia del instrumento de medición.

4.3.3.15 Inclinómetro IUD14

Su instalación se inició el 17 de abril de 2018, ubicado en la fase dos dentro de la zona homogénea C1 de la Carbonera, con una profundidad útil de 18.5 metros.

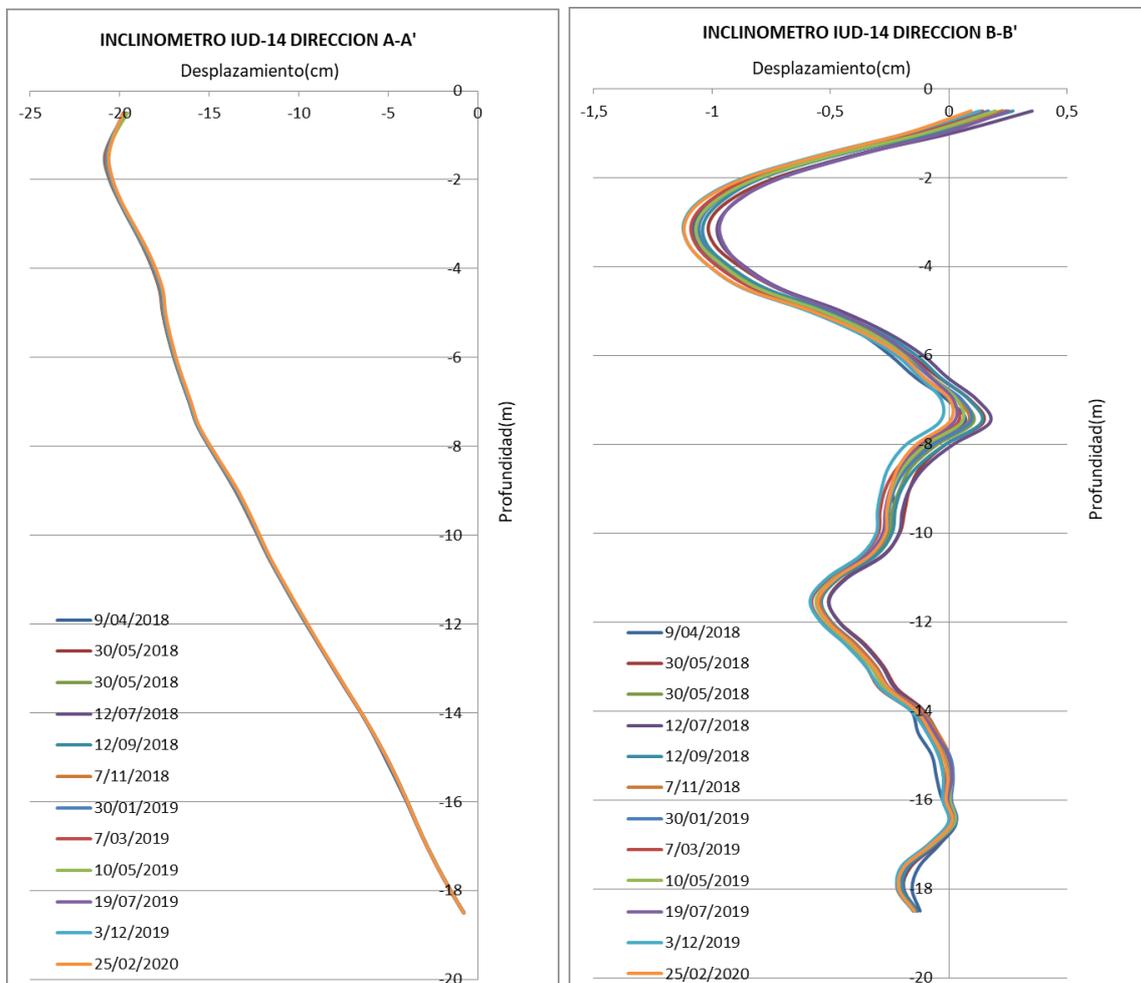


Imagen 171 Desplazamiento acumulado IUD 14



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento a un metro avanza en la dirección A (+), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección nororiente con un delta máximo de 0,4cm en la campaña de febrero del 2020.

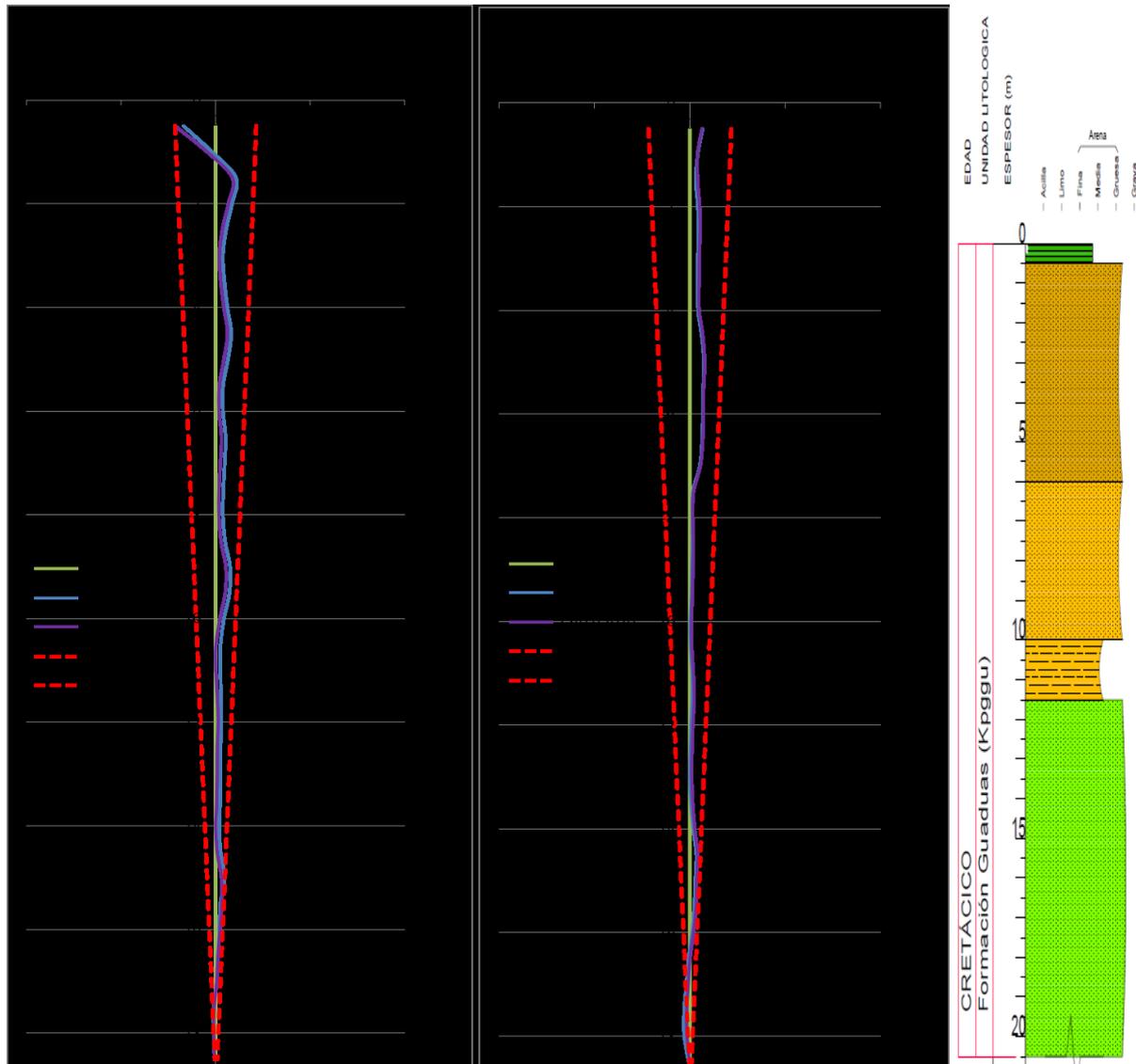


Imagen 172 Análisis desplazamiento IUD14

A partir de la última información obtenida se observa en la imagen un desplazamiento máximo de 4mm a una profundidad 0.5m, durante este periodo no se observaron desplazamientos importantes.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.3.3.16 Inclinómetro IUD15

Su instalación se inició el 8 de mayo de 2018, ubicado en la fase uno en la parte baja del deslizamiento El Espino cerca al barrio Perdomo Alto, con una profundidad útil de 24 metros.

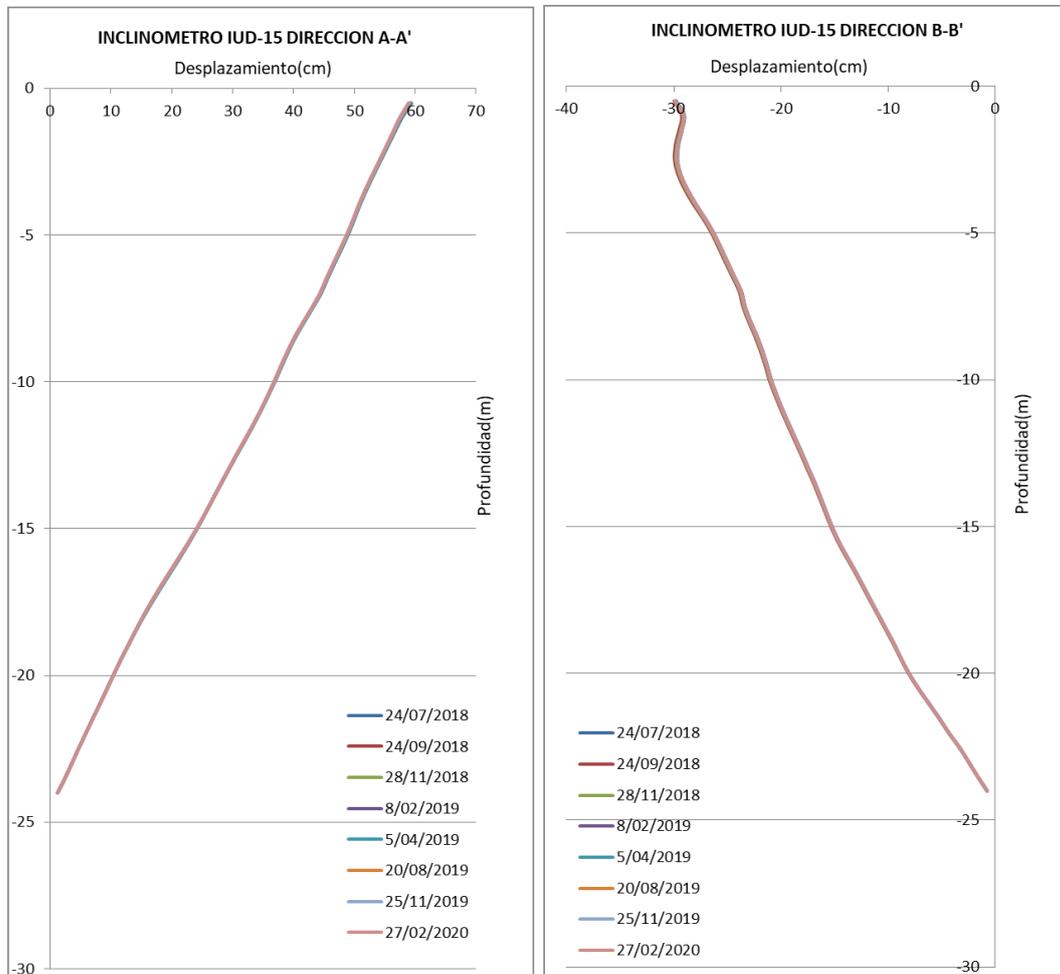


Imagen 173 Desplazamiento acumulado IUD 14

En la imagen anterior, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento a un metro avanza en la dirección A (-), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección suroriente con un delta máximo de 0,5cm en la campaña de noviembre del 2019.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

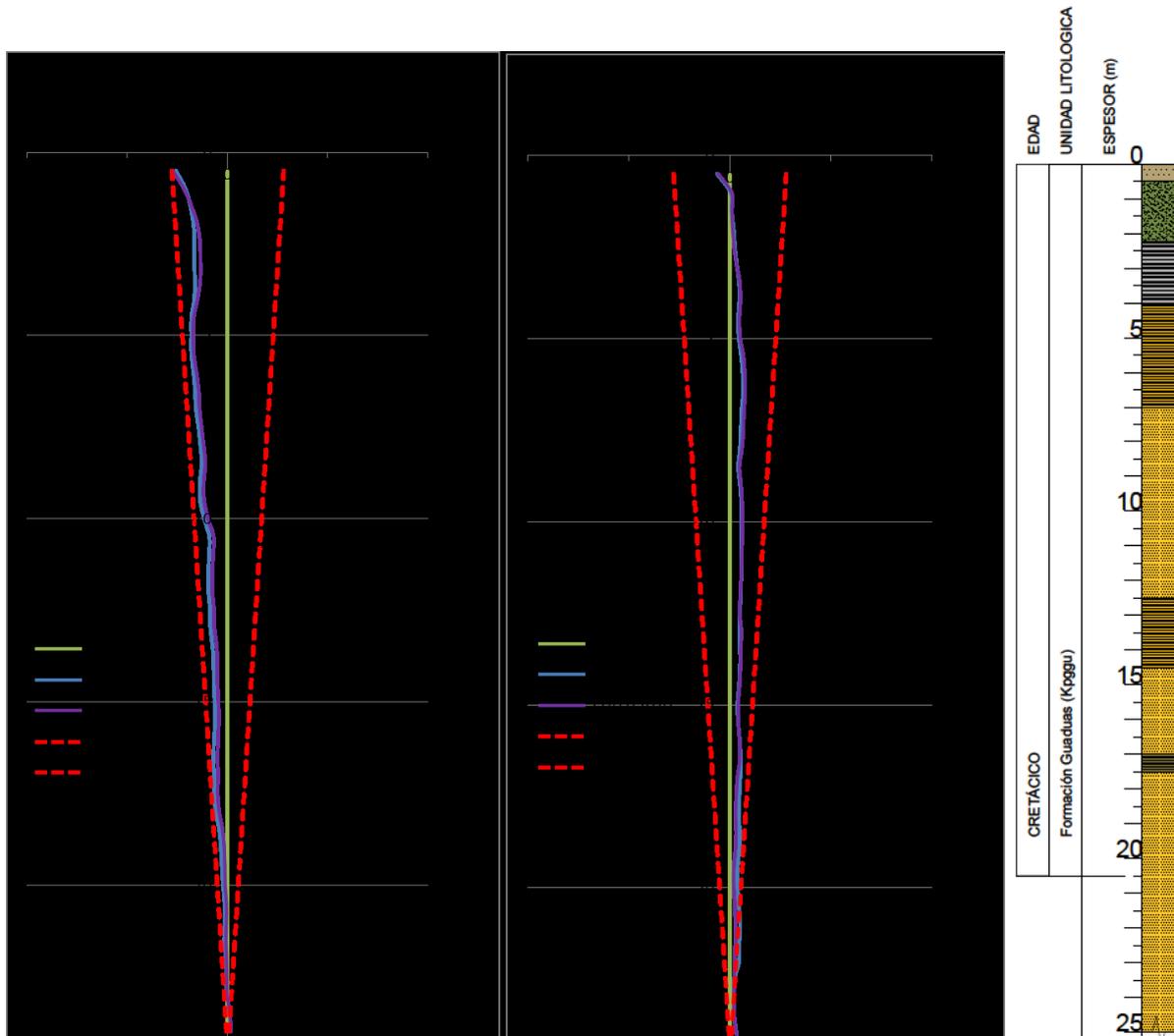


Imagen 174 Análisis desplazamiento IUD15

A partir de la última información obtenida se observa en la imagen un desplazamiento máximo de 5.3mm a una profundidad 0.5m.

4.3.3.17 Inclinómetro IUD18

Su instalación se inició el 13 de marzo de 2019, ubicado en la fase uno en la parte baja del deslizamiento La carbonera sobre la masa movilizada, con una profundidad útil de 24metros.

En la imagen siguiente, la cual relaciona los desplazamientos en la dirección A y B se puede observar que el movimiento en los 7 metros avanza en la dirección A (-), B (+) lo que corresponde a un movimiento en la dirección suroriente con un delta máximo de 0,6cm en la campaña de septiembre del 2019.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

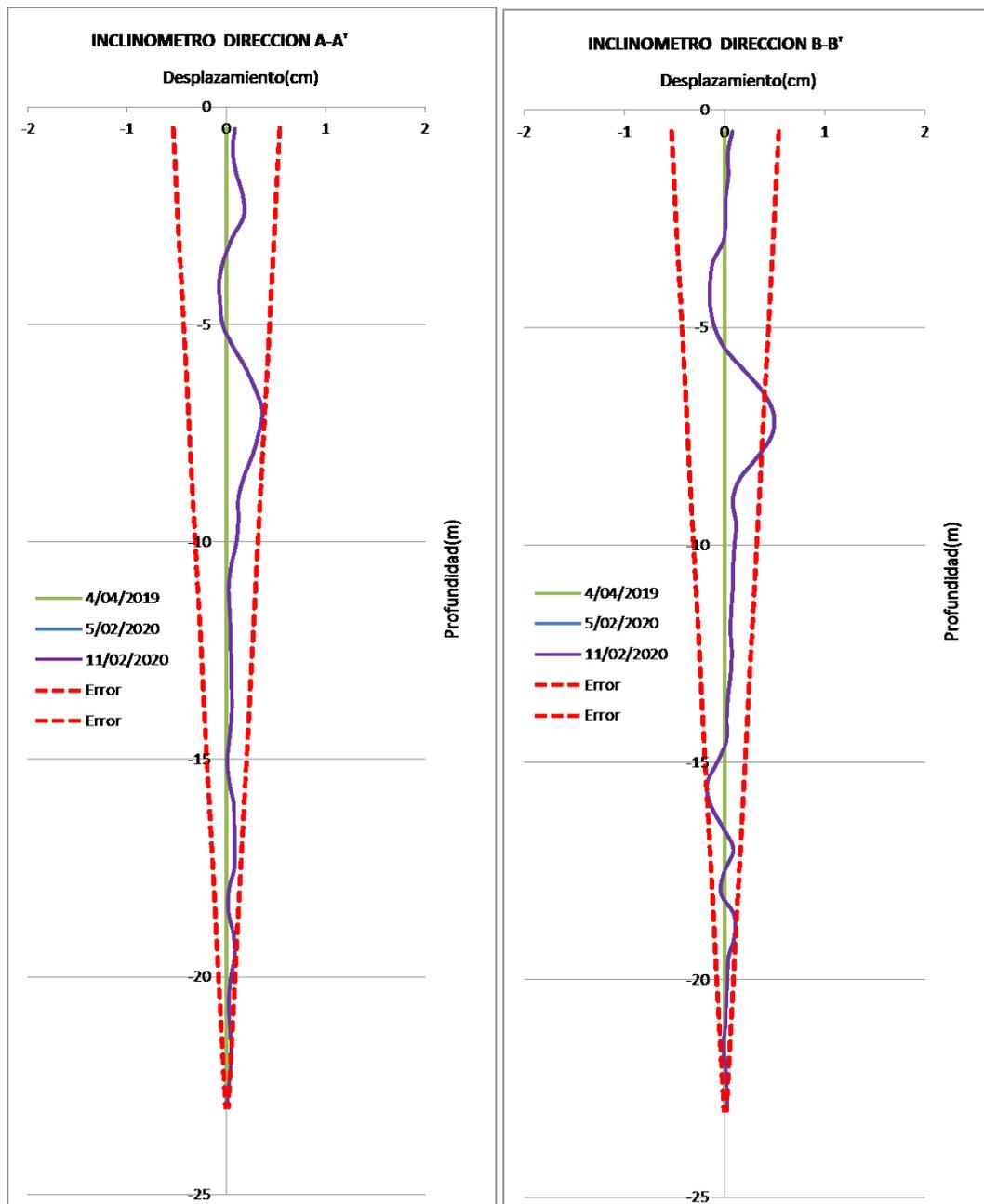


Imagen 175 Análisis desplazamiento IUD18

A partir de la información obtenida se observa en la imagen un desplazamiento máximo de 5.7mm a una profundidad 7m, durante este periodo no se observaron desplazamientos importantes.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4.3.4 Resultados monitoreo inclinómetros y su relación con el modelo geológico geotécnico

El objetivo principal de la caracterización y zonificación geotécnica de los materiales en el área del proyecto de monitoreo de Altos de la Estancia, consiste en determinar, bien sea a partir de las inspecciones in situ, pruebas de laboratorio, valores de referencia o correlaciones, los parámetros que describen la resistencia, la rigidez y la permeabilidad de los materiales y depósitos presentes.

El tipo de información empleada en la metodología de caracterización se realiza en función (entre otras) del nivel de complejidad del modelo conceptual que se ha venido actualizando con las observaciones de campo, los resultados de la recuperación de los núcleos de perforación, la correlación litológica y estructural del modelo geológico interpretado para describir y comprender el comportamiento del suelo o la roca y los cambios temporales a lo largo del monitoreo. No tendría sentido caracterizar un material a partir de correlaciones empíricas si se pretende usar esos parámetros como entrada para un modelo avanzado y del nivel de este tipo de estudios que finalmente se enfoca en un SAT, además que describa el comportamiento no lineal, los efectos mediante los análisis a corto plazo presentados en cada geoprocesamiento desarrollado en el convenio.

Como se mencionó en los comités mensuales y documentado en los informes mensuales entregados a lo largo del monitoreo, el objetivo principal de la zonificación geológico geotécnica además es determinar los parámetros del suelo y roca necesarios para justificar el modelo geológico geotécnico de Altos de la Estancia y sustento los resultados en las mediciones de la instrumentación instalada en el área. Los parámetros geotécnicos fundamentales que se han determinado se agrupan de la siguiente manera:

- Descripción de las propiedades físicas y características básicas del material. Se incluye la clasificación del suelo, los ensayos de propiedades índices, la descripción litológica de los materiales y la determinación de los pesos unitarios. A partir de estos parámetros, junto con resultados de ensayos in situ, se genera la correlación para estimar las propiedades geomecánicas.
- Parámetros de resistencia al corte, como el ángulo de fricción interna y la cohesión.
- Estimación de la recarga superficial a través del suelo y/o formación superficial mediante el balance hídrico entregado.

La caracterización geotécnica hace parte del proceso de brindar mayor alcance al monitoreo geológico geotécnico, que busca describir las características topográficas, geológicas, geomorfológicas y geotécnicas de la zona de proyecto, con el fin de recopilar la información relevante desde el punto de vista geotécnico para zonificar y agrupar los materiales existentes y finalmente poder asignar valores característicos a esos materiales.

4.3.4.1 Unidades zonificación geológico geotécnica

4.3.4.1.1 Sector La Carbonera

4.3.4.1.1.1 Zona de aislamiento parte superior – C1

Litología de roca ligeramente a moderadamente meteorizada. Dentro de los factores detonantes predomina Vertimientos de aguas. De acuerdo con las mediciones de la instrumentación de la inclinómetros registran en la última lectura de octubre de 0,58cm a -6m profundidad (IUD1) y 1,64cm a -10,5m profundidad (IUD8). En esta zona no se

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
--	--	--

identificaron evidencias superficiales de inestabilidad de importancia. Hay estabilidad morfodinámica en este sector.

La superficie litológica en el IUD1 sobre la cual se está registrando el movimiento se relaciona con una capa gruesa de limolita color café-verde, textura limo arenosa, con trazos pardo-amarillos, friable, Nivel 2ª, consistencia media, persiste hasta los 7.5m. Nivel de roca moderadamente meteorizada que infrayace el suelo residual textura areno limoso de la Formación Guaduas. Ver figura 1

Respecto a la superficie litológica en el IUD8 sobre la cual se registra movimientos a 10,5 m de profundidad, involucra una capa gruesa de areniscas, color habano con trazas pardo rojizas, textura arena fina, fracturada, consistencia dura masiva, composicionalmente corresponde areniscas cuarzo feldespáticas. Nivel de roca ligeramente meteorizada que infrayace capa delgada de limolita, color pardo claro, textura limo arenosa, laminación fina, altamente meteorizada, Consistencia blanda, Fracturada, moderadamente a altamente meteorizada. Ver figura 2

El sector C1 en la zonificación morfodinámica corresponde según los rasgos geomorfológicos y morfodinámicos registrados e interpretados en los modelos de elevación obtenidos de las cuatro orto fotos capturadas desde noviembre de 2017 a febrero de 2019 como la Cima del deslizamiento La Carbonera (Dzc-Cbz), que representa una franja estrecha y alargada forma convexa, en la parte superior de la ladera, evidencias morfodinamica retrogresiva.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

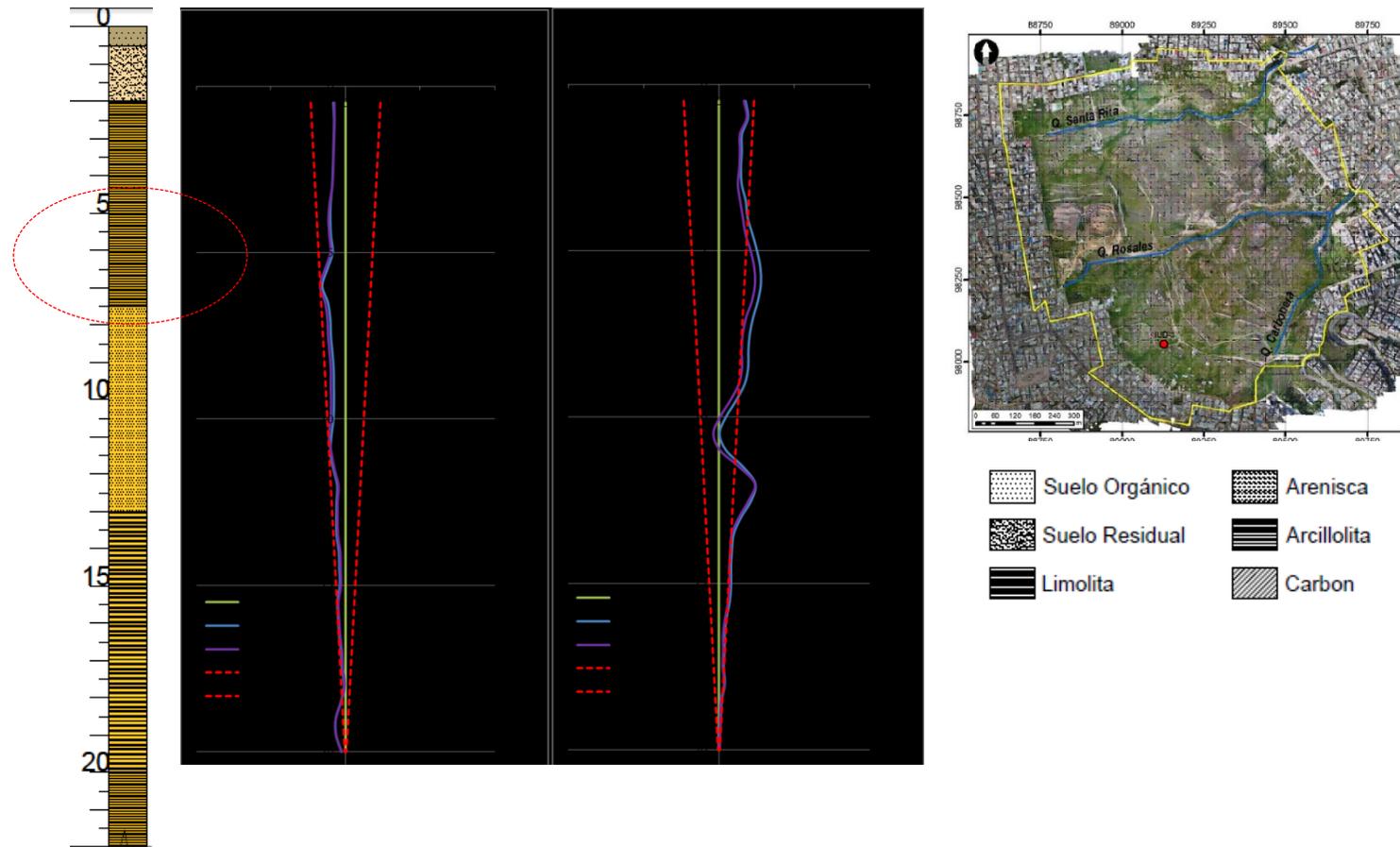


Figura 1 Correlación Sector C1 entre el modelo geológico de detalle y el monitoreo geotécnico (inclinometría) IUD1 Sector La Carbonera



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

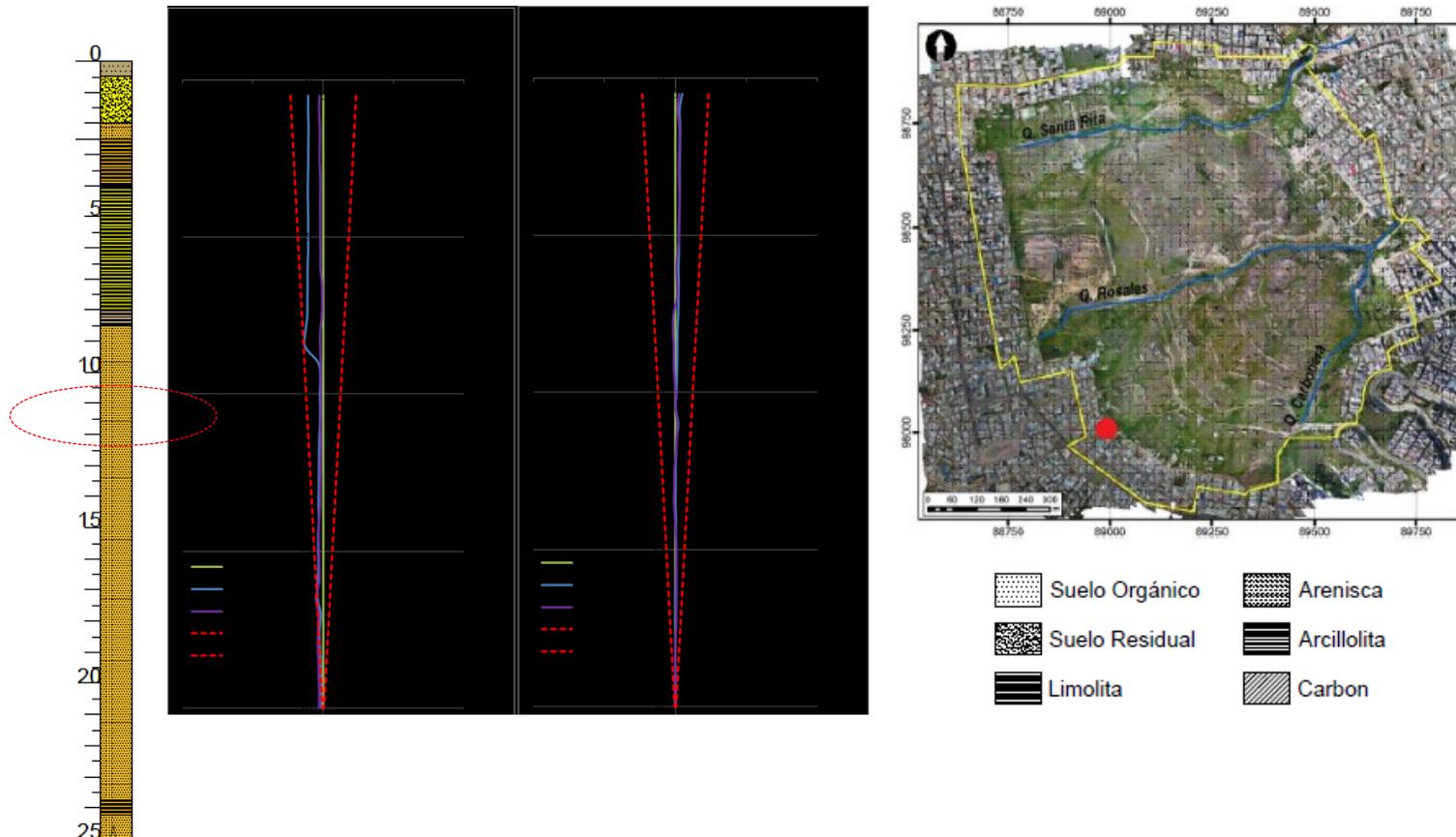


Figura 2 Correlación Sector C1 entre el modelo geológico de detalle y el monitoreo geotécnico (inclinometría) IUD8 Sector La Carbonera

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4.3.4.1.1.2 Parte superior del deslizamiento, corona del movimiento – C2

Zonas de adecuación morfológica con obras de drenaje superficial y obras de estabilización. Predominio litológico suelo residual a nivel superficial de la Formación Guaduas, se ha catalogado como una zona de alerta temprana de baja intensidad de acuerdo con las mediciones del monitoreo geotécnico. Dentro de los factores detonantes predomina Vertimientos de aguas como se ha identificado en el C1. De acuerdo con las mediciones de la instrumentación de los inclinómetros registran en la última lectura de octubre de 0,33cm a -0,5m profundidad (IUD14) y 1cm a -0,5m profundidad (IUD13). En esta zona se identificado evidencias superficiales de inestabilidad de moderada magnitud y de carácter puntual (análisis multitemporal rasgos del DEM y validados en campo). Procesos puntuales de inestabilidad morfodinámica en este sector.

La superficie litológica en el IUD14 sobre la cual se está registrando el movimiento se relaciona con Suelo residual color marrón, textura areno limosa, consistencia media, dureza media, húmeda, persiste hasta los 6m. Suelo residual que suprayace capa gruesa de arenisca textura areno limosa, color marrón, muy fracturada, moderadamente meteorizada, consistencia media, superficies pardo rojizas por oxidación de minerales de hierro, matriz limosa, húmeda de la Formación Guaduas.

Respecto a la superficie litológica en el IUD13 sobre la cual se registra movimientos a 0,5 m de profundidad, involucra depósito coluvial matriz soportado, textura grava a arena gruesa, fragmentos tamaño gránulos a guijos, altamente meteorizados, areniscas líticas, angulares de baja esfericidad. Este depósito de 2,5 m de espesor, suprayace capa de suelo residual textura arenosa, color café claro, composición cuarzo líticas, bien seleccionadas, consistencia blanda, dureza media, húmedas. Altamente meteorizada, superficies minerales oxidados de hierro.

El sector C2 en la zonificación morfodinámica corresponde según los rasgos geomorfológicos y morfodinámicos registrados e interpretados en los modelos de elevación obtenidos de las cuatro orto fotos capturadas desde noviembre de 2017 a febrero de 2019 como el escape principal La Carbonera, con superficie de falla profunda de tipo planar inclinada entre suelos residuales y roca meteorizada (Dzc-Ecp), con evidencias morfodinámica progresiva. Se ha catalogado según la evolución del monitoreo geotécnico cuantificable como baja en el SAT. Presenta evidencias muy puntuales de saturación superficial de suelos coluviales que se han identificado en la cartografía de las coberturas vegetales interpretadas a partir de las ortofotos capturadas.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

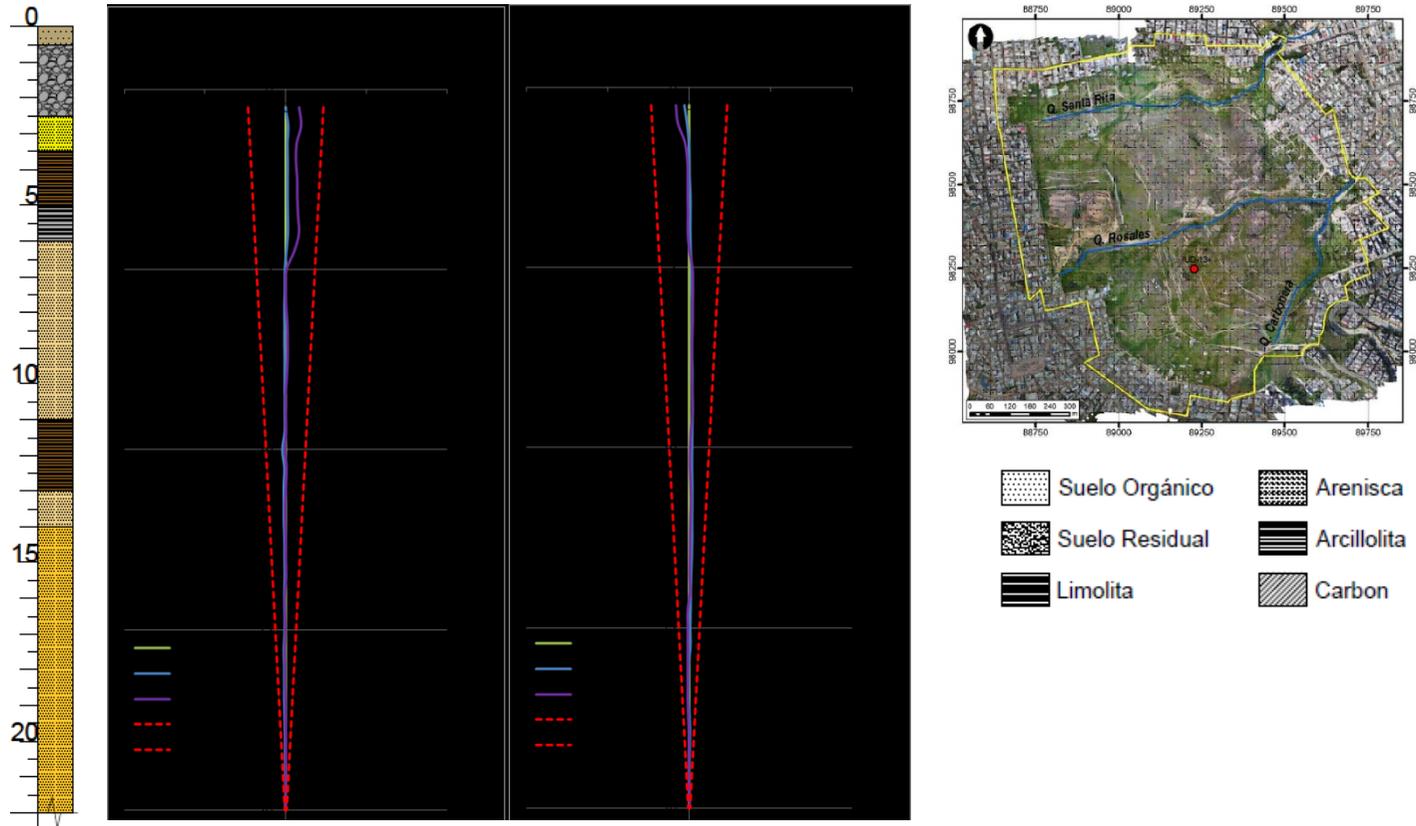


Figura 3 Correlación Sector C2 entre el modelo geológico de detalle y el monitoreo geotécnico (inclinometría) IUD13 Sector La Carbonera

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4.3.4.1.1.3 Cuerpo del deslizamiento – C3

Constituye la masa disgregada con procesos múltiples, incluye litología asociada a depósitos coluviales y suelos residuales afectados por el movimiento superficial y profundo, entre los coluviones que suprayacen horizontes de arcillolitas y areniscas moderadamente meteorizadas con saturación por flujo sub-superficial. Se ha catalogado como una zona de alerta temprana de moderada intensidad de acuerdo con las mediciones del monitoreo geotécnico. Dentro de los factores detonantes se incluye las actividades antrópicas por cortes para adecuación morfológica y también la infiltración sub-superficial de flujos de agua principalmente por vertimientos de agua residual. De acuerdo con las mediciones de la instrumentación del inclinómetro registra en la última lectura de octubre de 0,58cm a -0,5m profundidad en el IUD2. En esta zona se identificó evidencias superficiales de inestabilidad de moderada magnitud y de carácter puntual (análisis multitemporal rasgos del DEM y validados en campo). Procesos puntuales de inestabilidad morfodinámica en este sector.

La superficie litológica en el IUD2 sobre la cual se está registrando el movimiento se relaciona con Depósito matriz soportado; matriz textura arena fina, a media con algo de grava; fragmentos de limonitas, formas angulares de baja esfericidad. Su espesor se extiende hasta 3,5m. Suprayace capa delgada de limolita (<1 m espesor), color beige con trazos pardo amarillos, textura limo a arena fina, consistencia Media, masiva, moderadamente meteorizada.

El sector C3 en la zonificación morfodinámica corresponde según los rasgos geomorfológicos y morfodinámicos registrados e interpretados en los modelos de elevación obtenidos de las cuatro orto fotos capturadas desde noviembre de 2017 a febrero de 2019 como el cuerpo principal flanco izquierdo deslizamiento (Dzc- Cphi), procesos remoción en masa complejos de carácter progresivo con alta densidad de grietas orientadas transversal y dirección del movimiento al Este. Se ha catalogado según la evolución del monitoreo geotécnico cuantificable como moderada en el SAT. Presenta evidencias de saturación superficial de suelos coluviales que se han identificado en la cartografía de las coberturas vegetales interpretadas a partir de las ortofotos capturadas.

4.3.4.1.1.4 Pata del deslizamiento – C4

Constituye la masa disgregada con procesos morfodinámicos tipo Flujos y desplazamientos laterales muy lentos tipo reptación. El predominio litológico se asocia a depósitos coluviales y suelos residuales movilizados, los cuales cubren rocas altamente meteorizadas afectadas por el movimiento, cuya superficie de falla sería principalmente de tipo circular. Se ha catalogado como una zona de alerta temprana de alta intensidad de acuerdo con las mediciones del monitoreo geotécnico. Dentro de los factores detonantes se incluye el flujo subterráneo sub-superficial que se encuentra principalmente favorecido por la saturación del suelo residual y la roca altamente meteorización cuya dirección de flujo en concordante con la tendencia estructural de la ladera y los vertimientos de la parte alta del sector C1 y C2.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

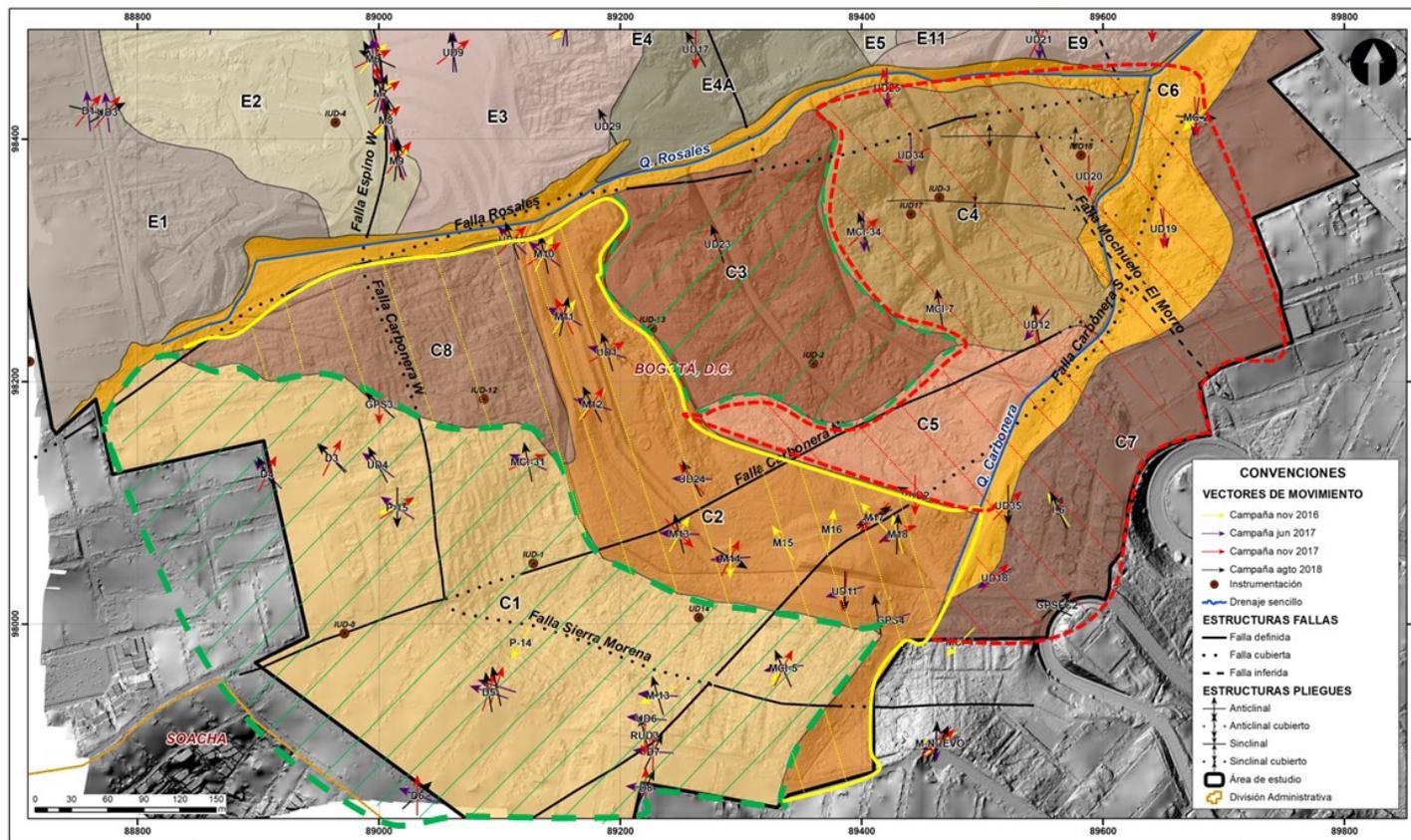


Figura 4 Zonificación geológica geotécnica y vectores de movimiento que ilustra la sectorización dentro del SAT. Nótese la delimitación del Sector C4



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Lamentablemente para este sector C4 no se cuenta con instrumentación instalada, pero si con un seguimiento de observación directa en las inspecciones de campo y la validación de la evolución de los rasgos de ruptura superficial interpretados y espaciados en los DEM (análisis multitemporal rasgos del DEM). En esta zona se identificó evidencias superficiales de inestabilidad de alta magnitud y de carácter múltiple. Procesos rotacionales progresivos y múltiples de inestabilidad morfodinámica en este sector.

4.3.5 Análisis de los datos pluviométricos

A continuación, se presenta la información de las precipitaciones diarias de la zona, a partir de lluvias registradas en las estaciones de Altos de la Estancia y Sierra Morena.

El estudio de las precipitaciones es básico dentro del comportamiento hídrico de la región de estudio, para poder cuantificar este factor, puesto que se supone que constituye un factor detonante en los movimientos presentes en la zona de estudio por lo tanto es fundamental correlacionar este factor con estos movimientos.

Podemos cuantificar las precipitaciones caídas en la zona de estudio mediante la información suministrada por las estaciones pluviométricas dentro del área de influencia. La unidad de medida es el milímetro.

Para este estudio, trabajaremos con datos de precipitación diarios y mensuales, a partir de las medidas realizadas en las estaciones pluviométricas, se computan P. diaria y P. Mensual, obtenida sumando las precipitaciones diarias del mes del informe.

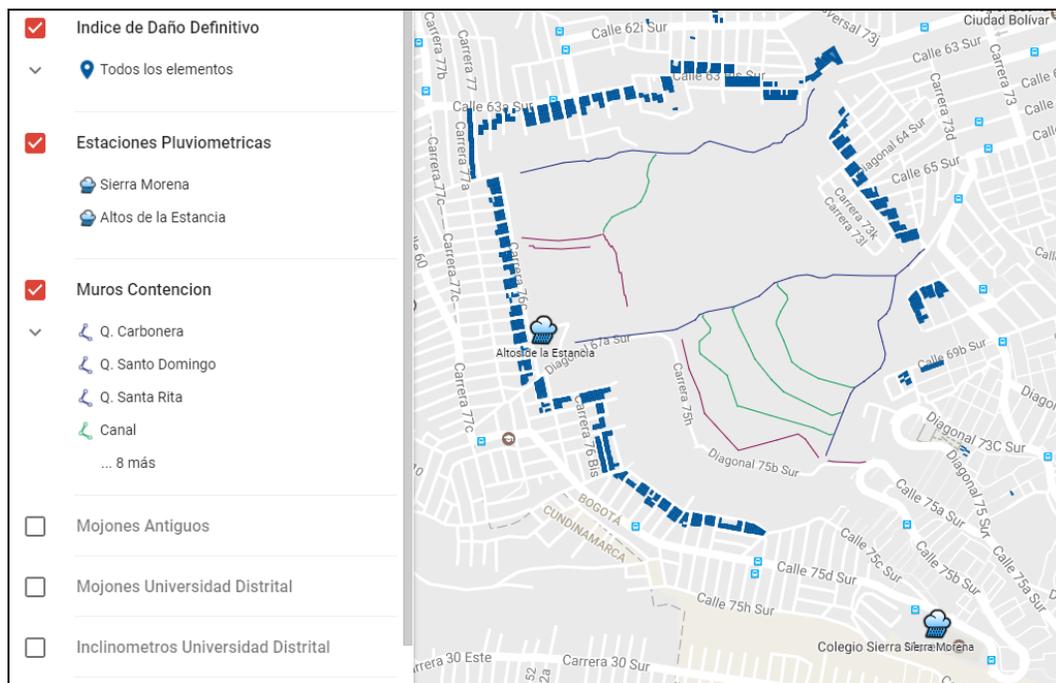


Imagen 176 localización Estaciones Pluviométricas

La zona de estudio se encuentra instrumentada con dos estaciones: Sierra Morena y Altos de la estancia. A continuación, se presentan las principales características:



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Nombre de la estación	Coordenada Este	Coordenada Norte	Periodo de registro
Sierra Morena	74°10'12.32"W	4°34'28.04"N	sep 2016 – dic 2018
Altos de la estancia	74°10'42.04"W	4°34'51.51"N	sep 2016 – dic 2018

Teniendo en cuenta la localización de las estaciones se seleccionó como representativa Altos de la estancia, con los registros recopilados para el periodo sep 2016 – dic 2018 se realizó la distribución temporal de la precipitación total mensual, de allí puede identificarse que el régimen de la precipitación en la zona es bimodal, es decir que hay dos periodos con registros mayores al promedio(marzo a mayo y octubre a noviembre), también hay dos periodos menores al promedio (diciembre a febrero y julio a septiembre)

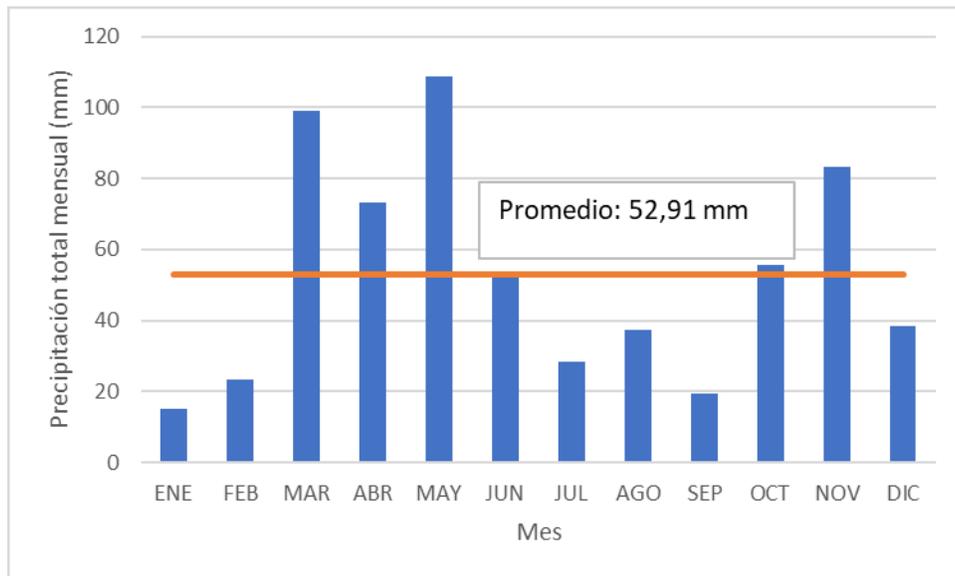


Figura 5. Distribución temporal de la precipitación. Estación Altos de la estancia

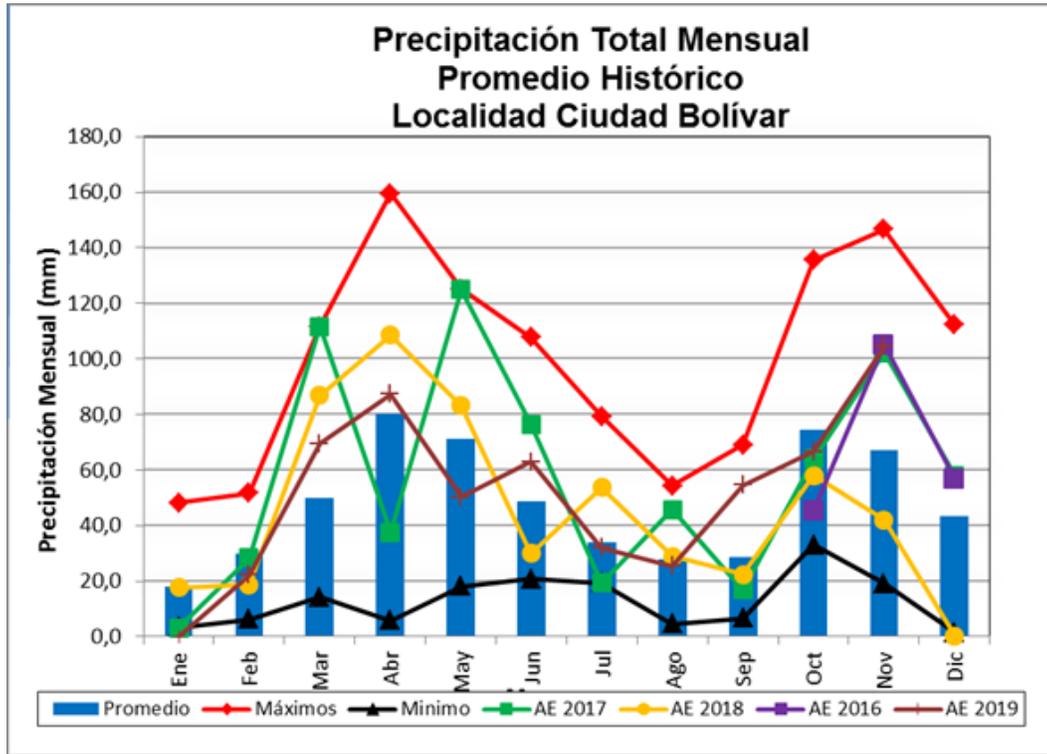


Imagen 177 Histograma precipitaciones mensuales comparación

Los registros de la estación están influenciados por el fenómeno ENSO en su fase niña, siendo los años disponibles clasificados por eventos “niña- suave” según el índice de Null <https://ggweather.com/enso/oni.htm>.

También con los registros diarios recopilados se realizó la distribución temporal de los registros máximos en 24 horas para el periodo disponible. Los resultados se presentan a continuación:

Para el año 2016 el máximo registro se presentó en el mes de noviembre, en el año 2017 los máximos registros de precipitación se presentaron en mayo y en el año 2018 marzo fue el año donde se presentaron los máximos registros en 24 horas.

4.3.5.1 Análisis desplazamiento y precipitación

Realizando un análisis de las diferentes campañas topográficas que se tienen hasta la fecha, obteniendo los pico máximos de movimiento para cada deslizamiento y comparándolo con las precipitación del mes de campaña, se puede concluir lo siguiente: Gráfico de desplazamientos en tres periodos diferentes: 1) Campañas topográficas de los años 2017, 2018 y 2019.



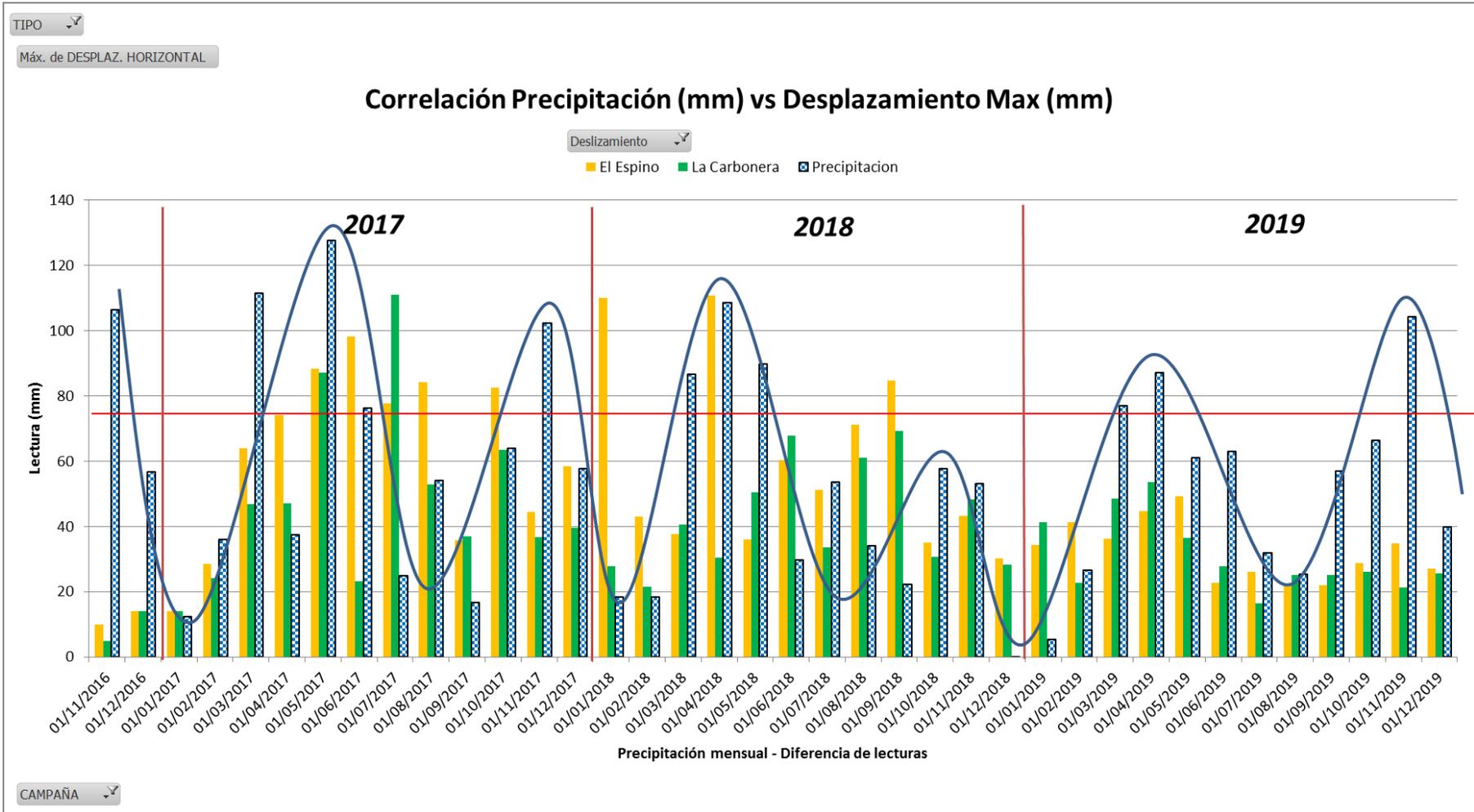
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Los desplazamientos en función del tiempo han sido más considerables en el año 2017 evidenciando picos por encima de la tolerancia de 78mm para algunos puntos de control ubicados principalmente en el movimiento denominado El Espino, con respecto al año 2019 donde los movimientos presentados están por debajo de la tolerancia calculada para este parámetro de medición, con menor magnitud de precipitación registrada. Todas las velocidades de estas campañas se clasifican como “nivel muy lento” según vanes.

Con respecto al ciclo bimodal de lluvias que presenta la zona de estudio, no se presenta una correlación con los desplazamientos máximos registrados para cada deslizamiento, teniendo movimientos máximos por encima de la tolerancia con registro de lluvia bajos, de igual manera dentro de los análisis de deslizamiento-lluvia asociando estos desplazamientos para el periodo de lluvias, no se encuentra relación en el mecanismo de acenso del frente húmedo, estos movimientos se encuentran relacionados a las inestabilidades focalizadas a la capa superior del suelo por el flujo combinado con los vertimientos.

ELEMENTO	Velocidad promedio (mm/dia)
D1	0,41906661
D2	0,424667024
D3	0,454663861
D4	0,486070253
D5	0,415102176
D6	0,39494304
D7	0,383459643
D8	0,408189388
GPS 4R	0,509825402
GPS1	1,137706402
GPS1A	0,808331975
GPS2	0,579218593
GPS2A	0,463384401
GPS3	0,552244163
GPS3A	0,657271882
GPS4	0,770427716
GPS4A	0,388491761
GPS5	0,66132966
GPS6	0,895294237
GPS7	0,312922077
GPSFC1	0,512106034
GPSFC2	0,450511619



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

GPSFC3	0,543131594
I-17	0,134781638
I-6	0,586256836
M1	0,487208771
M10	0,799623347
M11	0,817307161
M12	0,817536653
M13	0,732123292
M-13	0,571386894
M14	0,557630525
M15	0,568255989
M16	0,586142248
M17	0,593565891
M18	0,638775315
M19	0,122538897
M2	0,514789471
M20	0,615900387
M21	1,055761808
M3	0,991621234
M30	0,484333232
M31	0,432982644
M32	0,502431719
M33	0,463889807
M35	0,359720535
M36	0,448305096
M37	0,433636653
M4	0,55069425
M-4	0,734607857
M5	0,604349309
M5N	0,653593931
M6	0,655481384
M-6	0,792974273
M7	0,572410888
M8	0,617147163
M9	0,645935744
MC-1	0,613043101
MC-2	1,140090494



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

MC-3	0,134781638
MCI-1	0,744600948
MCI-18	0,845184159
MCI-21	0,617784864
MCI-22	0,588500224
MCI-24	0,608903613
MCI-28	0,912549686
MCI-31	1,269342419
MCI-34	1,173360063
MCI-4	0,783958962
MCI-40	0,964214915
MCI-41	0,614989754
MCI-42	0,588179796
MCI-5	0,580535426
MCI-7	0,764854743
MCI-9	0,904060741
M-NUEVO	0,403845864
P-10	1,117337723
P-11	0,134781638
P-14	0,711182552
P-15	0,703178677
P-9	0,671948265
RUD1	0,511757808
RUD2	0,447266111
RUD3	0,348701608
UD1	0,687102413
UD10	0,597642917
UD11	0,704571418
UD12	0,452560045
UD13	0,494602054
UD14	0,78190237
UD17	0,671499385
UD18	0,432889093
UD19	0,690504543
UD2	0,5941515
UD20	0,592571736
UD21	0,924714523



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

UD22	1,10498651
UD23	0,58833877
UD24	0,490838401
UD25	0,512519883
UD26	0,55626729
UD27	0,58021753
UD29	0,445212359
UD3	0,419456274
UD30	0,662378679
UD31	0,732805631
UD32	0,620358323
UD34	0,775349977
UD35	0,314394143
UD36	0,897606355
UD37	0,511891526
UD38	0,269716267
UD39	0,455690219
UD4	0,542782073
UD40	0,39327651
UD5	0,523931698
UD6	0,702123541
UD7	0,748725451
UD8	0,546464143
UD9	0,726172064

4.3.6 Análisis de estabilidad base

Como parte de los trabajos académicos de la Universidad y con miras a la ampliación del conocimiento, bajo la dirección del supervisor del convenio se elaboró la monografía de grado denominada "Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector Altos de la estancia", por los estudiantes Cesar Esteban Yara Acevedo y Jonnathan de Jesús Torres Baquero, en el año 2018. A continuación, se presentan los resultados de los análisis matemáticos o factores de seguridad tomando como base la información de exploración de subsuelo y topografía del año 2017, es decir previa a la instrumentación del presente convenio.

Es importante mencionar que es un ejercicio académico con fines indicativos y no tiene el alcance de definir las condiciones de amenaza y riesgo de la zona, toda vez que no son análisis que involucren las mediciones de todo el monitoreo ni realiza consideraciones sobre las deformaciones medidas.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Para efectos de presentación de los resultados, los factores o niveles de seguridad obtenidos fueron asociados a niveles de amenaza con criterio semáforo (rojo, amarillo, verde) usando los rangos propuestos en la Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa de Servicio Geológico Colombiano como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 19 Clasificación de la Amenaza de un Talud ante deslizamiento

NIVEL DE AMENAZA	FACTOR DE SEGURIDAD	VALOR DE SMR	COLOR EN EL MAPA
Alta	<1,1	<40	Rojo
Media	1,1-1,5	41-60	Amarillo
Baja	>1,5	>60	Verde

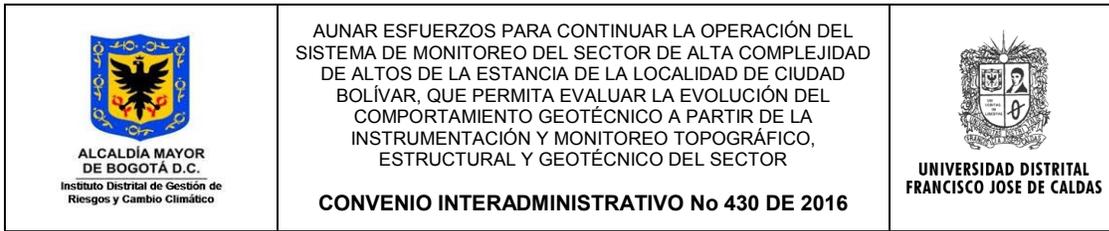
Fuente: Guía Metodológica - Para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa. Pág 62

4.3.6.1 Sector El Espino

En esta zona se encuentran ubicados los modelos geológicos-geotécnicos correspondientes a las secciones A-A, B-B y C-C, dichas secciones están conformadas por igual cantidad de capas y materiales a lo largo de su dirección longitudinal es decir que la zona de El Espino tiene características geotécnicas de carácter isotrópico. Los parámetros de entrada para los materiales se consignan en la siguiente tabla: (ver Imagen 7. Ubicación de las Secciones Topográficas)

Parámetros geotécnicos Secciones A-A, B-B, C-C

Tipo de Material	Peso unitario (KN/m ³)	Cohesión (KPa)	Angulo de fricción (°)
Material deslizado	18.54	17.26	19.4
Suelo Residual	19.81	34.33	18.05
Areniscas y Arcillolitas meteorizadas	19.81	34.33	16.4
Arenisca fracturada	21.58	19.62	19.8
Arcilla Gris	20	21.38	18
Arcilla Limosa	20.6	38.74	25.2
Lodolitas	21.28	79.46	31.7



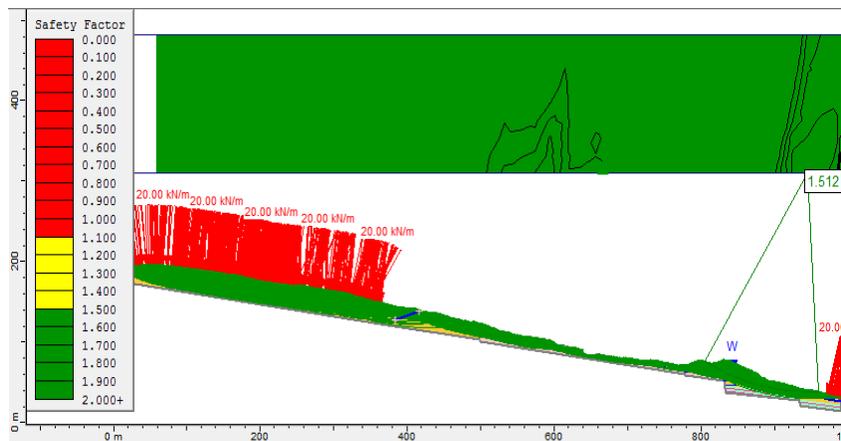
Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Los valores de entrada para las obras de contención corresponden a anclajes en los muros que serán modelados de acuerdo a los planos de diseño como un soporte de 40 metros de longitud con inclinación a 18° respecto al plano horizontal y una resistencia de 40 toneladas, adicionalmente las viviendas serán modeladas como magnitudes de cargas uniformes con valores de 2 ton/m².

Los resultados de los factores de seguridad para las secciones A-A, B-B y C-C en cada una de las tres condiciones descritas anteriormente se presentan a continuación.

Sección A-A Condición Normal

Contorno del FS, Sección A-A Condición normal.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección A-A condición normal.



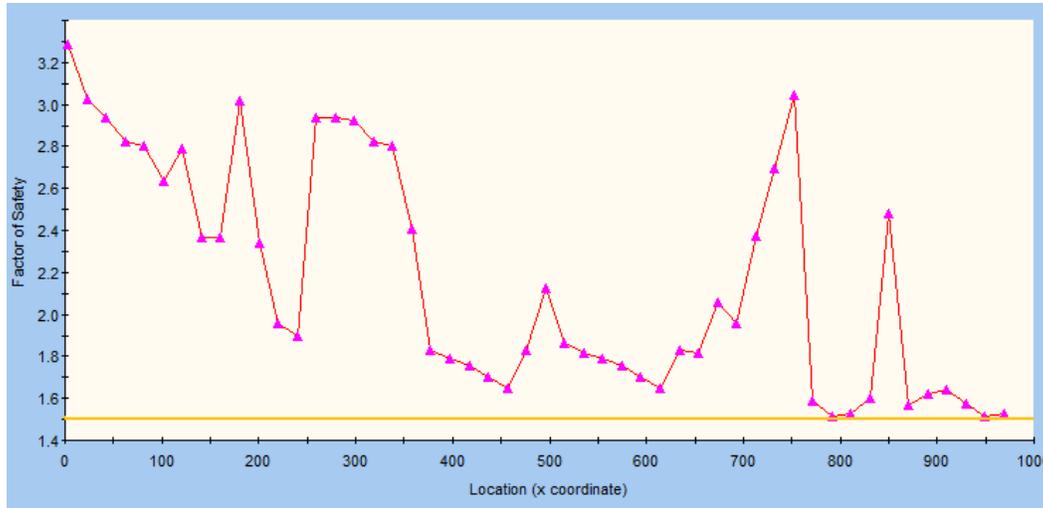
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

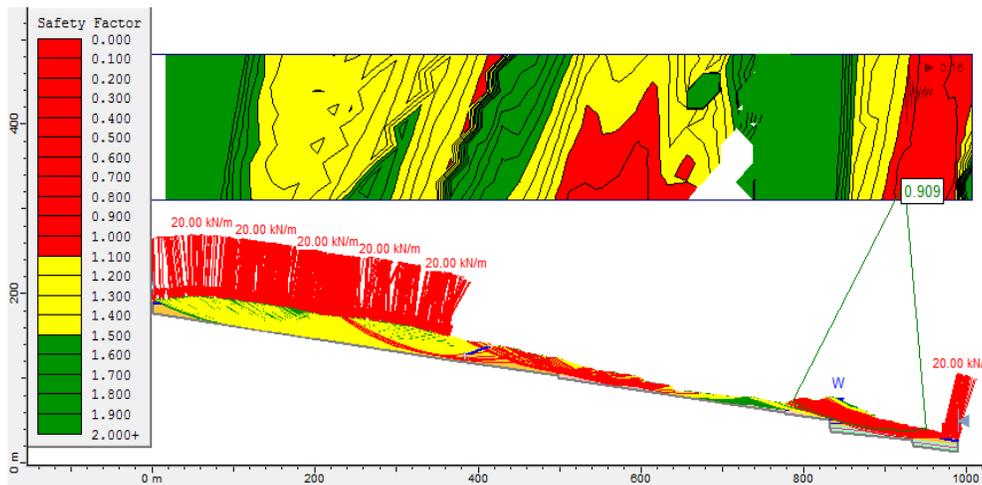


Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

En condición normal la sección A-A presenta un FS mínimo global de 1.512 con una superficie de falla presentada en la parte baja del modelo estando dentro del rango de nivel de amenaza bajo para las viviendas presentes en dicha zona. En la zona entre las abscisas K0+350 a K0+740 se presentan valores de FS promedio de 1.85 que no se salen del nivel de amenaza bajo, a nivel general y en condiciones normales la sección muestra parámetros de estabilidad bastante estables, principalmente en la zona entre K0+00 y K0+350 que es donde se encuentran las viviendas.

Sección A-A Condición con Sismo

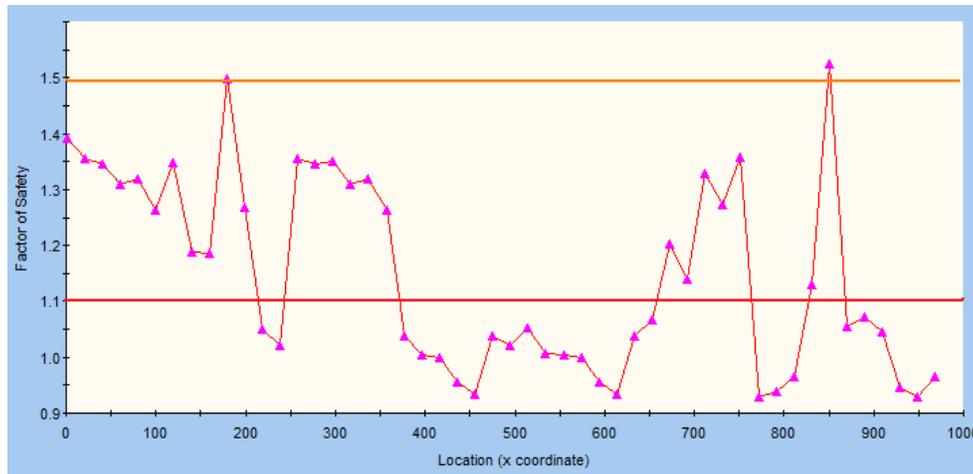
Contorno del FS, Sección A-A Condición con sismo.



 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección A-A condición con sismo.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Al aplicar una condición producto de una fuerza de aceleración sísmica se evidencia que el FS mínimo global obtenido es de 0.909 disminuyendo cerca de un 39.8% respecto al FS crítico obtenido en la condición normal. En general la sección está en una situación de amenaza media con FS entre 1.5 y 1.1, principalmente en la zona alta hasta la abscisa k0+370 y después de la zona media entre las abscisas k0+ 650 y k0+760, sin embargo son destacables las zonas de amenaza alta, en la parte media y la parte final de la sección, donde se presenta la superficie de falla más crítica con valores de FS menores a 1.0.

Sección A-A Condición Saturada

Contorno del FS, Sección A-A Condición saturada.



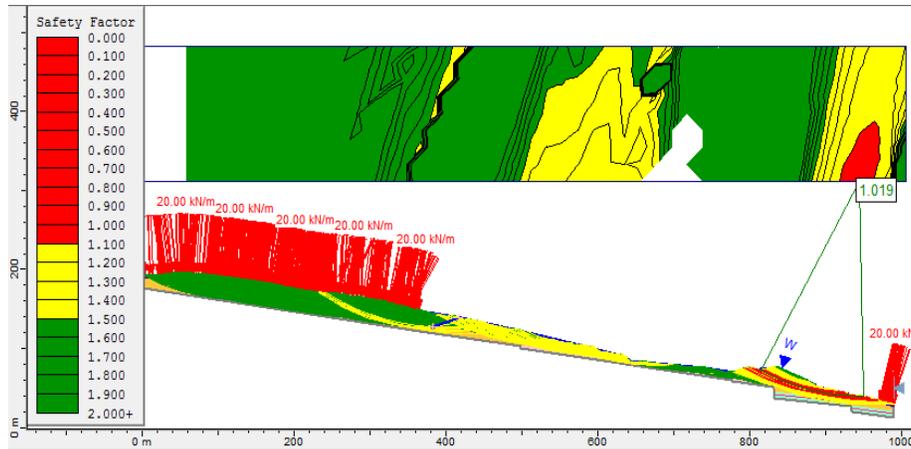
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

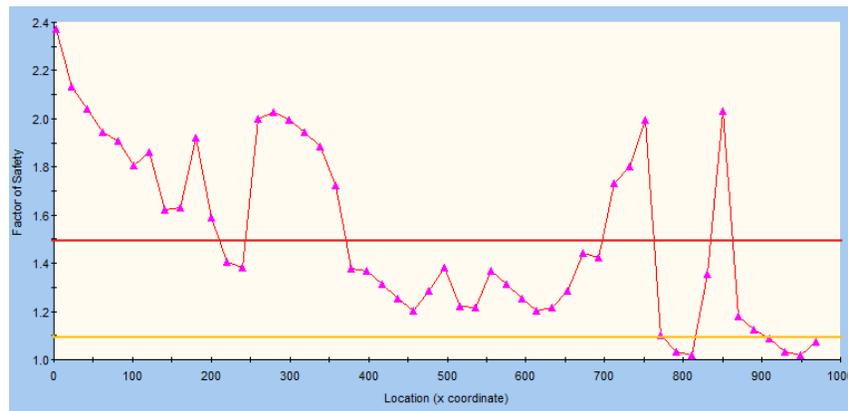


UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección A-A condición saturada.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Al simular una condición saturada en la zona se obtiene un valor de FS mínimo global de 1.019, es decir que al presentarse un nivel freático superficial en la zona, el FS disminuiría cerca de un 32.60 % respecto al valor obtenido en condición normal. La zona alta del modelo es la más estable presentando FS mayores de 1.5, en la zona media estos FS se reducen a un valor promedio de 1.3 catalogando el sector como de amenaza media. Por otro lado al igual que en la condición con sismo, la parte baja del modelo es donde se presenta la superficie de falla crítica con valores de FS menores a 1.

Sección B-B Condición Normal

Contorno del FS, Sección B-B Condición normal.



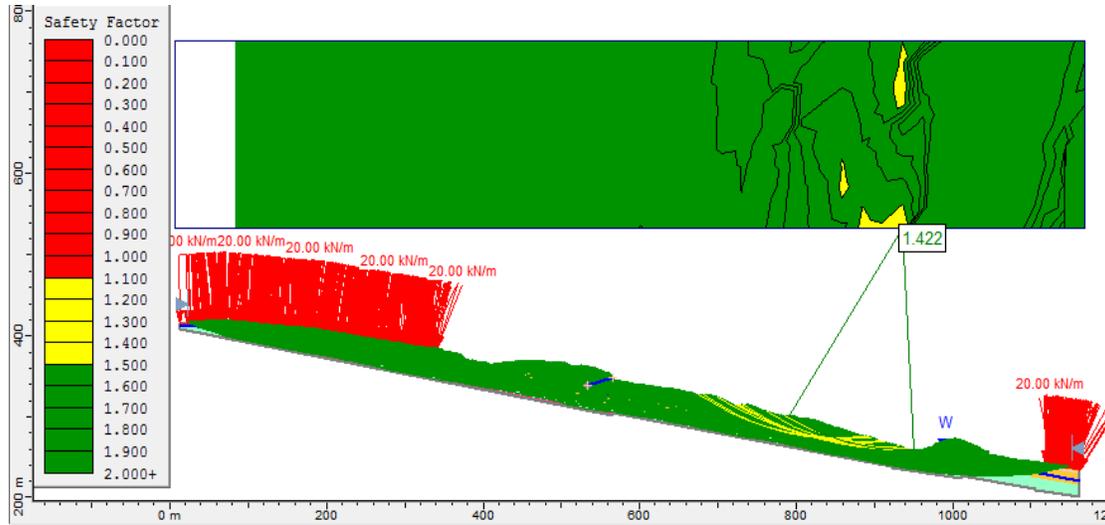
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

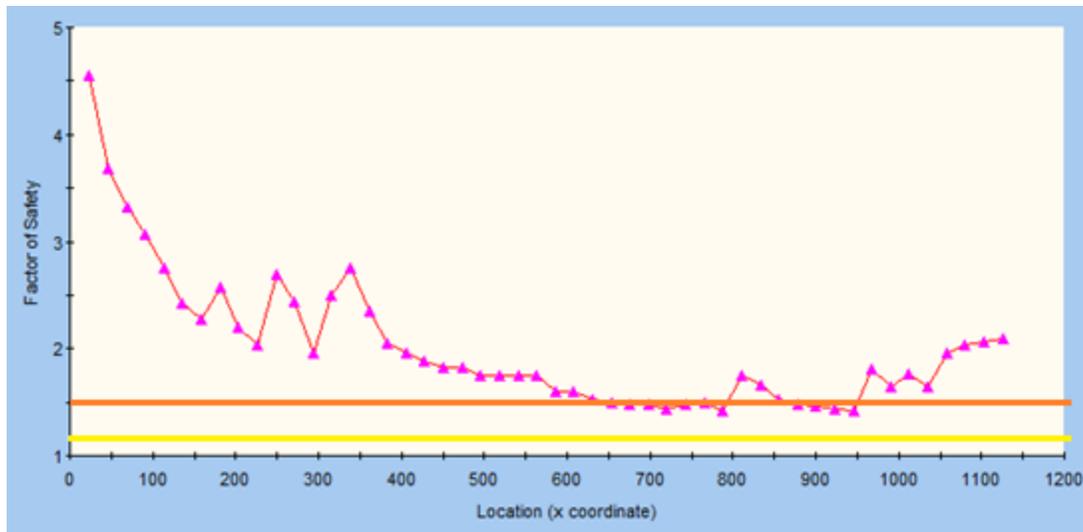


UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección B-B condición normal.



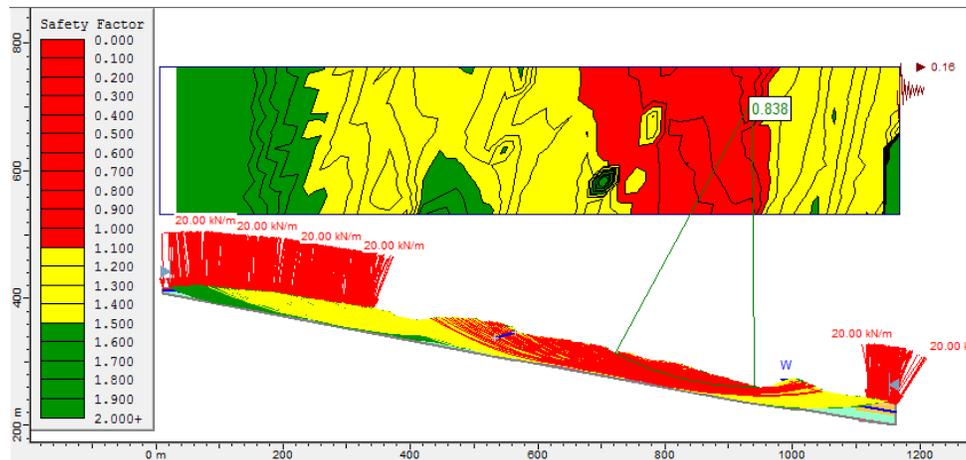
Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

La sección B-B en condición normal presenta un FS mínimo global de 1.422 con una superficie de falla presentada en la parte baja. A nivel general los FS tienen valores promedio mayores a 1.5 clasificándose en el rango de nivel de amenaza Bajo a excepción de zonas puntuales como los son las abscisas K0+730, K0+780, K0+940 y K0+950, que

se encuentran en el límite de Amenaza Media, las cargas por las viviendas no reflejan una gran importancia en la modelación de los FS para los extremos del modelo.

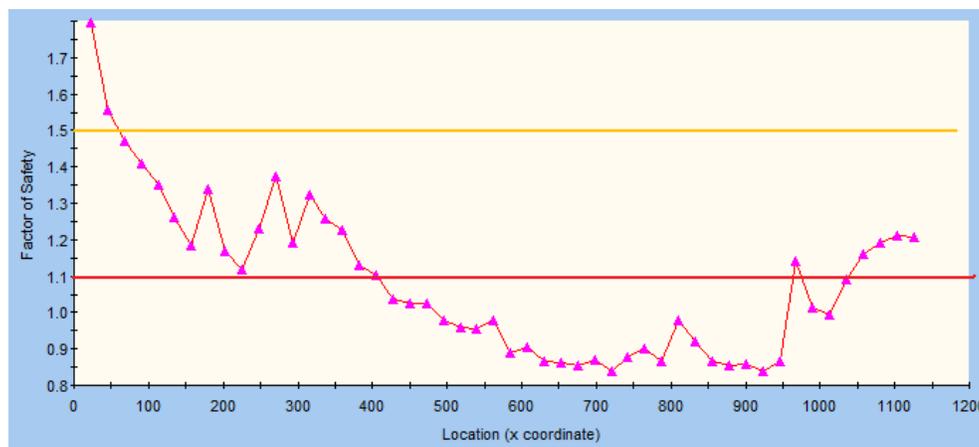
Sección B-B Condición con Sismo

Contorno del FS, Sección B-B Condición con sismo.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección B-B condición con sismo.



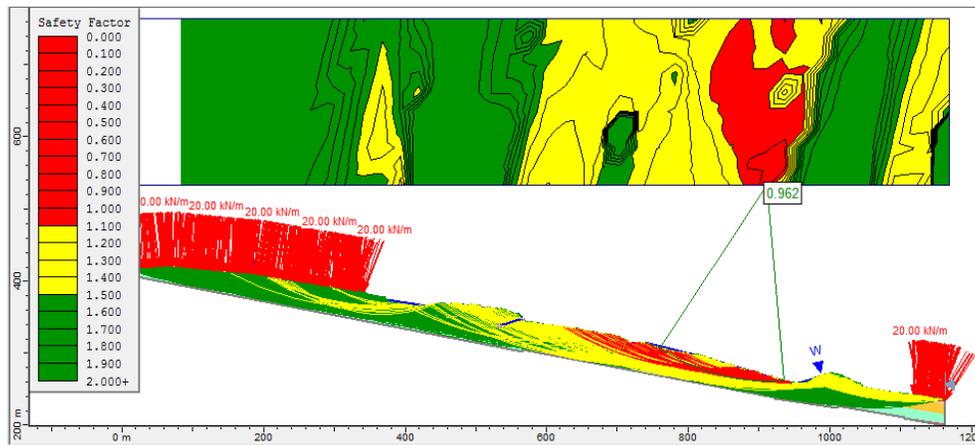
Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Al aplicar una condición producto de una fuerza de aceleración sísmica se evidencia que el FS mínimo global obtenido es de 0.838 disminuyendo cerca de un 41.06 % respecto al FS crítico obtenido en la condición normal. En la zona media y parte de la baja entre las abscisas k0+410 y k1+050 se produce un cambio bastante radical en la estabilidad del

terreno con valores de FS inferiores a 1.1 que le definen un nivel de amenaza alto. En la parte alta y en parte más baja de la sección el comportamiento es de nivel de amenaza media con un FS promedio de 1.3.

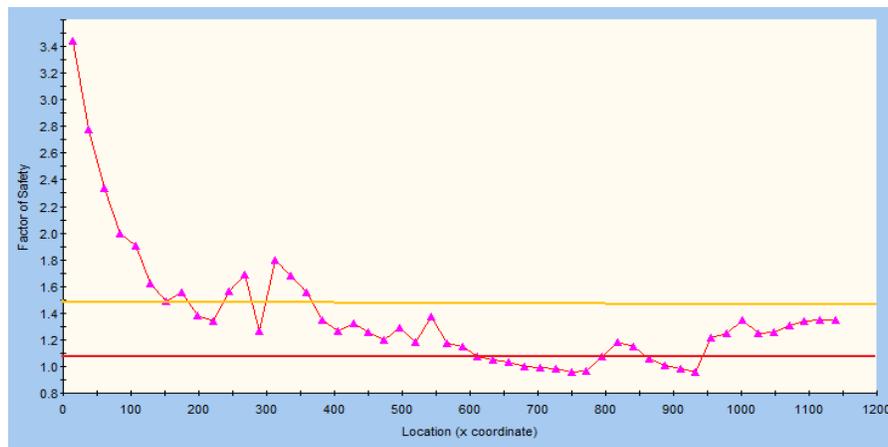
Sección B-B Condición Saturada

Contorno del FS, Sección B-B Condición saturada



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección B-B condición saturada.



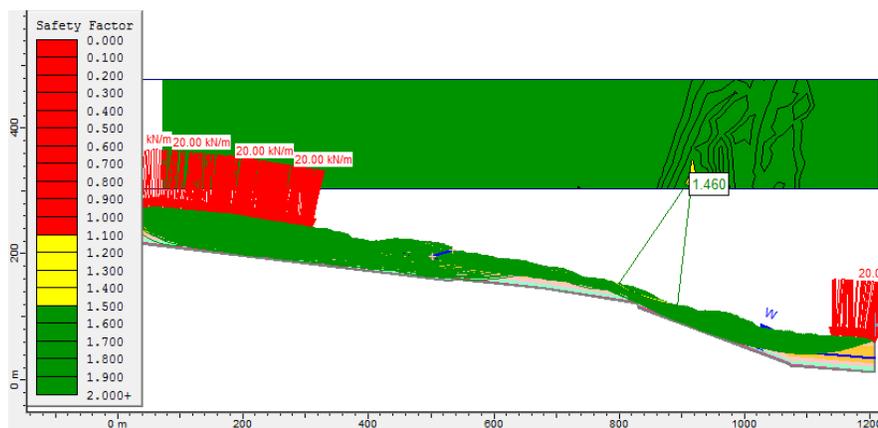
Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Esta condición arroja un FS mínimo global de 0.962, disminuyendo un 32.34 % respecto al FS crítico obtenido en condición normal. De igual forma que en la condición con sismo, alrededor de los límites entre las zonas baja e intermedia se ubica el sector más

susceptible con FS inferiores a 1.1, que lo clasifican como una zona de amenaza Alta. En la parte alta los FS están a nivel general, sobre el límite de la línea de amenaza baja hasta aproximadamente la abscisa k0+370, de aquí en adelante hasta la abscisa k0+600 y en la parte final de la sección después de la abscisa k0+950 los FS indican zonas de amenaza media.

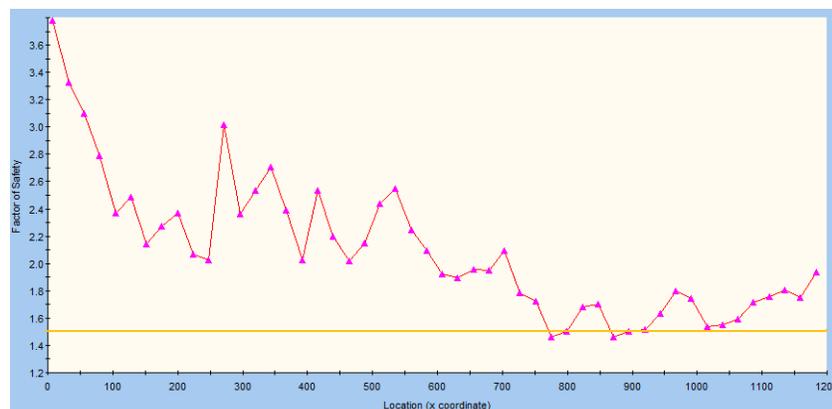
Sección C-C Condición Normal

Contorno del FS, Sección C-C Condición normal.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección C-C condición normal.



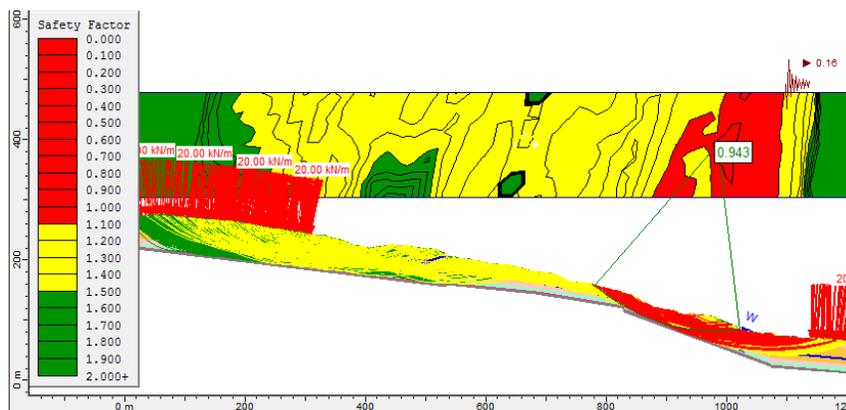
Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

En condición normal esta sección presenta un FS mínimo global de 1.460 con una superficie de falla delimitada en la parte media del modelo. Se evidencian dos grandes zonas en la variación de los FS la primera comprendida entre las abscisas K0+000 a

K0+750 con valores muy por encima de 1.5 catalogándose como nivel de amenaza bajo, entre tanto la segunda zona comprendida entre las abscisas K0+750 a K1+200 presenta valores de FS entre 1.46 y 1.9, cercanos y en algunos puntos por debajo del límite de 1.5, aun así la zona sigue comprendida de manera general en un nivel de amenaza Bajo.

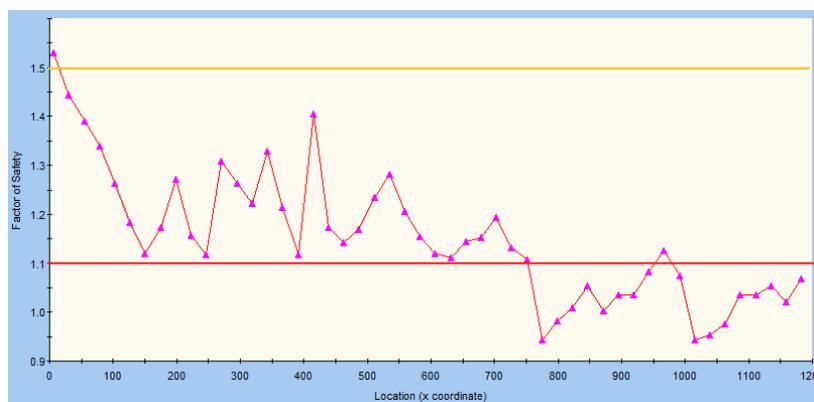
Sección C-C Condición con Sismo

Contorno del FS, Sección C-C Condición con sismo.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección C-C condición con sismo.



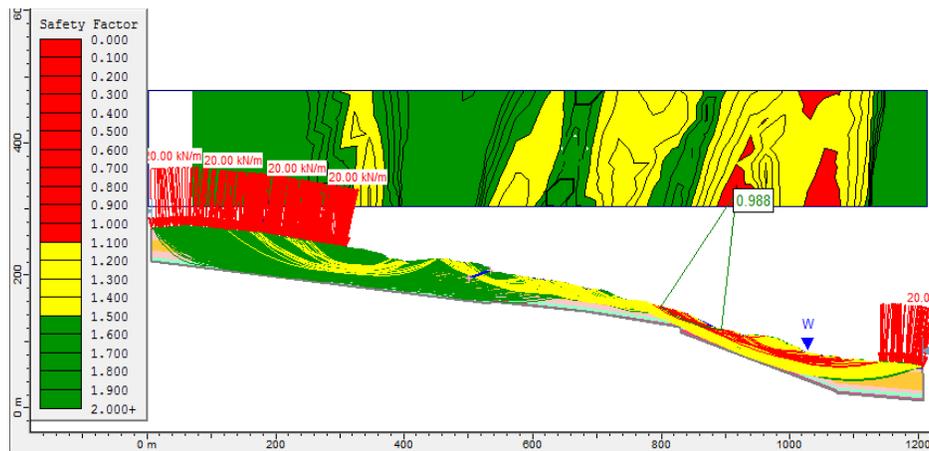
Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Con la aplicación de una fuerza sísmica de aceleración se obtiene un FS mínimo global de 0.943 disminuyendo cerca de un 35.41% respecto al FS crítico obtenido en la condición normal con una superficie de falla denotada en la parte baja del modelo. Se evidencian dos zonas bien diferenciadas en la variación de los FS, la primera comprendida entre las abscisas K0+000 a K0+750 con valores entre 1.1 y 1.5

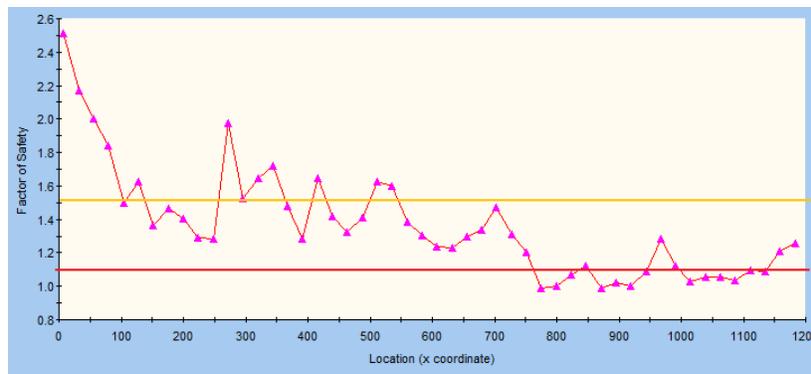
catalogándose como nivel de amenaza medio, por otro lado la segunda zona comprendida entre las abscisas K0+750 a K1+200 presenta valores de FS muy cercanos al límite de 1.1 pero inferiores a este valor, por lo cual se cataloga toda esta zona como nivel de amenaza Alto.

Sección C-C Condición Saturada

Contorno del FS, Sección C-C Condición saturada.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018 Factores de seguridad sección C-C condición saturada.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

En condición saturada el punto crítico de la sección se presenta en el mismo lugar que la descrita en la condición con sismo obteniendo un valor de FS mínimo global de 0.988, evidenciando una reducción del 32.32 % respecto al valor de FS en condición normal. Entre las abscisas k0+000 y k0+100 los FS son superiores a 1.5 por lo tanto esta zona tiene en esta condición un nivel de amenaza bajo, desde el la abscisa k0+100 hasta la

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

abscisa k0+750 los FS oscilan alrededor de 1.5 por ello hay pequeñas zonas intercaladas de nivel de amenaza bajo y nivel de amenaza medio. Los valores de FS menores a 1.1 se encuentran entre las abscisas k0+750 a K1+050 ratificando esta parte del modelo como la más crítica con un nivel de amenaza alto, respecto a la condición de sismo se puede decir que tienen en común el punto de quiebre en la abscisa k0+750 como inicio de la zona de amenaza alta.

4.3.6.2 Zona de deslizamiento La Carbonera

En esta zona se encuentran ubicados los modelos geológicos-geotécnicos correspondientes a las secciones D-D y E-E. Los materiales en el macizo rocoso de la formación Guaduas tienen características geotécnicas de carácter isotrópico, el terreno superficial cuenta con la diferencia de que el material deslizado en la sección D-D presenta depósitos inconsolidados de tipo aluvial y la sección E-E contiene depósitos de tipo coluvial. Los parámetros de entrada para los materiales se consignan en la siguiente tabla:

Parámetros geotécnicos Secciones D-D y E-E (ver Imagen 7. Ubicación de las Secciones Topográficas)

Tipo de Material	Peso unitario (KN/m ³)	Cohesión (KPa)	Angulo de fricción (°)
Material deslizado	18.54	17.26	19.4
Depósito inconsolidado	19.52	8.82	27.3
suelo residual	19.81	34.33	18.05
Arenisca cuarzosa	19.81	35.8	22.3
Arcilla Gris	20	21.38	18
Arcilla limosa negra	20.6	38.74	25.2
Roca ligeramente meteorizada	19.62	8.82	27.7

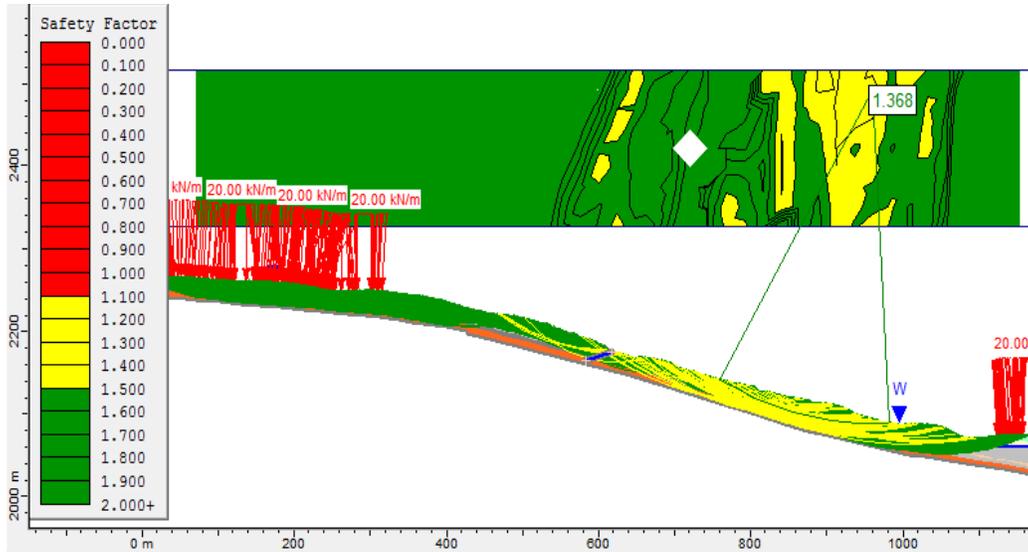
Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Los valores de entrada para las obras de contención corresponden a anclajes en las vigas que serán modelados de acuerdo a los planos de diseño como un soporte de 35 metros de longitud con inclinación a 18° respecto al plano horizontal y una resistencia de 50 toneladas, al igual que en El Espino las viviendas serán modeladas como magnitudes de cargas uniformes con valores de 2 ton/m². Los resultados de los factores de seguridad

para las secciones D-D y E-E en cada una de las tres condiciones descritas anteriormente se presentan a continuación.

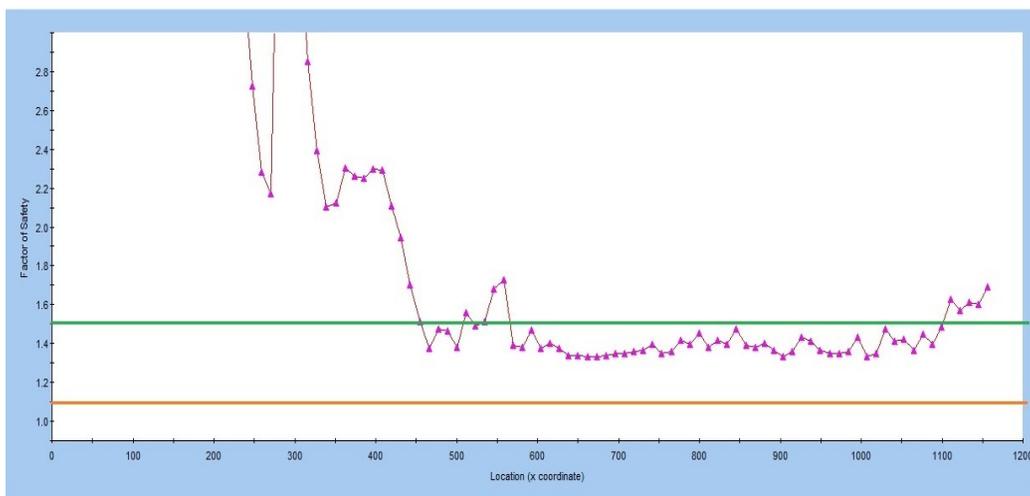
Sección D-D Condición Normal

Contorno del FS, Sección D-D Condición normal.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección D-D condición normal.

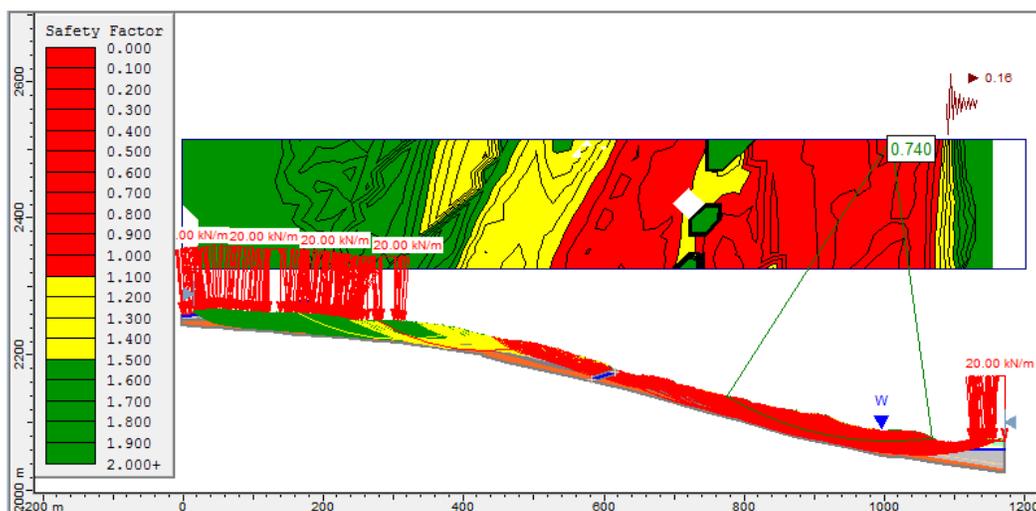


Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

La modelación de la sección D-D en condiciones normales arroja que en la zona desde la abscisa 0 hasta la abscisa 450 está en condición de amenaza baja y en algunas zona el FS se encuentra por encima de 3 es por ello que no aparecen en la gráfica al salirse del rango de análisis que se estableció, por otro lado en la mayor parte desde la abscisa 450 hasta las abscisa 1100 se evidencia una zona de amenaza media donde los factores de seguridad inferiores a 1.50 y con un FS mínimo global de 1.334, que se localiza en la zona media y baja del deslizamiento de La Carbonera lo cual corresponde a la zona donde actualmente se viene dando los movimientos y están identificados varios de los escarpes monitoreados.

Sección D-D Condición Sismo

Contorno del FS, Sección D-D Condición con sismo



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección D-D condición con sismo.



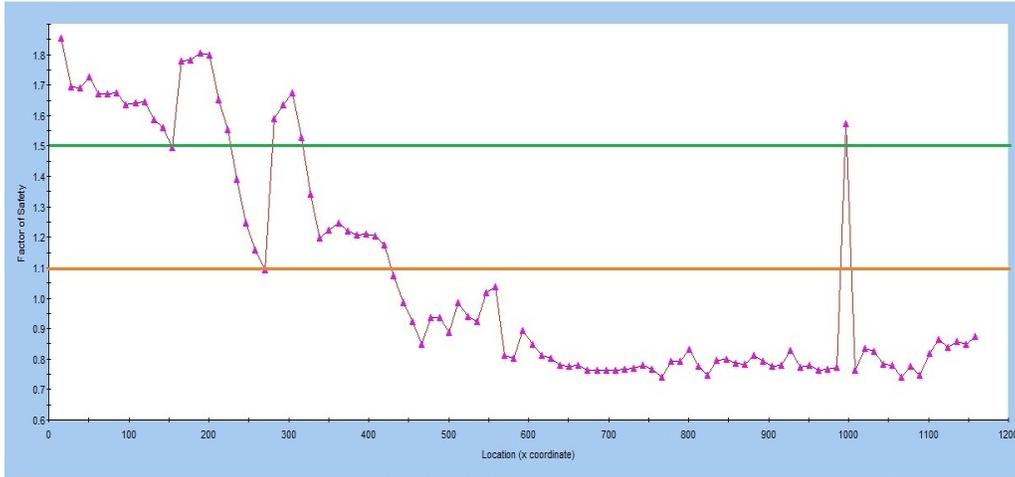
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

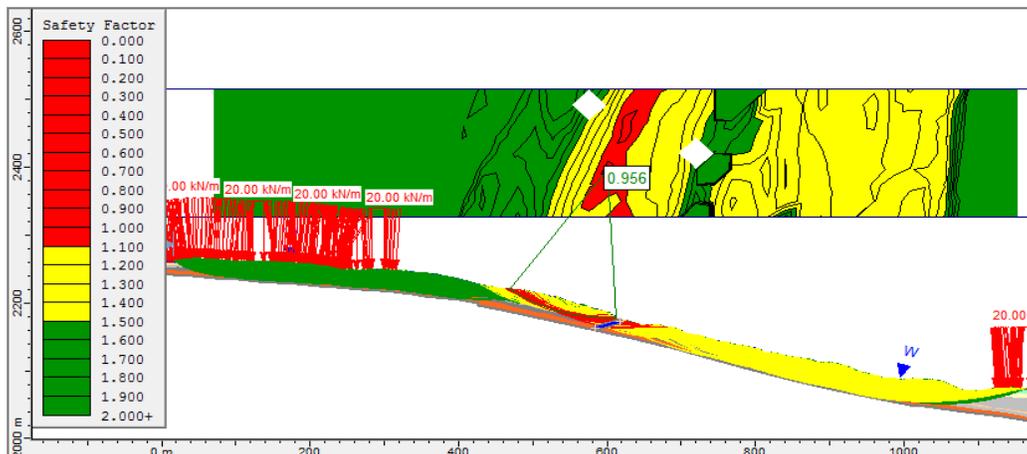


Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

La condición de sismo muestra un cambio notorio de los FS a lo largo de toda la sección limitándolos a un rango de entre 0.74 como mínimo global y 1.9 como valor máximo. Con dicha condición se pueden establecer 3 zonas bien definidas, entre las abscisa 0 y 330 una amenaza principal mente baja con un pequeño sector de amenaza media, entre las abscisas 330 y 430 una zona de amenaza media donde los FS disminuyen a medida que se avanza en la sección y por último de la abscisa K0+430 en adelante una zona de amenaza alta con FS muy inferiores a 1.1 a excepción de una pequeña franja a la altura de la abscisa 1000 donde se obtiene un punto de amenaza baja pero que aplicando un análisis de sensibilidad es descartable y posiblemente corresponda a un error del software.

Sección D-D Condición Saturada

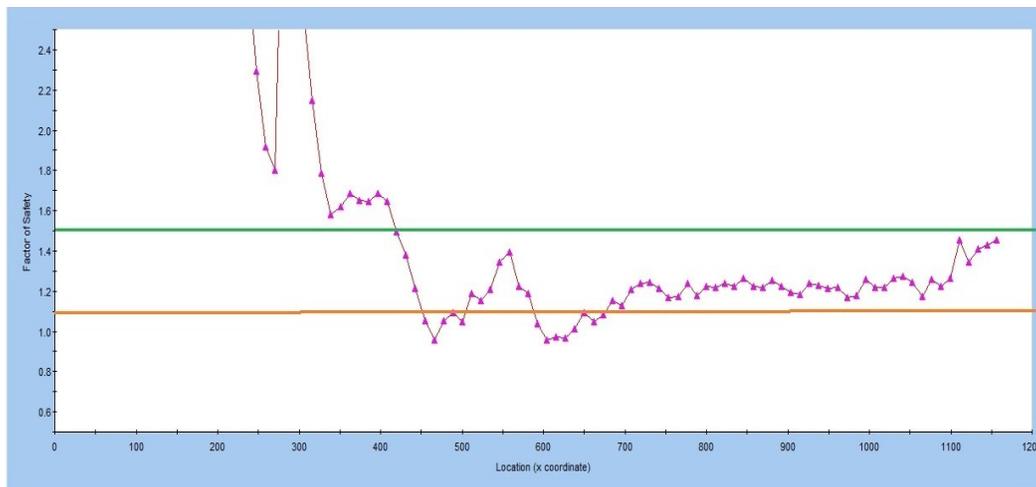
Contorno del FS, Sección D-D Condición saturada.



 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</p>
---	--	---

Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección E-E condición saturada.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

La condición saturada cambia el punto crítico de la sección y lo ubica en la zona media sobre la viga de contención, definiéndolo como amenaza alta con un FS mínimo global de 0.956. Hasta la abscisa 420 la amenaza es Baja y de allí en adelante se mantiene con amenaza Media, a excepción de los dos puntos de amenaza alta, cabe recordar que esta es la condición menos posible debido a los resultados ya obtenidos de las condiciones de drenaje y niveles freáticos que se han estudiado anteriormente.

Sección E-E Condición Normal

Contorno del FS, Sección E-E Condición normal



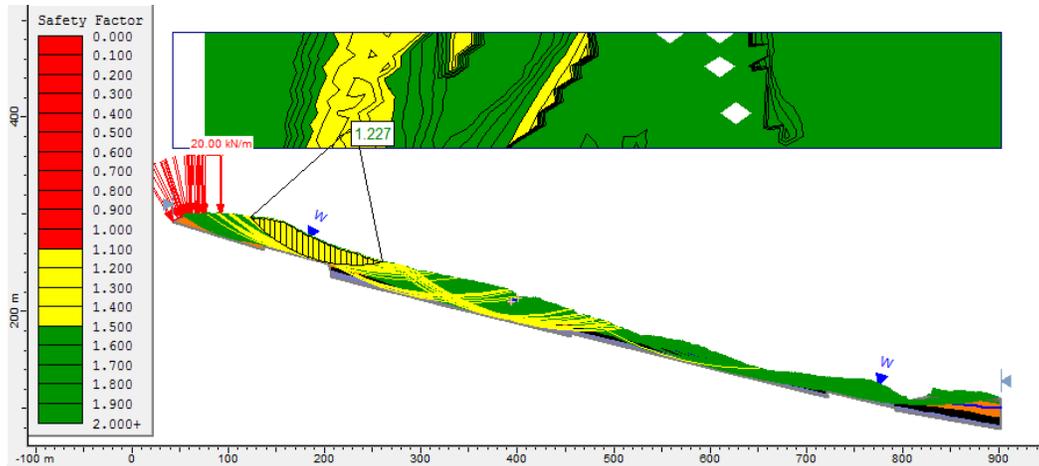
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

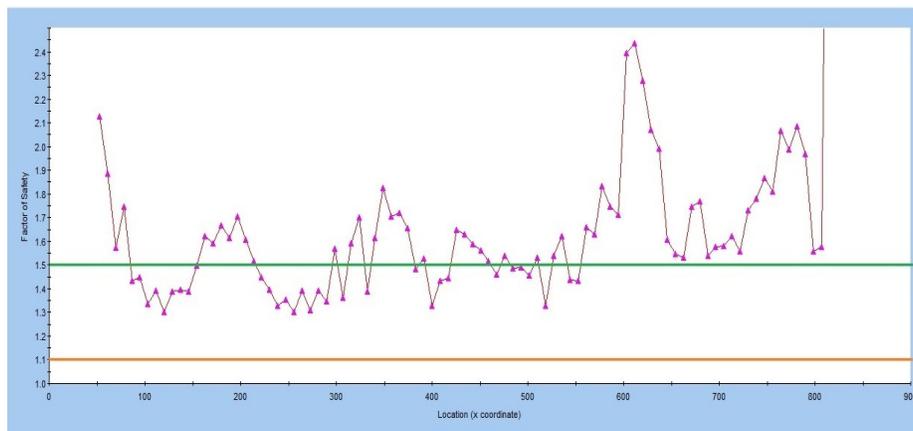


UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección E-E condición normal.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

La modelación para la Sección E-E indica un FS mínimo global de 1.227 en condición normal y ubica el punto crítico en la zona alta del deslizamiento, aunque un FS similar se obtiene en otras zonas intermedias donde existe alguna evidencia de movimientos. A nivel general los puntos críticos para esta sección se catalogan como zona de amenaza media y están cercanos al límite de amenaza baja. A lo largo de la sección se observa un comportamiento estable con FS superiores a 1.5 que indican un nivel de amenaza bajo, principalmente en ambos extremos donde se ubican las viviendas colindantes con la zona de deslizamiento.

Sección E-E Condición Sismo



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

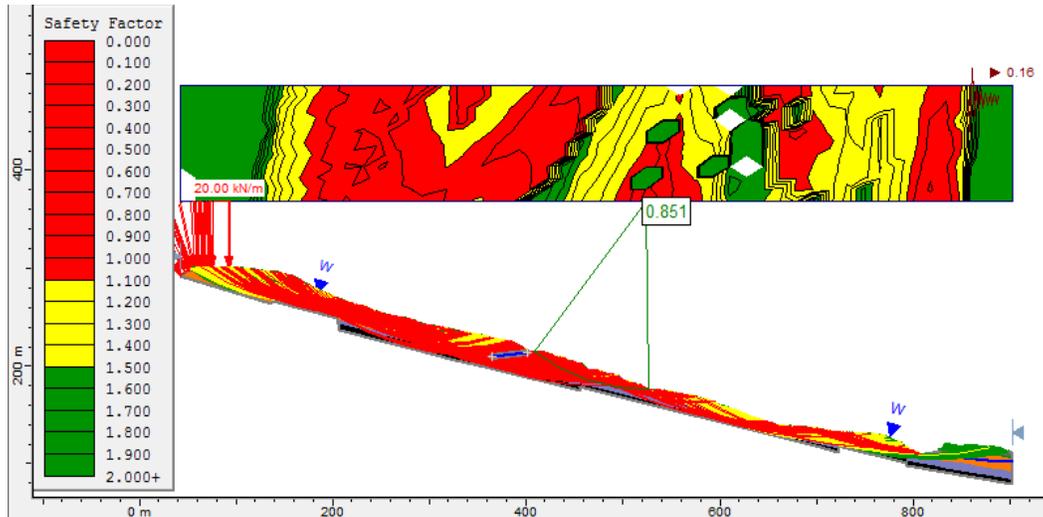
AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



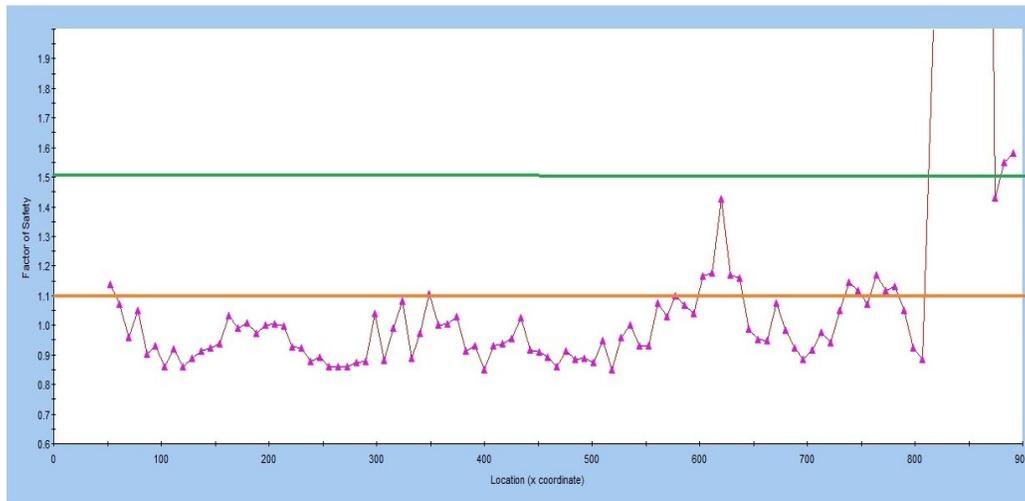
UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Contorno del FS, Sección E-E Condición con sismo.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección E-E condición con sismo.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

La condición de sismo en la sección hace que esta se catalogue a excepción de la zona más baja como nivel de amenaza Alta con FS inferiores a 1.1 y un mínimo global de 0.851 según el método de Janbu que ubica el punto crítico en la zona media del deslizamiento, después de la estructura de contención.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

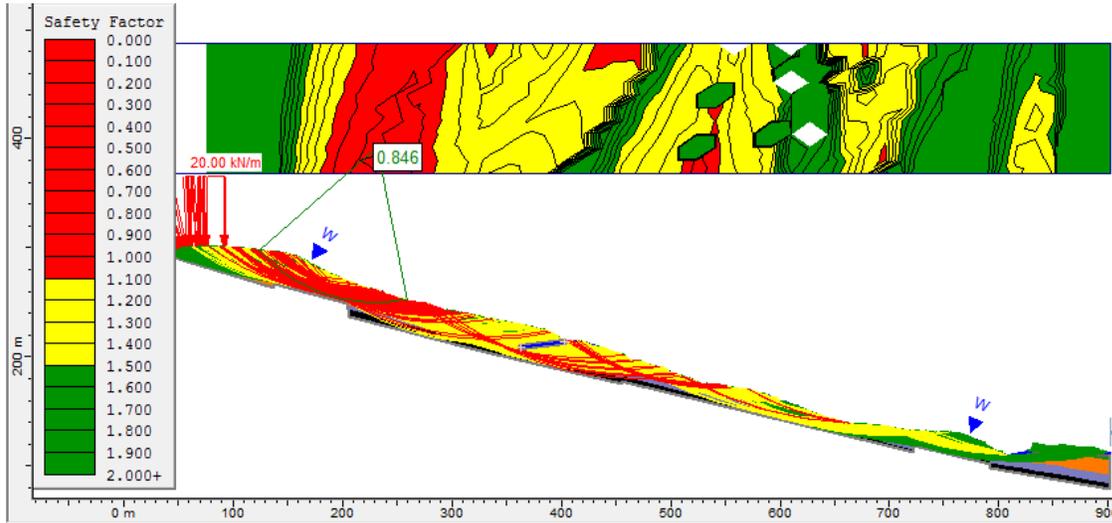
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

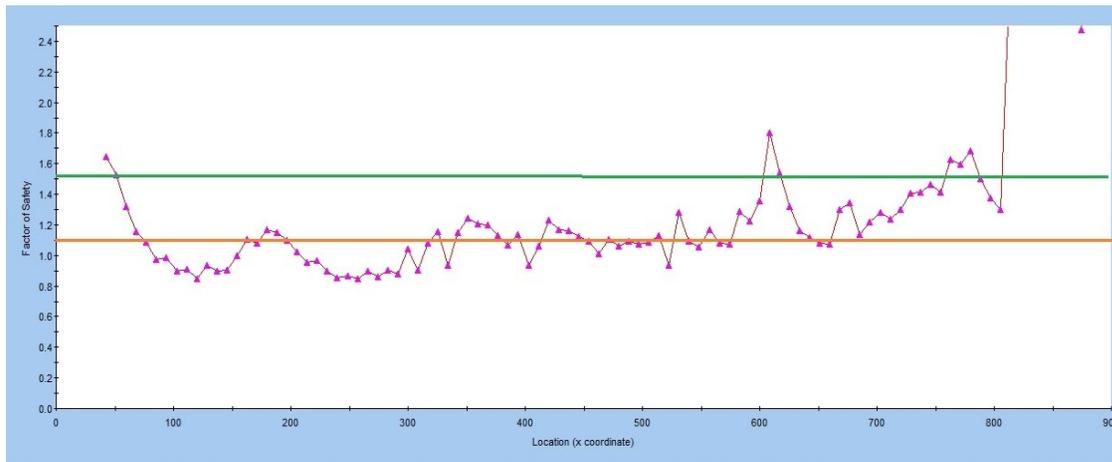
Sección E-E Condición Saturada

Contorno del FS, Sección E-E Condición saturada



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

Factores de seguridad sección E-E condición saturada.



Fuente: Seguimiento y análisis de los procesos de instrumentación para el monitoreo y control geotécnico del fenómeno de remoción en masa del sector altos de la estancia), Monografía de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018

En condición saturada la parte de la zona alta que queda después de las viviendas presenta el mínimo global de 0.846 y la zona media del deslizamiento varía sobre el límite de 1.1 entre la amenaza media y alta, ya en la zona baja los FS aumentan haciendo una transición entre la zona de amenaza alta y baja. Aunque la condición de saturación por

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

lluvias es muy poco probable si es necesario prestar atención a la zona con el FS mínimo global puesto que existen vertimientos que sí podrían saturar el terreno y llevar a que se presente una situación muy parecida a esta.

Otro aspecto a resaltar de las nuevas secciones es que estas fueron extendidas más de 300 m hacia la parte alta de la montaña en donde se ubican actualmente sectores residenciales, en estas zonas externas al polígono en condición normal los FS son altos determinando un nivel de Amenaza Bajo y al ser modeladas con las condiciones de sismo y saturada estas pasan a nivel de Amenaza Medio (áreas por fuera del polígono).

4.4 INFORME GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO Y ANÁLISIS ASOCIADOS

4.4.1 Análisis técnicos del seguimiento y monitoreo geológico

Se presentan los resultados de los análisis e interpretaciones sobre el conocimiento litológico, estructural, estratigráfico, geomorfológico, hidrogeológico, morfodinámico, morfométrico, de caracterización geomecánica y análisis de detalle a escala 1:5000, incorporando dentro de los resultados un análisis de las principales causas tanto naturales como antrópicas asociadas a los procesos identificados incluyendo la caracterización geotécnica de superficie y del subsuelo, que permite establecer criterios y una metodología para un SAT que facilita la toma de decisiones respecto de la localización de infraestructura social de la localidad de Ciudad Bolívar particularmente los barrios Ismael Perdomo, El Espino, Sierra Morena y Santa Viviana.

Dentro del plan de trabajo, se mantuvo un análisis interdisciplinario de los tres componentes, (i) topográfico, (ii) geológico – geotécnico y (iii) estructural con discusiones técnicas permanentes, que permitió disminuir la subjetividad de las valoraciones e introducir un manejo más sistemático de la información.

El plan de trabajo particular del componente geológico a lo largo y duración del convenio estuvo concentrado en los siguientes ejes de análisis e interpretaciones mensuales:

- Realizar la zonificación geomecánica del área acorde con los datos y nivel de información obtenida en el monitoreo geológico – geotécnico
- Identificar los movimientos en masa más relevantes en las zonas de estudio, y los principales detonantes de los mismos
- Determinar las zonas con comportamientos geomecánicos especiales así como las propiedades geomecánicas de los materiales geológicos de superficie de la zona de estudio.
- Con los datos recopilados de la instrumentación instalada, captura de topografía detalle y sensores remotos, fotointerpretación de imágenes y geoprocusamiento, desarrollar una zonificación de amenaza
- Identificar los sitios que presentan los problemas más críticos mediante mediciones directas e inspecciones en campo y correlacionar los datos mes a mes con la evolución morfodinámica de los movimientos detectados
- Identificar los factores que contribuyen a la estabilidad de dichos sectores

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Con base en esta definición, se programaron y ejecutaron las actividades de campo y de gabinete, con el levantamiento de información primaria directa e indirecta, definición del plan de investigaciones e instrumentación geológica - geotécnica y de las diferentes temáticas complementarias (control topográfico, control estructural, etc.) que alimentaron la metodología aplicada para el cumplimiento de los alcances del convenio, de manera que durante los trabajos de campo se obtuvieran parámetros claves y se capturara toda la información necesaria para su correcta aplicación en el marco del convenio.

En los siguientes numerales se detallan los trabajos, análisis, interpretaciones y resultados obtenidos desde el año 2017 al 2020, incluyendo la cartografía temática de soporte asociada al componente geológico.

4.4.1.1 Consideraciones generales de los resultados al segundo semestre 2017

En el desarrollo del plan de trabajo interno esencialmente en el monitoreo geológico en el marco del convenio 430-2016 y bajo las consideraciones técnicas registradas en el diseño del programa del Sistema de Alerta Temprana para el sector de Altos de la Estancia, el análisis de la información de referencia y de campo, permitió identificar y registrar a la escala del estudio y un nivel de detalle, los siguientes hallazgos que justifican las causas de las condiciones morfológicas y morfodinámicas presentes y los límites probables del movimiento en cuanto a profundidad y extensión en planta.

Al finalizar el año 2017, en el análisis previo al diseño de la red de monitoreo para la instalación de los instrumentos, se identificaron los probables mecanismos de falla para los rasgos y procesos morfodinámicos en el área de Altos de la Estancia, con evidencias de ruptura superficial, desplazamientos muy lentos acorde con las mediciones de la instrumentación instalada y verificados en campo. Se corroboró la validez o no, de las teorías propuestas y la cuantificación de ciertos parámetros y procesos de erosión y de remoción en masa activa.

Con los resultados e interpretaciones se realizó la actualización del modelo geológico para la Carbonera y El Espino, se generó la primera versión de la zonificación geológico geotécnica, en virtud de dos aspectos principales: (i) análisis de la susceptibilidad y el (ii) análisis de la vulnerabilidad, que finalmente se fue ajustando como insumos temáticos para el SAT propuesto en el marco del convenio y de acuerdo con el nivel de información para el área del proyecto.

Las actividades y alcances desarrollados de acuerdo a lo establecido en el convenio, está dado por las siguientes consideraciones para el año 2017:

- Análisis variables para la Implementación de la metodología de actualización de la zonificación geológico geotécnica del área de estudio
- Actualización según los resultados del monitoreo del modelo geológico del área de estudio
- Resultados de la Interpretación fotogeológica de las imágenes de sensores remotos adquisición junio 2017 y noviembre de 2017
- Geoprocesamiento imágenes sensores remotos y análisis espectral y espacial
- Revisión análisis de los resultados de monitoreo instrumentación a la fecha

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

- Revisión análisis precipitaciones como factor detonante en la evolución de los procesos morfodinámicos del área de estudio

Los resultados obtenidos podrán utilizarse como insumo básico para el establecimiento de medidas de control y seguimiento en el sector dados los antecedentes de riesgo por la ocurrencia de procesos de remoción en masa y las condiciones inadecuadas de vertimientos antrópicos como factor detonante en la evolución de los mismos; estos resultados constituyen además, en una herramienta básica para canalizar criterios, directrices, metodologías y medidas dirigidas a la evaluación morfológica en aquellas zonas que se determinen con mayor propensión a los movimientos en masa o que han registrado comportamientos geotécnicos que pongan en riesgo la infraestructura y/o la población localizada en el área.

4.4.1.2 Diseño red de instrumentación inicial

Una vez revisada la información de referencia sobre resultados de instrumentaciones, no se observó una tendencia clara en cuanto a patrones de los movimientos en el área, por tanto se optó y sustentó realizarla la implementación de un plan de instalación de inclinómetros con perforaciones con recuperación de núcleo que permitiera no solo obtener información del subsuelo para afinar el modelo geológico superficial y del subsuelo, analizar las variaciones en distribución lateral y vertical de las formaciones superficiales, las características topográficas y estructurales del área de estudio y calibrar con mediciones continuas que permitieran obtener una línea base de los vectores y profundidades de los movimientos actuales.

Para las actualizaciones en el modelo geológico fue necesario validar la información de manera continua mediante el diseño de:

4.4.1.2.1 Diseño de la red de instrumentación superficial

Esta instrumentación tiene como objetivo el control de los desplazamientos en superficie, encontrando dirección y tasas de movimiento, ya sea a partir de desplazamientos de mojones, o por abertura de grietas detectados mediante extensómetros.

4.4.1.2.2 Diseño de la red de instrumentación profunda

Esta instrumentación tiene como objetivo el control de los desplazamientos, la ubicación del nivel freático y la ubicación de la superficie probable de falla. Para tal fin se buscará obtener información a lo largo de perfiles geológicos longitudinales y transversales, orientados mediante alineación topográfica en la dirección promedio del buzamiento de los estratos. Se instalaron en la primera etapa seis inclinómetros-piezómetros de acuerdo con los criterios mencionados en los informes de avance del primer semestre del Plan de Monitoreo en el año 2017, con base en los requerimientos técnicos del contrato y teniendo las condiciones geológico geotécnicas en el área del proyecto, se efectuaron seis (6) sondeos mecánicos con profundidades que varían entre los 20 y 25 metros lineales, llevándose a cabo simultáneamente el ensayo de penetración estándar SPT.

Los trabajos de campo incluyeron el registro litológico de los materiales encontrados en los diferentes estratos de suelo - roca meteorizada a lo largo de los perfiles de cada exploración; las muestras recuperadas fueron rotuladas y empacadas debidamente para

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

su posterior entrega. Los resultados de los registros de perforación y el registro fotográfico de la caja de núcleos se involucraron en la actualización del modelo geológico del área.

El suministro y la instalación de tubería de las perforaciones se establecieron en la totalidad de la longitud de los sondeos realizados para la instalación de los inclinómetros, teniendo en cuenta las disposiciones técnicas para ello.

4.4.1.3 Resultados asociados al modelo geológico inicial

Los resultados del programa de instrumentación y seguimiento de los deslizamientos La Carbonera y el Espino en la primera fase de instalación de la instrumentación, permitieron identificar los límites del deslizamiento para el escenario del 2017, estimación de niveles freáticos superficiales, que definieron una condición de alta susceptibilidad para la extensión lateral del movimiento y dadas las características de los materiales en términos de su capacidad de almacenamiento y migración de los flujos de agua hacia la parte baja de la ladera La Carbonera y El Espino. A partir de la revisión de los resultados previos y verificado con las visitas de seguimiento al sector de alta complejidad Altos La Estancia, se validó que los niveles de inclinómetros, se ubican en los límites superiores de cada uno de los deslizamientos, evidenciaron y corroboraron que el comportamiento de los flujos de agua están controlados por la presencia de un horizonte de areniscas muy fracturadas de alta permeabilidad primaria y secundaria, con presencia de zonas húmedas y de mayor capacidad de infiltración en la zona límite de cada movimiento.

Para el caso del sector La Carbonera, la corona del deslizamiento estaba delimitada por un nivel de areniscas muy fracturadas, que cubren concordantemente el nivel de arcillolitas meteorizadas (nivel IIA). Este nivel de arenisca define un nivel freático de tipo confinado, controlado en profundidad por el nivel de arcillolitas meteorizadas inferiores; para este sector, el monitoreo de los piezómetros instalados identifican un nivel freático cercano a los 5 m de profundidad precisamente entre la superficie de contacto entre los dos niveles.

Para el sector de El Espino, la instrumentación de los niveles de agua igualmente mostró en el límite occidental, niveles freáticos muy superficiales asociados al nivel de areniscas de la parte superior de la Formación Guaduas (nivel IIA roca moderadamente meteorizada que infrayace el suelo residual de la misma unidad).

Como resultado, el modelo geológico y geotécnico delimita las zonas prioritarias a tener en cuenta en el programa de monitoreo y se precisan las evidencias geológicas asociadas a las tasas de movimiento, presiones laterales y verticales, zonas de distensión y cizallamiento.

Los resultados evaluados, evidenciaron áreas de homogeneidad en la dinámica y orientación de los desplazamientos en el área. El modelo se fue ajustando con base en la información de la investigación de campo obtenida mensualmente, con las lecturas de la instrumentación que se vayan realizando dentro del desarrollo del presente convenio.

La estratigrafía del área de estudio se basó en la caracterización de las unidades geológicas como rocas sedimentarias (areniscas, lodolitas, limolitas y arcillolitas) con



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

edades desde el Cretáceo - Terciario, cubiertas parcial y discordantemente por depósitos inconsolidados de diferente origen y composición. Los estudios de referencia y las observaciones de campo indicaron la presencia de dos unidades de roca en la zona de estudio, el miembro Arenisca Tierna Labor de la Formación Guadalupe (Kslit) y la Formación Guaduas (Kpggu). Los depósitos Cuaternarios identificados y clasificados como fluvio-glaciales, coluviales, aluviales y de suelos residuales de importancia con depósitos heterogéneos asociados a materiales tipo escombros de minería y de infraestructura (viviendas).

La unidad Arenisca Tierna Labor (Kslit) del Grupo Guadalupe, en el área conforma el basamento cretácico más antiguo; solamente se presentan diferencias en la cartografía y distribución en planta del contacto con la Formación Guaduas (Kpggu).

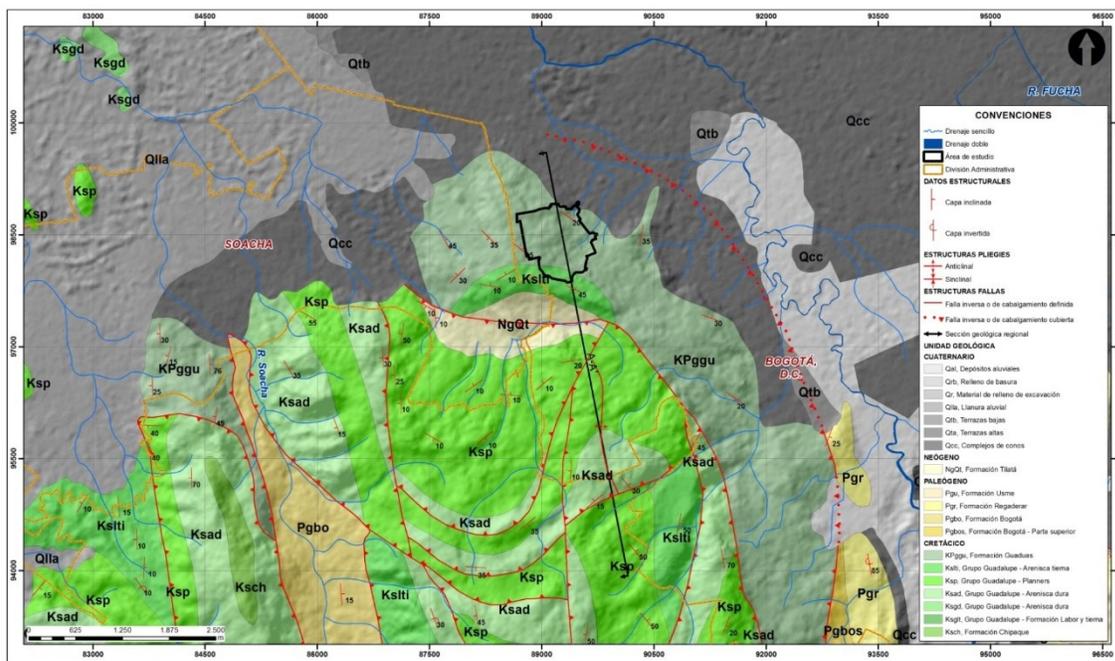


Figura 6. Mapa geológico regional donde se ilustra la localización del área del estudio Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar.

Fuente: Elaboración propia

Para el sector El Espino, litológicamente se identificaron niveles de suelo residual y roca moderadamente meteorizada de la Formación Guaduas (Kpggu), depósitos aluviales recientes, depósitos coluviales (Qco) y depósitos antrópicos mixtos (Qea) en la parte baja de la ladera.

Los materiales de la Formación Guaduas (Kpggu), que fueron objeto de actividades extractivas a cielo abierto en la cantera Santa Rita, la cantera sur y la cantera de la parte suroccidental, representa una secuencia estratigráfica conformada por intercalaciones de arenisca y limolitas, las cuales presentan un fracturamiento intenso especialmente de los estratos de arenisca, de manera que es posible encontrar separación de diaclasas que varían entre los 0,10 m y 0,35 m, produciendo bloques de diferente tamaño.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Estructuralmente, las familias de diaclasas son perpendiculares entre sí y se disponen verticalmente, lo cual puede observarse en los antiguos frentes de explotación de la Cantera Santa Rita y de la parte alta en el sector W, que presentan procesos morfodinámicos asociados de deslizamientos, caídas y volcamiento de bloques.

Los niveles de roca más competente de la secuencia estratigráfica en el área del proyecto, consiste de paquetes de estratos potentes de areniscas cuarzosas de grano fino de geometría tabular cuyo nivel de meteorización corresponde a un nivel IIB, que también presenta fracturamiento, con familias de diaclasas separadas, formando bloques de gran tamaño (véase secciones geológicas de detalle).

En el antiguo frente de explotación de la cantera Santa Rita, presentan diaclasas verticales abiertas, producidas posiblemente por el movimiento de los materiales de la parte superior, lo cual favorece que se genere un fenómeno de volcamiento de estos bloques; por su parte, la presencia de diaclasas verticales genera problemas de volcamiento de bloques por la descompresión del macizo que se observan en la parte medio baja de a microcuena y se mezclan con los depósitos coluviales espacializados en la cartografía.

Los depósitos coluviales (Qco), están asociados a un movimiento traslacional producido por el vertimiento de las aguas servidas de los barrios de la parte superior de la ladera, cuya superficie de falla está relacionada con la estratificación de las rocas nivel IIA de la Formación Guaduas (Kpggu). El movimiento, además de tener carácter traslacional, tiende a afectar un área mayor atrás del escarpe de falla, es decir, es de carácter retrogresivo. Desde el punto de vista geológico - geotécnico, la inestabilidad se debe al corte de los estratos de limolitas caoliníficas que afloran en el sitio, y que están intercalados con diferentes niveles de areniscas masivas de alta resistencia (hasta el nivel IIB), las cuales a su vez presentaron distintas características de resistencia; en algunos estratos de ambos tipos de roca se presenta estratificación laminar.

Respecto al sector de La Carbonera, la ladera limitada por la quebrada La Carbonera al sur y por la quebrada Santo Domingo, presenta hacia la parte alta, en la divisoria de aguas, afloramientos de la Formación Arenisca Tierna (Kslit) del Grupo Guadalupe. En contacto normal se encontró la Formación Guaduas (Kpggu), conforma una pendiente estructural en las intercalaciones de capas de areniscas y limo - arcillolitas en su conjunto inferior, ahora afectado por deslizamientos activos, procesos erosivos tipo surcos y cárcavas.

La Formación Arenisca Tierna (Kslit), aflora en el límite occidental y extremo sur del área de estudio. Se manifiesta por su morfología pronunciada formando escarpes. Litológicamente, se compone de capas de areniscas cuarzosas y arcillosas de grano fino a medio, de dureza media a alta, poco a moderadamente meteorizadas (niveles de meteorización IIB – IIA), formando superficies rugosas, masivas o con estratificación plano paralela y cruzada. En el área, el contacto con las rocas de la Formación Guaduas (Kpggu) es normal y fallado, principalmente al sur con desplazamiento de rumbo de cerca de 20 m y verticalmente entre 10 y 20 m (véase secciones geológicas de detalle D- D' hasta la E-E').

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

La Formación Guaduas (Kpgu), en el área de estudio se compone de base a techo por las siguientes variaciones litofaciales:

(i) capas concordantes de carácter principalmente arcillosas, compuestas por niveles de arcillolitas grises y negras, limolitas y algunos niveles de areniscas de color amarillento de grano medio. Afloran en la parte central de la zona conocida como La Carbonera. Este conjunto puede contener delgados niveles de carbón.

(ii) Paquetes de limolitas con capas de areniscas el tope, limolitas de color habano y amarillas seguidas por una alternancia de capas delgadas a laminares de areniscas finas con paleosuelos (costras oxidación en niveles delgados), capas gruesas de areniscas y niveles de arcillolitas y limolitas de color gris claro y amarillo. Este conjunto litofacial aflora principalmente en el sector de La Carbonera concordantes sobre el primer conjunto descrito en el ítem (i).

(iii) el tercer conjunto o miembro es principalmente arenoso, este lo han denominado en la literatura como la Arenisca Guía, compuesto por capas de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, en estratos gruesos a finos, masivas y localmente presentan laminación cruzada de areniscas cuarzosas de grano muy fino; presentan una textura ligeramente areno - arcillosa, finamente laminadas, ligera a moderadamente meteorizadas (IIA), de color amarillento con manchas marrones por alteración, ligeramente friables y fracturadas. El espesor de estas capas varía entre 8 m y 15 m, de acuerdo con las investigaciones del subsuelo ejecutadas en los estudios previos.

(iv) el cuarto conjunto comprende un paquete de limo - arcillolitas de color gris oscuro y amarillo, con algunas capas de areniscas y niveles delgados de carbón. Este conjunto aflora localmente en el sector de San Rafael en contacto fallado por la falla de Santa Rita.

(v) el quinto y conjunto más superior de la Formación Guaduas en este sector de la Carbonera – Santo Domingo, constituye el tope de la Formación Guaduas (Kpggu) en el área de estudio. Se compone de capas de areniscas, limolitas friables, varicoloreadas desde colores rojizos y azulosos intercalados. Las areniscas composicionalmente son cuarzosas bien cementadas, de color gris, en capas de espesor medio 1,5 m a 2,0 m de espesor, duras y fracturadas, meteorizadas a ligeramente meteorizadas. Las limolitas de son de color gris amarillento friables, de naja consistencia y desarrollan un perfil de meteorización entre el IIA y IC (Sr) con espesores que fluctúan entre los 2 y 5m.

4.4.1.3.1 Análisis litofacial del modelo geológico del subsuelo

Litológicamente, a nivel de la Formación Guaduas en el área de Altos de la Estancia, consta en general de arcillolitas laminares o no laminadas, grises claras o abigarradas con intercalaciones de cuarzo arenitas y algunas capas de carbón. Las capas de las areniscas, corresponde a las capas de mayor resistencia a la erosión debido a que mineralógicamente presentan altos contenidos de sílice, forman flancos muy estrechos y alargados de anticlinales, se resaltan en las zonas de falla, originando escarpes estructurales que separan las morfologías deprimidas y que en la parte baja de la Carbonera se concentra en el eje de pliegues locales de tipo sinclinal. Como litología predominante se encuentran las capas de areniscas, cuya geometría a nivel vertical y lateral en el modelo del subsuelo es tabular, continuo, fracturadas, de baja permeabilidad

	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	
---	--	---

por su cemento silíceo. De acuerdo con la fotointerpretación multitemporal, se caracterizan por presentar un modelado denudacional de pendientes ligeramente abruptas, con poca alteración del sustrato pero con fuerte fracturamiento. Las variaciones bioclimáticas analizadas, influyen en el desarrollo y características de los suelos, que donde afloran estos estratos silíceos principalmente en la parte alta de la ladera, no favorecen el desarrollo de suelos, se concentran procesos erosivos superficiales, suelos poco evolucionados, ácidos y de texturas predominantemente gruesas.

Los estratos de las cuarzareniscas se concentran en la parte occidental del área hasta la Falla Espino y Carbonera Oeste; la falla constituye una frontera geológica e hidrogeológica. Este límite también influye en la morfología de los procesos erosivos y de remoción en masa identificados en la corona del escarpe del deslizamiento El Espino y La Carbonera. La condición del predominio litológico de las areniscas favorece procesos tipo desprendimientos de roca, flujos locales de detritos, surcos y cárcavas sobre las diaclasas presentes y zonas de mayor fracturamiento.

Seguidamente, figuran los horizontes y lentes de limolitas de la Formación Guaduas en el análisis litofacial en el modelo geológico del subsuelo del sector de Altos de la Estancia; las limolitas aparecen interestratificadas con delgados horizontes de areniscas puntuales; están en su mayor parte alteradas y constituyen materiales de poca resistencia a la erosión, en relación con las areniscas. En sectores donde las características del clima húmedo han permitido un buen desarrollo de cobertura vegetal, solamente se observan algunos movimientos en masa; en sectores donde se presentan fuertes períodos de lluvia o no existe la vegetación protectora se observa escurrimiento superficial concentrado en forma de surcos y cárcavas. Los suelos formados en estos materiales se caracterizan por ser profundos y mejor desarrollados que los originados sobre materiales duros.

Las arcillolitas, presentan un alto grado de impermeabilidad aumentando la susceptibilidad al escurrimiento difuso y concentrado. Los suelos originados tienden a ser profundos, de drenaje variable y texturas predominantemente finas.

Arcillolitas interestratificadas con areniscas, generalmente constituyen un conjunto de materiales poco consolidados compuestos de arcillolitas abigarradas y areniscas de grano grueso. Cuando estos materiales se encuentran húmedos domina el escurrimiento difuso y concentrado en forma de surcos y cárcavas y los suelos son moderadamente evolucionados, profundos y de texturas predominantemente arcillosas.

A continuación se ilustra la variación litofacial en el sector El Espino de acuerdo con los resultados de los registros litológicos de los sondeos IUD7, IUD9, IUD4, IUD10, IUD6 y IUD15.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

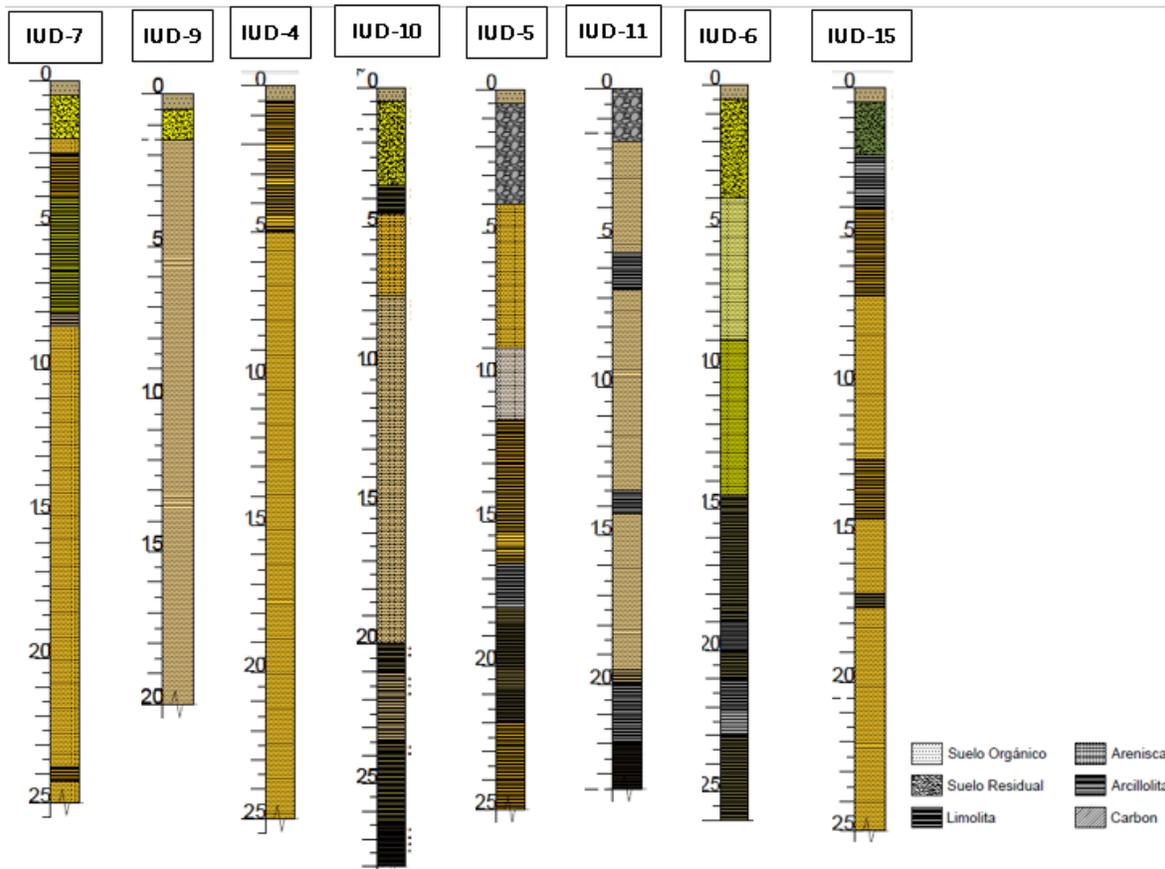


Figura 7. Variaciones litofaciales en el sector El Espino a partir de los registros litológicos de las perforaciones ejecutadas en el marco del Convenio 430 de 2016

Fuente: Elaboración propia

Secuencia del modelo litofacial identificado para el Sector La Carbonera, que se destaca por un predominio litológico en la parte alta a intermedia por capas de areniscas silíceas con horizontes de limolitas y cambia de la parte intermedia hacia la parte baja con influencia de arcillolitas y limolitas laminadas moderadamente meteorizadas y areniscas ocasionales.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

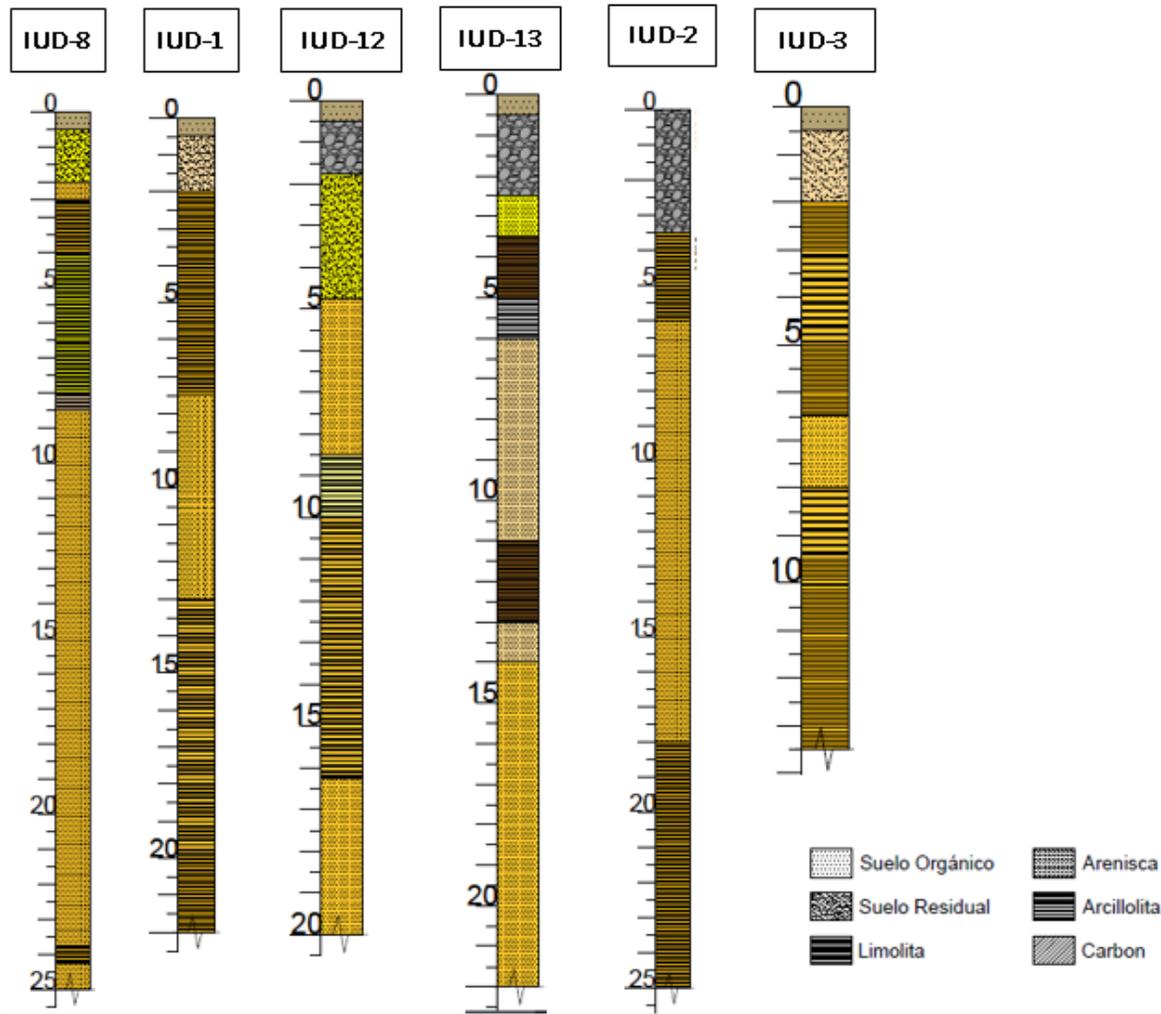


Figura 8. Variación litofacial sector La Carbonera a partir de los registros litológicos de las perforaciones ejecutadas en el marco del Convenio 430 de 2016

Fuente: Elaboración propia

Las unidades de litología semejante, grado de meteorización, resistencia y comportamiento homogéneo. Los suelos se clasificaron de acuerdo con su origen, granulometría, geometría de los clastos, relación clasto-matriz, color, grado de meteorización y características morfodinámicas registradas. Con base en esta información, posteriormente se desarrolló los mapas de geología para ingeniería, que ilustra la zonificación geológico geotécnica que se alimenta continuamente con los resultados de las mediciones mensuales en los inclinómetros y se vincula y relaciona con el modelo geológico estructural del proyecto Altos de la Estancia, las causas de las variaciones en la superficie de ruptura, su velocidad de desplazamiento, flujo de agua involucrado, y respecto a los materiales se tiene en cuenta la dureza o resistencia,

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

condición de las discontinuidades y rasgos estructurales (calidad del macizo rocoso). La combinación de estos factores gobierna el comportamiento mecánico de los materiales, entre los que están, su resistencia, deformabilidad, durabilidad y permeabilidad, entre otros (Figura 9). Estas características se obtienen mediante la descripción de perfiles de afloramientos rocosos, campañas e inspección en campo de los vertimientos antrópicos, zonas húmedas por vertimientos inadecuados con flujos de agua libre sobre la superficie del terreno, los resultados de la exploración del subsuelo, muestreo de suelos y rocas, ensayos in situ y análisis de laboratorio.

4.4.2 Rasgos y evolución morfodinámica

Los rasgos y evolución morfodinámica parten de la información existente hasta 2016. A continuación se extrae lo más relevante para ilustrar el caso y posteriormente se complementa con el resultado del monitoreo.

El deslizamiento de la Carbonera según las evidencias y mediciones se catalogó como un movimiento en masa activo, con forma de embudo, con un área aproximada de 16,5 Ha, un perímetro de 1600 m, una altitud relativa de 132 m, una pendiente media entre 15 y 30 grados, una longitud de 550 m, un ancho máximo de 500 m y un ancho mínimo de 25 m en su base. Presenta un mecanismo de falla rotacional múltiple y un espesor medio de la masa desplazada de 20 m, la cual se mueve en dirección NE. Litológicamente este deslizamiento involucra rocas y depósitos inconsolidados de tipo aluvial, coluvial y suelos residuales de la Formación Guaduas (Kpggu-Sr).

En la parte alta de la ladera, se localiza la zona de deslizamiento con avance retrogresivo, la cual se caracteriza por la presencia de escarpes escalonados que denotan un avance retrogresivo del movimiento. En la corona del deslizamiento activo de la Carbonera, se evidencia una depresión con una cicatriz antigua, sobre la cual el movimiento puede avanzar dada su aparente susceptibilidad por la ocurrencia de desprendimientos pasados y la presencia de materiales no consolidados (depósitos aluviales y coluviales actuales).

La prolongación de las grietas perimetrales principales del deslizamiento tanto en el sector de La Carbonera como en El Espino toman una orientación casi paralela al cauce de las quebradas San Antonio y La Carbonera y resaltan la individualidad de estos movimientos que estarían separados por el cauce de dichas quebradas.

Corresponde a un deslizamiento de tipo traslacional, en donde el movimiento se produce a lo largo de los planos de estratificación, siguiendo la capa de material arcilloso, blando, dentro de la secuencia de la Formación Guaduas inferior.

De acuerdo al análisis geológico se pudo establecer que la dinámica de los deslizamientos El Espino y La Carbonera es compleja, en su origen, mecanismo de falla y movimiento de la masa deslizada; sin embargo, con el objeto de dar una amplia visión de estas características se realizó una definición de estas zonas separando individualmente cada cicatriz de procesos de remoción en masa.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Fotografía 23. Detalle afloramiento rocas meteorizadas altamente fracturadas y afectadas por el trazo de la Falla Los Rosales. Orientación fotografía S10°W-N10°E Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar
Fuente: Elaboración propia

Las características geomorfológicas del Sector El Espino, verificadas mediante el reconocimiento de campo, análisis de las ortofotos 2016 y 2017, evidencian un deslizamiento de características tipo “complejo” debido a los múltiples mecanismos de falla y de movimientos presentados en el subsuelo con cicatrices y expresión superficial de escarpes; se caracteriza por desarrollarse como un movimiento de tipo planar y traslacional siguiendo un límite de contacto litológico entre capas de areniscas y limo arcillolitas de la parte media de la Formación Guaduas y la intersección con una zona de falla perpendicular a la dirección de las capas (15° 25° NW).

Movimientos de tipo rotacional se presentan en algunos sectores y son de carácter superficial sobre la masa deslizada principalmente entre los depósitos coluviales y antrópicos mixtos, que descansan discordantemente sobre las rocas moderadamente meteorizadas de la Formación Guaduas.

En la parte media baja de la microcuenca Santo Domingo, el cuerpo representa la masa desplazada del deslizamiento con cambios morfológicos y de la superficie del terreno importante (véase y nótese en la ortofoto 2016 y 2017). Esta se localiza en la parte central del deslizamiento en donde se identificaron tres subzonas por su posición, mecanismo de falla y morfología en: cuerpo izquierdo, cuerpo central y cuerpo derecho.

El cuerpo izquierdo en este sector (quebrada Santo Domingo), presenta una morfología abombada con dos direcciones de movimiento de la masa una N10°E y la otra N70° - 80° E. Presenta una alta densidad de grietas en tres direcciones principales, una en la parte superior siguiendo el límite de esta zona y la otra perpendicular siguiendo las direcciones de movimiento antes anotadas.

Los materiales que conforman el cuerpo del deslizamiento pueden clasificarse en dos grupos: (i) el más superficial, que corresponde a una capa de suelo (suelo orgánico y

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

arena con bloques meteorizados) de espesor aproximado de 2,0 m; (ii) otro grupo (ii) por debajo del anteriormente mencionado, está la serie de intercalaciones de limolitas y arcillolitas caoliniticas con areniscas. Estos materiales sobreyacen en un estrato potente de arenisca de grano fino que presenta una pendiente estructural cercana a los 25° que favorece el movimiento del deslizamiento. La roca que está involucrada en el contacto corresponde a capas de areniscas y un estrato de limolita con arcillolita caolinitica color gris cuyo espesor promedio de 2,0 m, el cual presenta laminación interna.

Se determinó que la baja resistencia de los estratos de limolitas y arcillolita laminadas, es una de las causas que favorece el fenómeno de inestabilidad de la ladera; los resultados del ensayo de corte directo en los estudios de referencia, revela que el ángulo de fricción de la limolita - arcillolita es cercano al buzamiento de la pendiente estructural en la que yace, es decir, que la estabilidad está controlada actualmente por la cohesión.

Además, y como parte de las observaciones de campo realizadas, la cohesión entre el estrato potente de arenisca y la arcillolita es reducida, lo cual se comprueba al golpear la arenisca cerca del contacto, ya que la arcillolita se desprende de la superficie y se desintegra. Otro factor, está relacionado con la entrada de agua en la discontinuidad sobre el plano de la estratificación, produce una reducción del esfuerzo efectivo y, por tanto, de la resistencia al corte. Adicionalmente, resulta un proceso de reducción del aporte de resistencia debido a la saturación parcial, cuando esta desaparece, y de ablandamiento de la roca más blanda (arcillolita – limolitas) por la deformación y saturación de la capa limo – arcillosa (véase secciones geológicas A-A' a la C-C').

Es de anotar que al producirse el movimiento de manera paulatina, la masa ha comenzado a abrir las diaclasas sub-verticales y verticales del estrato potente de arenisca que subyace el conjunto limo arcilloso superior de la Formación Guaduas (Kspggu), generando además un fenómeno de volcamiento o Toppling.



Fotografía 24. Detalle nivel de limolitas altamente fracturadas y meteorizadas (Kspggu – Sr) que suprayace nivel IIA de paquetes de areniscas masiva moderadamente meteorizadas de la Formación Guaduas (Kspggu). Localización N4° 34.993' W74° 10.617'. Sector el Espino Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar Fuente: Elaboración propia

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

El control del movimiento en el sector de Altos La Estancia, para este escenario de monitoreo del año 2017, se determinó que estaba condicionado geológicamente por la estructura monoclinas que buza entre 20 y 25° al NE en las capas de arenisca y arcillolitas cuyos planos de estratificación son concordantes con la inclinación de ladera. Los procesos de remoción en masa exponen alta complejidad por la variedad de depósitos coluviales que suprayacen además las capas de las Formación Guaduas cuyo movimiento está controlado por los planos de estratificación y los sistemas de discontinuidades del macizo. Hacia el sur el cuerpo del deslizamiento se muestra controlado por el sistema de discontinuidades sub paralelas al eje de la quebrada Santo Domingo.

En el sector oriental, igualmente se mostró un control estructural que orientó el cuerpo principal hacia el NE, hacia la quebrada Santa Rita, con una superficie de falla que involucró los niveles de areniscas y arcillolitas superiores meteorizadas y se extendió hasta la margen izquierda de la quebrada.

El modelo geotécnico identificó la superficie de movimiento entre 10 y 12 metros de profundidad concordante con un plano de estratificación en el contacto entre el paquete de arenisca y el nivel de arcillolita.

Los factores mencionados justificaron profundizar las mediciones en una Fase II y se argumentaron además por los siguientes condicionantes identificados en el modelo geológico del sitio:

En su condición inicial los planos de estratificación del macizo movilizado (Formación Guaduas) presenta una dirección de rumbo preferencial N60°W y buzamientos de 22°NE, estos valores son concordantes con la pendiente estructural del terreno.

Las quebradas Santa Rita y Santo Domingo (sector noroeste), definen los límites del deslizamiento del sector El Espino y están controladas por el fallamiento inverso con orientación preferencial N70°E y EW (170/70). Estas fallas definen parcialmente las fronteras de cada uno de los deslizamientos como cuerpos individuales marcados por la distribución de los depósitos coluviales, de ladera y antrópicos que suprayacen las unidades de roca meteorizada de la Formación Guaduas principalmente.

El control estructural está asociado a un fallamiento local con rumbo N35°W/83°SE; estructura que define el límite oriental del movimiento y la corona del deslizamiento.

Debido a los esfuerzos compresivos en el área de Altos de la Estancia, se presenta un sistema de discontinuidades muy persistentes, con la misma orientación y demarcan superficies secundarias del movimiento que reflejan algunos de los vectores de movimiento registrados en la instrumentación de la Fase I.

El sector sur oriental de La Carbonera, los resultados del monitoreo evidencian un vector de movimiento principalmente con dirección de desplazamiento hacia el Este con una tendencia de N60°E. Este cambio de dirección se manifiesta con mayor claridad en el registro de fracturas dejadas sobre la masa movilizada (Geotecnia y Cimentaciones, 2007). Este sistema de grietas formadas a partir de las características estructurales del macizo muestra que estuvo direccionado por este rasgo condiciones estructurales.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

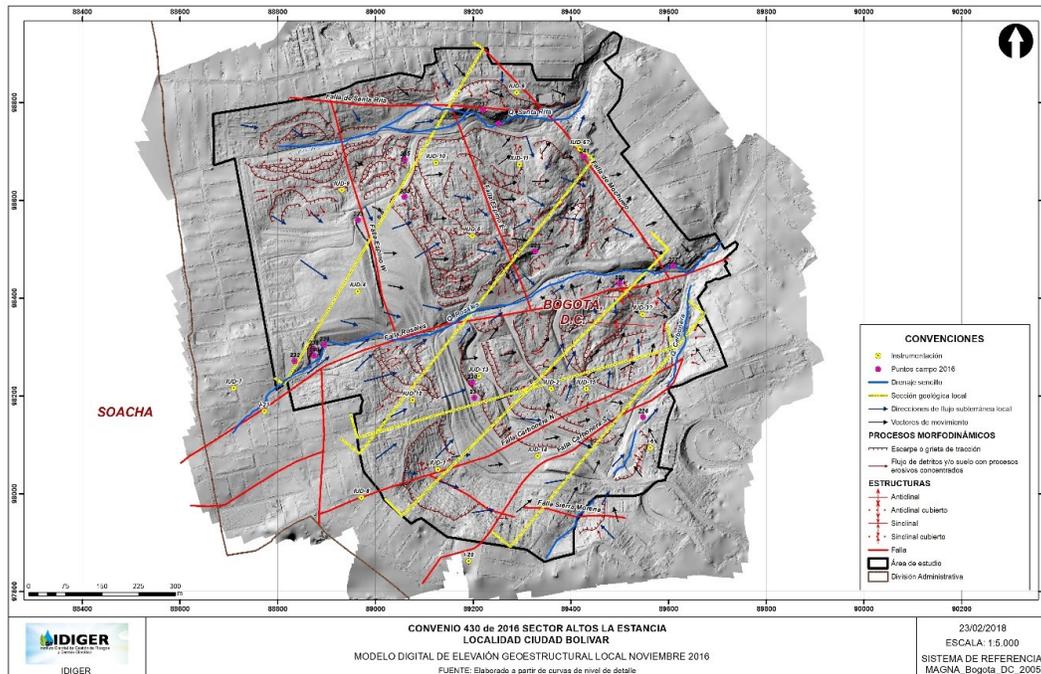


Figura 9. Modelo geoestructural con los vectores de movimiento y direcciones de flujo subterráneo, instrumentación instalada y rasgos procesos morfodinámicos identificados a noviembre del 2016

Fuente: Elaboración propia

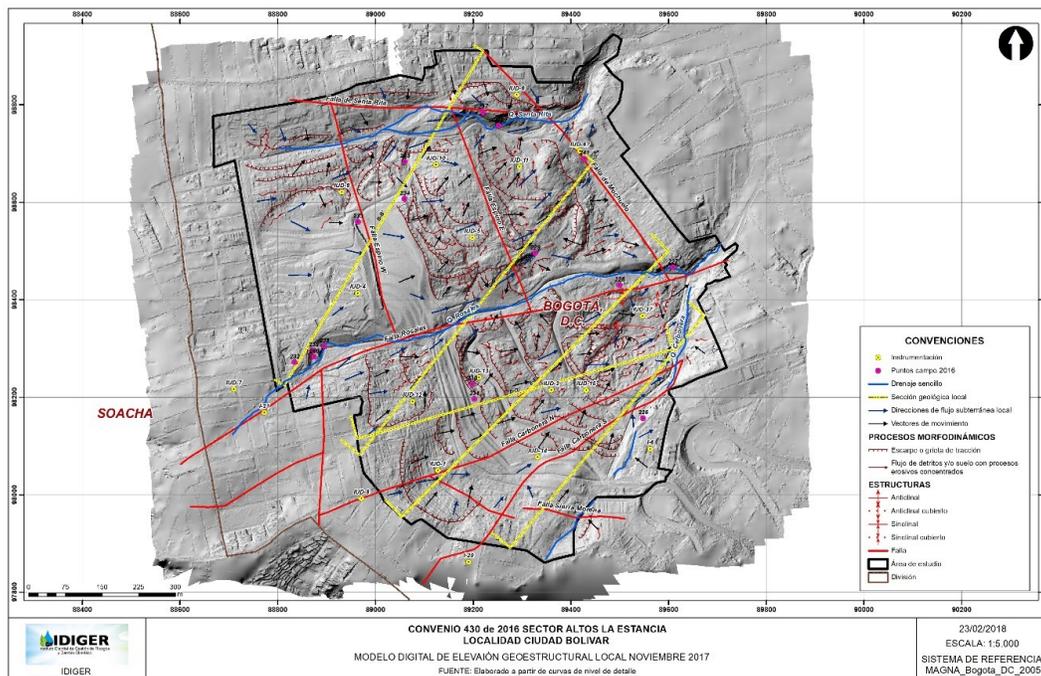


Figura 10. Modelo geoestructural y vectores de movimientos Altos de la Estancia a noviembre de 2017

Fuente: Elaboración propia



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

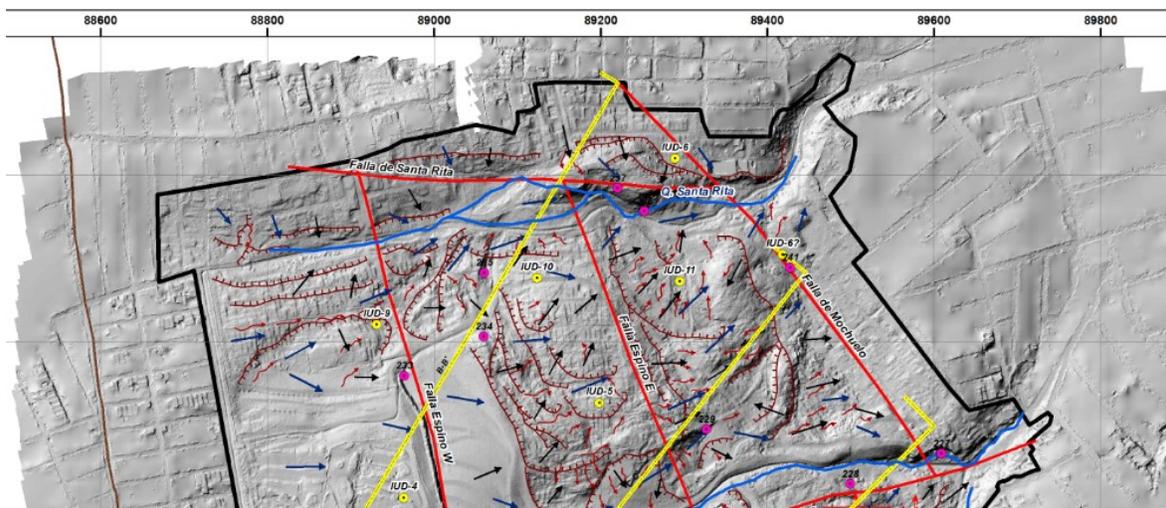


Figura 11. Detalle modelo geoestructural Sector El Espino, con la ubicación de la instrumentación instalada a noviembre del 2017 y los vectores de movimientos detectados a esa fecha
Fuente: Elaboración propia

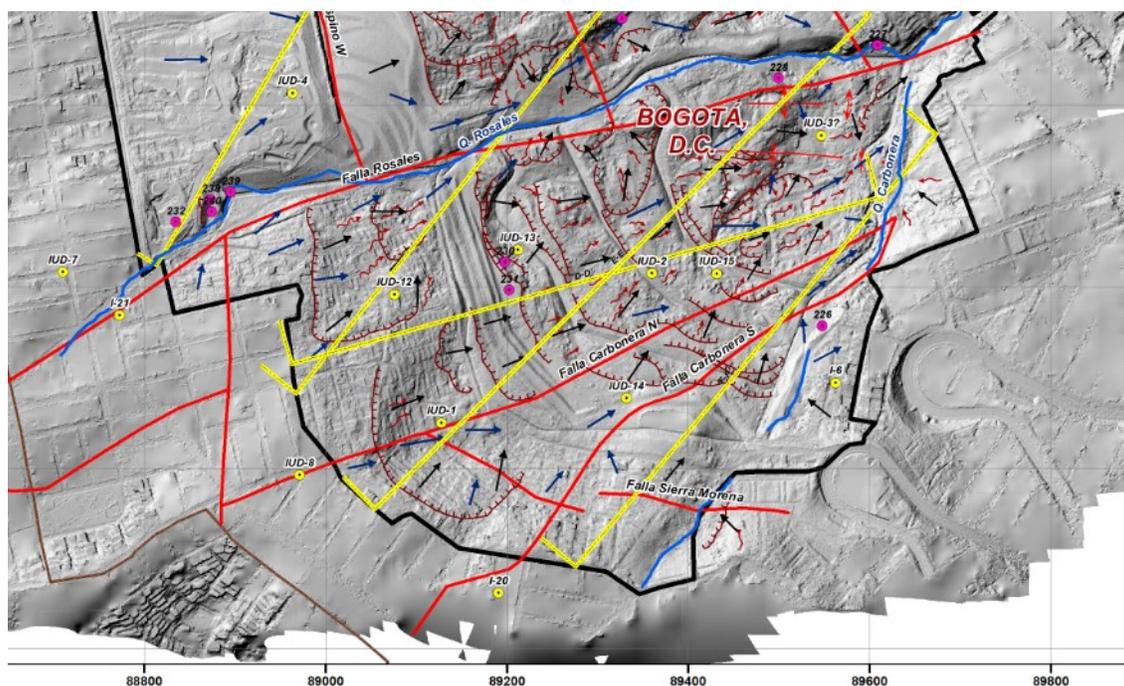


Figura 12. Detalle modelo geoestructural Sector La Carbonera, con la ubicación de la instrumentación instalada a noviembre del 2017 y los vectores de movimientos detectados a esa fecha
Fuente: Elaboración propia



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

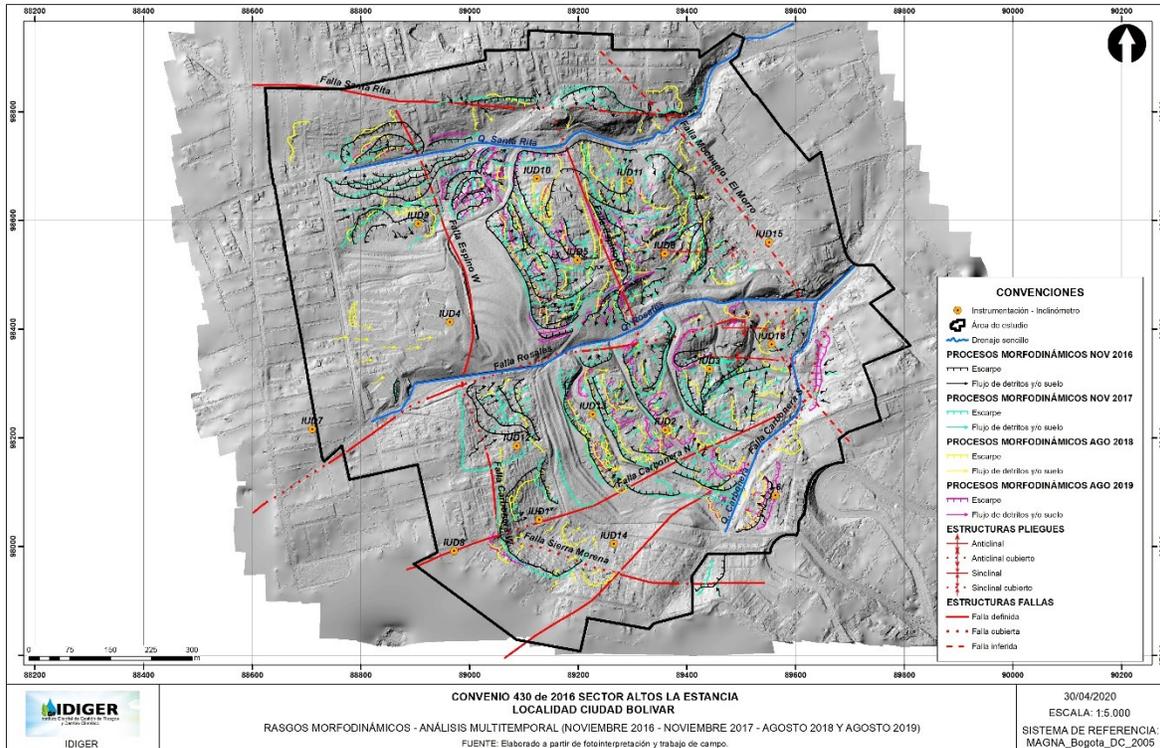


Figura 13. Modelo geoestructural Altos de la Estancia, evolución multitemporal de los procesos de remoción en masa y los vectores de movimientos detectados durante los tres últimos años de monitoreo geológico geotécnico

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Relación de las mediciones de la instrumentación con el modelo geológico inicial

El registro histórico del programa de monitoreo al año 2017, evidenció las siguientes condiciones asociadas al modelo geológico del área Altos de la Estancia para la Fase de instrumentación inicial:

I-6, el movimiento máximo percibido es de 2,6 mm a una profundidad de 4,5m. Involucra la zona de transición entre el suelo residual de la Formación Arenisca Tierna Labor del Grupo Guadalupe y el nivel de roca moderadamente meteorizada IIA.

IUD-1, el movimiento máximo registrado es de 1,9 mm a una profundidad de 12 m. Zona de contacto diferenciación de litología, entre el suelo residual de la Formación Arenisca Tierna Labor del Grupo Guadalupe y el nivel de roca moderadamente meteorizada IIA y la zona de deformación del bloque levantado de la Falla La Carbonera con basculamientos semiverticales.

IUD-2, se evidencia un movimiento máximo de 3,1 mm a una profundidad de 0,5 m. Relaciona movimiento superficial lento en el suelo residual de la Formación Guaduas.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

IUD-4, se evidencia un movimiento máximo de 3,2 mm a una profundidad de 12 m. Zona de contacto diferenciación de litología, entre el suelo residual de la Formación Guaduas y el nivel de roca moderadamente meteorizada IIA con influencia de la zona de deformación del bloque levantado de la Falla El Espino W con basculamientos semiverticales.

IUD-5, se registra un movimiento máximo percibido de 4 mm a una profundidad de 17,5 m. la velocidad del movimiento es moderado sobre la superficie de estratificación del nivel IIA de la Formación Arenisca Tierna Labor del Grupo Guadalupe.

IUD-7, evidencia un movimiento máximo de 3,6 mm a una profundidad de 2 m. La velocidad del movimiento es moderado sobre el suelo residual de la Formación Guaduas.

IUD-8, de los sitios de instrumentación de la Fase de monitoreo I, este presenta un movimiento máximo de 12,4 mm a una profundidad de 10,5 m. La velocidad del movimiento es moderada sobre el depósito coluvial y la superficie de estratificación del nivel IIA de la Formación Arenisca Tierna Labor del Grupo Guadalupe. Adicionalmente se encuentra sobre la zona de deformación del bloque levantado de la Falla Los Rosales con basculamientos semiverticales que afecta directamente las rocas de la Formación Arenisca Tierna Labor.

Acorde con los resultados de las mediciones de la instrumentación Fase I, evidencian para el Sector de la Carbonera, niveles freáticos superficiales asociados al horizonte de suelo residual y el estrato de areniscas muy fracturadas con mayor porosidad secundaria por el grado de fracturamiento que favorece mayor permeabilidad definiendo un acuífero semiconfinado que aportan los flujos de agua hacia la masa de los depósitos de ladera ubicados en la parte medio y baja de la ladera. La propuesta de la instrumentación de la Fase II está encaminada además al monitoreo de los niveles de agua (periodos de estiaje vs lluvias). Esta información nos permite controlar o conocer el comportamiento de los niveles freáticos teniendo en cuenta que se tiene acuíferos de tipo libre (depósitos) y semiconfinados a confinados asociados a las unidades de roca de la Formación Arenisca Tierna y Guaduas en el área de construcciones marginales al cuerpo de cada deslizamiento.

4.4.4 Diseño red instrumentación

La Fase II, contempló las siguientes perforaciones e instalación de instrumentación de acuerdo con los siguientes criterios y argumentos técnicos asociados al componente geológico geotécnico, con el propósito de complementar la red de monitoreo en el área de estudio:

- Determinación de la profundidad y forma de la superficie de falla en un deslizamiento activo.
- Determinación de los movimientos laterales y verticales dentro de la masa deslizada.
- Determinación de la rata o velocidad de deslizamiento para mejorar el establecimiento de mecanismos de alarma.
- Monitoreo de los niveles de agua subterránea y su correlación con la actividad del deslizamiento.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

A continuación, en la, se describe las coordenadas de localización de cada exploración y el programa de monitoreo geológico geotécnico del sector de alta complejidad Altos La Estancia:

Tabla 4-20. Relación de la instrumentación y perforaciones Fase I y II proyecto Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar

SONDEO	ESTADO	TIPO	COORD. ESTE	COORD. NORTE
IUD1	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89127,9	98049,7
IUD2	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89360,1	98214,5
IUD3	Terminado	Percusión, lavado y rotación	88964,0	98413,5
IUD4	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89198,6	98527,2
IUD5	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89289,5	98820,3
IUD6	Terminado	Percusión, lavado y rotación	88710,6	98216,1
IUD7	Terminado	Percusión, lavado y rotación	88971,5	97992,0
IUD8	Terminado	Percusión, lavado y rotación	88931,3	98620,9
IUD9	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89123,8	98677,0
IUD10	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89127,9	98049,7
IUD11	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89295,1	98672,7
IUD12	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89076,5	98191,6
IUD13	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89212,2	98240,6
IUD14	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89265,0	98005,1
IUD15	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89432,1	98214,4
IUD18	Terminado	Percusión, lavado y rotación	89563,1	98094,0

Fuente: Elaboración propia

El sector de la Carbonera, se caracteriza de acuerdo con la actualización en la cartografía geológica de detalle, por la presencia de secuencia arcillo-arenosa con mantos de carbón. De acuerdo con los resultados de los núcleos de perforación IUD-1, IUD-13, IUD-2, y el IUD-3 confirman que la unidad presente en este sector corresponde al cuarto segmento (en la literatura lo han denominado como D) de la Formación Guaduas (Kpgu) donde se ilustra el mapa actualizado de las unidades geológicas locales; diferenciando formaciones superficiales y unidades de roca, el segmento tiene un espesor total de 370 m.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

De acuerdo con las exploraciones ejecutadas se destaca un conjunto de areniscas silíceas de grano muy fino a medio, en capas cuneiformes medias y gruesas; e intercalaciones de capas de lodolitas, limolitas variaciones a arcillolitas con laminación plana paralela y mantos de carbón en la parte basal, que presentan espesores desde 0.65 m hasta 1,8 m. En la parte media del sector, se presentan lodolitas, limolitas carbonosas y las limolitas con laminación plana paralela. Las areniscas composicionalmente presentan alto contenido de cuarzo y feldespato, bien cementadas, de color gris, en capas de espesor medio 1,5 m a 4,0 m de espesor, duras y fracturadas, meteorizadas a ligeramente meteorizadas. Las limolitas de son de color gris amarillento friables, de naja consistencia y desarrollan un perfil de meteorización entre el IIA y IC (Sr) con espesores que fluctúan entre los 2 y 5m.

En la parte baja del sector de la Carbonera, afloran además depósitos de ladera de origen coluvial (Qco) y aluvial (Qal) pero que no se ha podido determinar el espesor en profundidad de estos depósitos debido a que no tenemos investigaciones del subsuelo que corroboren la interpretación a nivel de la geología superficial. Se han caracterizado a nivel superficial que estos depósitos están conformados por bloques y fragmentos tamaño guijarros medios a gruesos de formas angulares de areniscas inmersos en una matriz areno-limosa. A partir de los sondeos ejecutados en la ladera alta y media, se ha establecido que los depósitos coluviales alcanzan un espesor máximo de cuatro metros (4) metros pero que posiblemente hacia la parte baja de la ladera este aumente (?). De manera ocasional, su espesor es variable debido a que rellenan algunas depresiones de la paleo topografía, y en algunas zonas sólo quedan como bloques desplazados por los basculamientos locales.

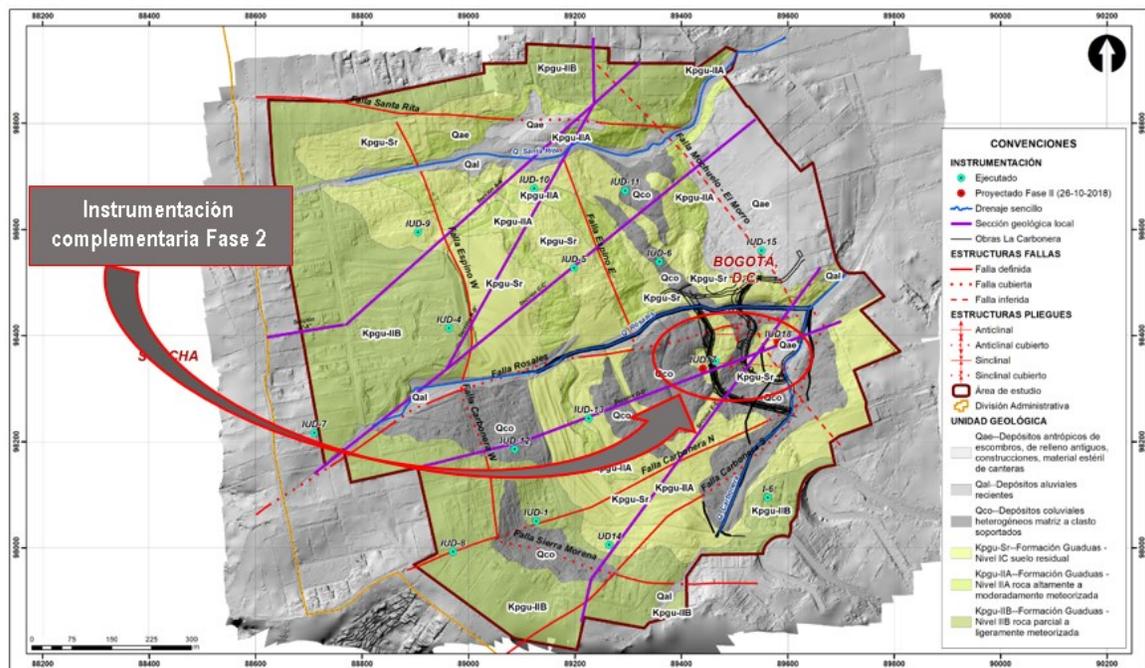


Figura 14. Mapa unidades geológicas de detalle, Sector Altos de la Estancia. Ubicación de instrumentación propuesta como puntos en rojo ladera baja Sector La Carbonera.

Fuente: Convenio 430, Septiembre de 2018

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4.4.5 Actualización modelo geológico de superficie y del subsuelo sector la carbonera

El mapa del modelo geológico geotécnico, se ajusta continuamente con base en los resultados de las exploraciones del subsuelo de la Fase II de la instrumentación profunda según lo programado en el cronograma del proyecto; esto a su vez constituye el insumo más importante desde el punto de vista de homogenización de las características ingenieriles de los materiales del área de estudio y la actualización de la zonificación geológica geotécnica del sitio, la evaluación constante de las tendencias de los movimientos y sobre cuales materiales está asociado el proceso de remoción en masa que contribuya con el objeto principal del monitoreo de brindar una alerta temprano al riesgo por deslizamiento.

La caracterización geológica geotécnica permite diferenciar tres aspectos fundamentales para obtener los modelos para realizar los análisis de estabilidad: i) diferenciar los materiales aflorantes entre depósitos, suelos y rocas; ii) definir los espesores de los depósitos transportados, horizontes de suelo residual y/o las características estructurales del macizo rocoso; y iii) en el avance progresivo del siguiente mes (mayo-junio) caracterizar los materiales de acuerdo con sus propiedades mecánicas obtenidas de los ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas de los núcleos de las perforaciones mecánicas ejecutadas durante la campaña Fase I y la Fase II.

A continuación, se justifica el análisis e interpretación geológica que contribuye al conocimiento de la evolución de los procesos morfodinámicos que imperan en el Sector de la Carbonera, mediante la información primaria que constantemente se verifica en campo, los hallazgos de ruptura del terreno que validan las interpretaciones fotogeológicas realizadas y la interpretación del modelo geológico superficial y del subsuelo desarrollado a la fecha a la luz del convenio.

Es importante mencionar que la actualización parte del modelo geológico de superficie elaborado en estudios anteriores.

Los horizontes de roca moderadamente a ligeramente meteorizada (nivel 2A y 2B), presentan un diaclasamiento notable desarrollado especialmente en los estratos de las areniscas silíceas de la Formación Guaduas. Las diaclasas en general son de hasta 2 m de longitud, onduladas, rugosas, espaciadas de 0,1 m (o menos) a 0,9 m y en un alto porcentaje están abiertas debido al desconfinamiento lateral lo que favorece el flujo sub-superficial y subterráneo.

Para el caso de las rocas blandas, que involucra los horizontes de roca moderadamente a altamente meteorizada nivel IC a 2A, el incremento del grado de meteorización y la acción de las aguas de infiltración sobre el macizo meteorizado favorece la disminución de su resistencia, con el desarrollo de una condición de falla progresiva, determinantes en la generación del movimiento que hoy se reportan con los hallazgos en campo de grietas de tracción con direcciones retrogresivas con dirección SSW, el aumento de las velocidades registradas en el IUD-12 p.e.

El registro estratigráfico de los sondeos realizados sobre el cuerpo del deslizamiento, expone un perfil de areniscas con niveles más delgados de arcillolitas que establecen

	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</p>
---	--	---

geometrías externas tabulares, continuas; los materiales asociados a los depósitos de coluvión, se caracterizan por un predominio de una matriz granular con fragmentos y bloques que pueden alcanzar sobre-tamaños de areniscas hasta una profundidad de 8 m. Lo anterior, soporta la interpretación aunado con las evidencias registradas de los datos en campo y la fotointerpretación multitemporal de los procesos morfodinámicos imperantes en el área de estudio, que el movimiento involucra esencialmente el suelo residual saturado y en algunos sectores se profundiza hasta la zona transición con la roca altamente a moderadamente meteorizada, que constituye probablemente la base de la superficie de falla principalmente en la parte alta de la ladera, controlada por los planos de estratificación de la Formación Guaduas.

En el modelo geológico actual del Sector La Carbonera, los suelos residuales se caracterizan también porque en las etapas iniciales de la meteorización se producen fragmentos de gran tamaño del macizo rocoso sobre los planos principales de las discontinuidades y en el proceso final se producen arcillas, y entre estos dos extremos se puede encontrar una composición de mezclas de diferentes tamaños de grano, lo que ocurre en la parte baja de la ladera entre la quebrada Santo Domingo y La Carbonera. Los suelos residuales de la Formación Guaduas – Sr, se presentan en los sectores de pendiente suave y aunque cubre la mayor parte del área de estudio (La Carbonera – Espino), se cartografiaron los horizontes con espesores superiores a 60 cm. Estos suelos se originaron a partir de la degradación y descomposición de las rocas de la Formación Guaduas, los cuales alcanzan espesores que van desde 0,2 m hasta valores cercanos máximos a los 1,5 m.

Respecto a los depósitos de ladera se ubica al sur y suroeste; están conformados por una acumulación de fragmentos y bloques de roca en disposición semi caótica sobre la antigua superficie rocosa de arenitas de la Formación Guaduas. Así mismo la zona de meteorización de las arenitas está incluida en los depósitos de ladera. En la parte superior del depósito se observan bloques grandes y medianos de arenisca en matriz limo arenosa y la presencia de una capa de suelo orgánico (humus) cubierta en gran parte por un suelo gris claro de origen volcánico.

Los depósitos de ladera, debido a su composición en parte arenosa están bien drenados, son depósitos poco cohesivos y en gran parte provienen de erosión y transporte torrencial durante lluvias de alta intensidad. Muestran inestabilidad moderada en sectores del barrio Santo Domingo y acentuada en el barrio Santa Viviana.

Aparentemente, de acuerdo con las observaciones de campo y el seguimiento de las zonas húmedas superficiales y subterráneas, los depósitos de ladera están afectados principalmente por vertimientos y zonas de circulación de agua libre por efectos antrópicos en el sector, lo que también contribuye en superficie que contaminan y saturan la masa del depósito coluvial y suelos residuales; también se han reportado fugas de agua en conducciones de mangueras de caucho y polivinilo fisuradas, y mal acopladas, lo que localmente genera erosión laminar en la capa de suelo superficial y surcos incipientes de erosión.

En los ortofotomosaicos se han identificado escarpes y grietas circulares de hasta 4 m de profundidad, debido a que esta unidad reposa sobre la Arenisca fracturada y desplazada

	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	
---	--	---

de la formación Guaduas (Qga), que involucran el suelo, el regolito y los niveles de roca más superiores.

En la parte media baja de a microcuenca Santo Domingo, el cuerpo representa la masa desplazada del deslizamiento con cambios morfológicos y de la superficie del terreno importante. Se localiza en la parte central del deslizamiento en donde se identificaron tres subzonas por su posición, mecanismo de falla y morfología en: cuerpo izquierdo, cuerpo central y cuerpo derecho. Presenta una forma triangular limitada por las quebradas La Carbonera en su costado sur y Rosales o Santo Domingo en su costado norte.

El cuerpo izquierdo en este sector (quebrada Santo Domingo), cubre una morfología abombada con dos direcciones de movimiento de la masa una N10°E y la otra N70° - 80° E. Presenta una alta densidad de grietas en tres direcciones principales, una en la parte superior siguiendo el límite de esta zona y la otra perpendicular siguiendo las direcciones de movimiento antes anotadas.

Corresponde a un movimiento en masa con velocidades de movimiento lentas a muy lentas según los registros de la instrumentación, con forma triangular, una pendiente media entre 15 y 30 grados. Presenta un mecanismo de falla traslacional en la parte alta (oeste) a rotacional múltiple (parte central y baja) cuya masa se mueve en dirección NE. Litológicamente este deslizamiento involucra rocas in situ (nivel 2A) y depósitos inconsolidados de tipo aluvial, coluvial y suelos residuales de la Formación Guaduas.

De acuerdo con los sondeos ejecutados para el sector de la Carbonera el basamento está asociado a la Formación Labor Tierna del Grupo Guadalupe, sin embargo esta formación no se registran horizontes de los núcleos corazonados ejecutados a la fecha.

De acuerdo con los sondeos de la Fase I y los ejecutados en la Fase II se registra el siguiente perfil lito estratigráfico.



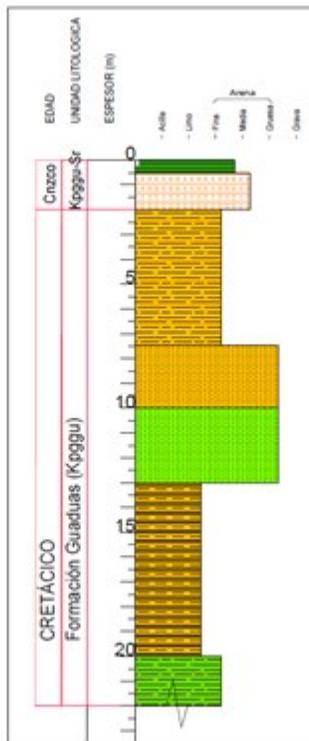
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



IDIGER - UNIVERSIDAD DISTRITAL F.J.C.
EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE COOPERACIÓN No. 430 DE 2016, CELEBRADO ENTRE EL INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO - IDIGER Y LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Autor: Leticia M. Jimenez Digitalizó: Yohana M. Urrego
Estado: Grafica Fecha: Junio - 2016

LOCALIZACIÓN:
LOCALIDAD CIUDAD BOLIVAR
ALTOS DE LA ESTANCIA
REFERENCIA:
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO
DE COOPERACIÓN No. 430 DE 2016
IUD-01

	Suelo Orgánico		Arroyito 1A
	Suelo Residual		Arroyito Negro 1A
	Unidad 1A		Unidad 2B
	América 1A		América 2B
	América 1C		América 3
	Por delimitar		Deposito Cultural

Figura 15. Columna litológica de detalle IUD-1 Sector La Carbonera Descripción Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar

Fuente: Elaboración propia



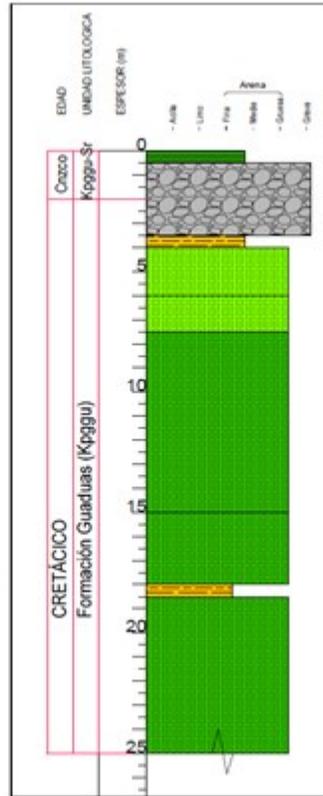
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



IDIGER - UNIVERSIDAD DISTRITAL F.J.C.
EN EL MARCO DEL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE COOPERACIÓN No. 430 DE 2016, CELEBRADO ENTRE EL INSTITUTO DISTRITAL DE GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO - IDIGER Y LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
Autor: Leticia M. Jimenez Digitalizó: Yohana M. Urrego
Escala: Gráfica Fecha: Junio - 2018

LOCALIZACIÓN:
LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR
ALTOS DE LA ESTANCIA
REFERENCIA:
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE COOPERACIÓN No. 430 DE 2016
IUD-02

CONVENCIONES

■ Suelo Orgánico	■ Arreola 2A
■ Suelo Residual	■ Arreola Negra 2A
■ Limolita 2A	■ Limolita 2B
■ Arenisca 2A	■ Arenisca 2B
■ Arenisca 1C	■ Arenisca 3
■ Fin del Sondeo	■ Depósito Coloidal

Figura 16. Columna litológica de detalle IUD-2 Sector La Carbonera Descripción Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar

Fuente: Elaboración propia



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

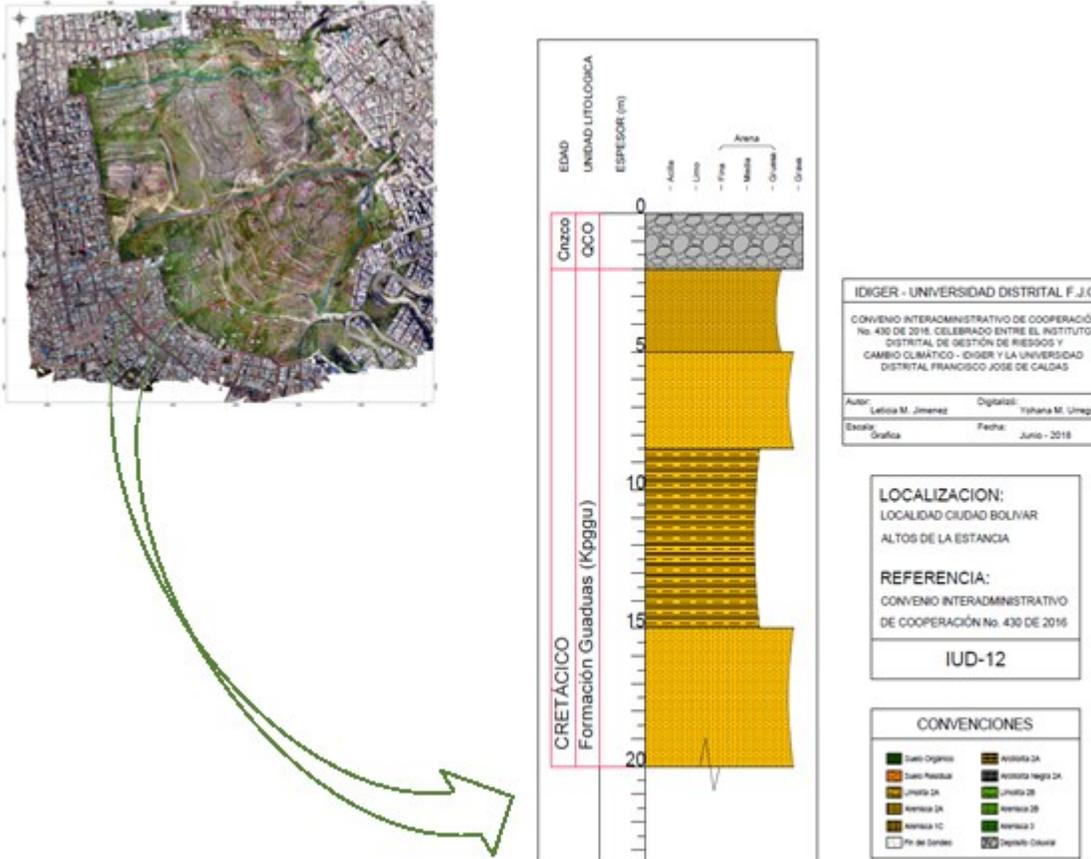


Figura 17. Columna litológica de detalle IUD-12 Sector La Carbonera Descripción Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar

Fuente: Elaboración propia



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

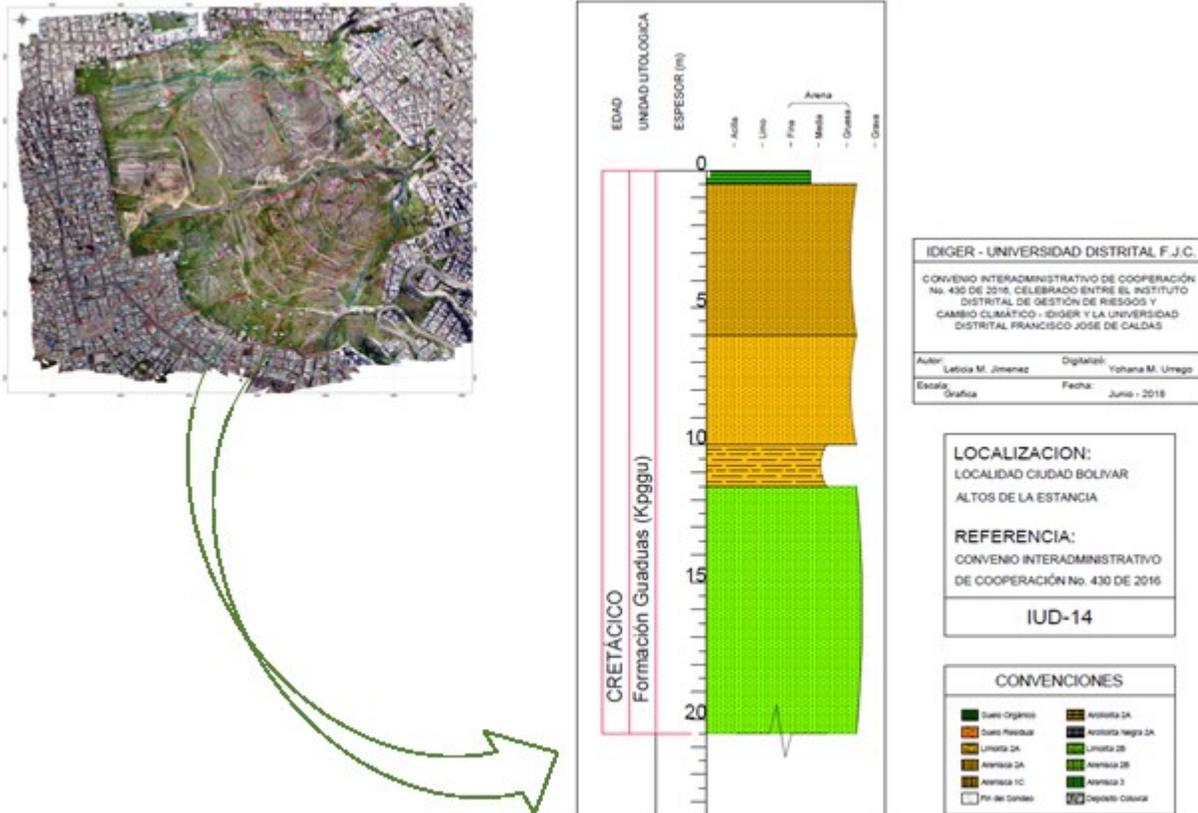


Figura 18. Columna litológica de detalle IUD-14 Sector La Carbonera Descripción Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar

Fuente: Elaboración propia

4.4.6 Modelo hidrogeológico conceptual propuesto

A lo largo del convenio, de acuerdo con el modelo geológico de superficie y del subsuelo, se analizaron los siguientes factores: litológicos, estratigráficos y estructurales que controlan el régimen y orientación de los flujos de aguas subterráneas junto con los hallazgos de las zonas de infiltración subsuperficial y la estimación del nivel freático subterráneo; a través de la inspección de campo de manera periódica y la interpretación de los foto mosaicos permitió analizar la distribución de las aguas producto de vertimientos inadecuados, con circulación libre a favor de la pendiente del terreno infiltrándose sobre las formaciones superficiales, saturando las unidades granulares y favoreciendo procesos de erosión superficial y de remoción en masa en la parte intermedia y del pie del sector de la Carbonera y El Espino.

	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	
---	--	---

4.4.6.1 Características unidades hidrogeológicas

En el área objeto de estudio se hace la diferenciación de las Unidades Geológicas según sus características Hidrogeológicas, de acuerdo a la secuencia estratigráfica que ocurre en el área investigada; su descripción se realiza con base en la composición litológica de cada unidad y en la extrapolación de datos y características hidrogeológicas. El análisis busca simplemente, obtener una visión global de la dinámica de los flujos subterráneos locales y regionales que controlan la recarga, la conducción y almacenamiento de las aguas subterráneas.

Las unidades hidrogeológicas se clasifican siguiendo los lineamientos planteados por la IAH (1995), de acuerdo al tipo de porosidad dominante en los sedimentos y rocas (Primaria o intergranular y secundaria o por fracturas)

Se define las unidades hidrogeológicas de cada uno de los bloques estructurales del Espino y la Carbonera. Cada unidad, se determina a partir de la evaluación de la información estratigráfica y la relación de las principales fallas con la orientación de los flujos estimados de aguas subterráneas.

De acuerdo con la modelación, el flujo de agua está concentrado preferencialmente sobre los horizontes de los suelos residuales y las unidades de roca moderadamente meteorizada (limolitas y areniscas) sobre la porosidad intrínseca de los materiales y en las zonas de mayor grado de fracturamiento por discontinuidades y zonas de falla que actúan con porosidad secundaria favoreciendo la conexión del flujo de agua.

Sobre las zonas de cizalla y de mayor fracturamiento por efecto de las fallas locales aumenta la cabeza hidráulica que operan como cuñas hidráulicas, las cuales posiblemente constituyen fuentes de recarga e infiltración hacia los niveles más profundos de los estratos de limolitas y arcillolitas nivel 2 A que generan presiones de agua sobre el macizo, ESTA condición deberá continuar a procesos de seguimiento y control continuo y periódico en el monitoreo geológico en el área.

En la caracterización hidrogeológica de Altos de la Estancia, se ha clasificación de las diferentes unidades estratigráficas, en función de su comportamiento hidrogeológico y el grado de influencia en el aporte de agua como un factor detonante en la ocurrencia de los procesos de remoción en masa registrados en el área de estudio.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Tabla 4-21. Definición unidades hidrogeológicas para la actualización de la zonificación geológico geotécnica y la zonificación de la amenaza por movimientos en masa a escala de detalle para Altos de la Estancia.

Horizonte litológico	Descripción geológica	Unidad Hidrogeológica	Tipo de acuífero
	Suelo residual limo arcilloso	Acuífero con porosidad primaria con flujo intergranular	Acuífero libre extensión local discontinuo
	Limolitas Nivel 2 A Formación Guaduas	Acuitardo con porosidad primaria	Acuitardo semiconfinado extensión regional continuo
	Areniscas cuarzosas Nivel 2 A Formación Guaduas	Acuífero semi-confinado con porosidad primaria y secundaria	Acuífero semi-confinado extensión local discontinuo
	Areniscas cuarzosas Nivel 2 B Formación Guaduas	Rocas fracturadas con porosidad secundaria	Rocas fracturadas con porosidad secundaria
	Arcillolitas Nivel 2 A Formación Guaduas	Acuitardo con porosidad primaria y secundaria	Acuitardo extensión regional continuo
	Limolitas Nivel 2 B con mantos de carbón Formación Guaduas	Acuífero confinado con porosidad primaria y secundaria	Acuífero confinado extensión regional continuo

Fuente: Elaboración propia

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

De esta manera se clasifican las diferentes Unidades en **Acuífero**, que alude a unidad hidrogeológica capaz de almacenar y transmitir agua con facilidad y en cantidad suficiente para que surja a través de captaciones subterráneas; en **Acuitardo**, unidad hidrogeológica capaz de almacenar agua incluso hasta la saturación pero la transmite muy lentamente y en **Acuicludo**, unidad hidrogeológica que almacena agua incluso hasta su saturación, pero no la transmite. Las unidades hidrogeológicas identificadas son las siguientes:

4.4.6.1.1 Acuífero confinado de extensión regional, continuo asociado Formación Guadalupe – Arenisca Labor y Tierra (Ksglt)

Consiste principalmente en una secuencia de areniscas cuarzosas de grano fino a medio que claramente fueron identificadas en los núcleos de perforación de la Carbonera y El Espino, friables, poco a moderadamente meteorizadas, en capas gruesas y con estratificación planoparalela y cruzada. Esta unidad exhibe una alta permeabilidad primaria y secundaria por el fracturamiento que la acompaña; características que la definen con una alta capacidad de infiltración y la clasifican como una unidad acuífera. Para los propósitos del análisis de cada uno de los deslizamientos, la Formación Arenisca Tierra, por su composición de arenas cuarzosas, de grano fino a medio, muy friable y de alta permeabilidad, representa según su posición, un acuífero libre o confinado. Esta unidad delimita por el costado sur el bloque la Carbonera y su exposición superficial demarca una zona de recarga importante, de influencia directa en el área del deslizamiento.

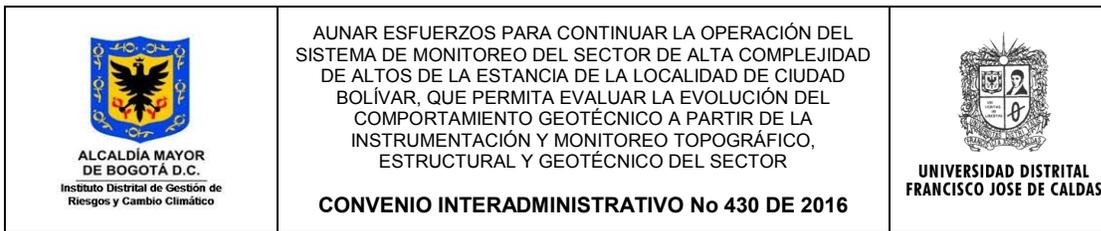
4.4.6.1.2 Acuitardo asociado a la Formación Guaduas (Ktg)

Acuitardo continuo de extensión regional, de bajo rendimiento, conformado por una secuencia de arcillolitas con intercalaciones de areniscas cuarzosas y mantos de carbón de la Formación Guaduas. El conjunto medio de esta formación, conformado por fundamentalmente por areniscas con intercalaciones de arcillolita, puede constituir acuíferos con limitados recursos de agua subterránea, de muy baja productividad, con capacidad específica promedio menor del 0,05 l/s/m, que puede aportar agua en caudales comprendidos entre 1 l/s a 3 l/s.

Aunque la Formación Guaduas, contiene en su parte media, niveles permeables, se le considera o cataloga como acuitardo, ya que está constituida predominantemente por arcillolitas, que forman un sustrato impermeable.

Características hidrogeológicas intrínsecas de los segmentos que conforman el Acuitardo Fm. Guaduas

La Formación Guaduas, es un acuitardo continuo de extensión regional de bajo rendimiento, asociado a rocas arcillosas principalmente. En área sur de la Sabana de Bogotá, según la información de referencia, puede aportar un caudal entre 1 l/s a 3 l/s de acuerdo con datos teóricos y registrados en estudios de la Sabana de Bogotá (SDA, 2004).



No obstante, en la zona de estudio predomina en Miembro Medio, el cual está compuesto por areniscas cuarzosas bien cementadas y con muy poca matriz arcillosa y que ha sido considerado como acuífero con porosidad primaria y secundaria (familias discontinuidades interconectadas), ver Mapa Geológico Detalle.

Esta unidad ha sido dividida en cinco segmentos por sus variaciones verticales:

Segmento 1. Esta unidad constituye la base de esta formación; compuesta por niveles de arcillolitas grises y negras, lodolitas y algunos niveles de areniscas de color amarillento de grano medio. En general representa una unidad arcillosa, de baja permeabilidad, con alguna permeabilidad secundaria asociada a su fracturamiento, principalmente en zonas de falla. En el área de la Carbonera esta unidad se expone someramente y representa una capa sello de la unidad acuífera anterior. Su composición arcillosa determina una conductividad hidráulica muy baja por lo que se le considera como un cuerpo acuícluido; configura una barrera a los flujos de agua transmitidos por las unidades adyacentes. Este comportamiento hidráulico a manera de sello, determina igualmente en las zonas de contactos fallados, una condición de barrera que orienta la distribución del flujo transmitido a través de estas zonas de permeabilidad secundaria.

Segmento 2. Esta unidad está compuesta por intercalaciones de lodolitas, areniscas en capas gruesas y laminares y niveles de arcillolitas y limolitas de color gris claro y amarillo. Por la presencia de niveles arcillosos intercalados, representa una unidad de baja permeabilidad primaria (acuitardo). La afectación tectónica de esta unidad desarrolla una permeabilidad secundaria importante y por el grado de fracturamiento se clasifica como una unidad de mediana permeabilidad. Delimita por el costado oriental el deslizamiento del sector de la Carbonera y define en este sector un nivel freático colgado, de influencia directa en la zona del movimiento.

Segmento 3. Es un segmento principalmente arenoso, está compuesto por capas de arenisca cuarzosa de grano fino a medio, de color amarillo, en estratos gruesos a finos, con estratificación masiva, localmente cruzada, con niveles de estratificación laminada. Las características texturales de esta unidad la clasifican como una unidad de alta permeabilidad, con una alta capacidad de infiltración superficial y desarrolla en superficie de un horizonte de suelo residual arenoso de 2 a 3m de espesor.

Esta unidad delimita por el occidente el deslizamiento del Espino y por su alta capacidad de infiltración, representa un acuífero libre y demarca una zona de recarga importante, tanto para las aguas de lluvias como de las aguas servidas del sector urbanizado.

Segmento 4. Nivel de composición arcillosa formando parte del deslizamiento el Espino, donde suprayace el segmento anterior. Comprende un paquete de arcillolitas de color gris oscuro y amarillo, con algunas capas de areniscas y niveles delgados de carbón; muy afectados por el movimiento del deslizamiento. Esta unidad no reviste importancia desde el punto de vista hidrogeológico dada su exposición superficial y ubicación al oriente del área de estudio.

Segmento 5. Constituye el tope de la formación Guaduas. En el área de estudio está representada por niveles de areniscas y arcillolitas, expuestas en el sector norte sobre el

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

barrio San Rafael. Por la presencia de niveles de arcillolitas definen en general, una condición de baja permeabilidad.

La presencia en profundidad de un nivel arcilloso de baja permeabilidad, (Segmento Ktg-S2) que sirve de confinamiento del segmento superior de alta permeabilidad.

4.4.6.1.3 Acuíferos libres con flujo esencialmente intergranular asociado a Suelos Residuales – Sr

En el Sector el Espino, un horizonte de suelo residual arenoso, desarrollado a partir de los estratos de areniscas cuarzo feldespáticas, alcanza espesores hasta de 3.0m. Estos suelos delimitan las laderas del sector occidental, cubren las unidades de areniscas meteorizadas y representan una zona importante de infiltración tanto de las aguas servidas como de las aguas lluvias de este sector de la cuenca de la quebrada Santa Rita.

Los depósitos de origen fluvio-glacial, observados en las laderas que delimitan el sector de la Carbonera, exhiben una matriz limo arcillosa y limo arenosa, relativamente impermeable o de baja permeabilidad. Esta unidad se clasifica como un cuerpo confinante, que por su exposición superficial aísla parcialmente las unidades del subsuelo.

La alta permeabilidad de los suelos residuales arenosos desarrollados a partir de las unidades de areniscas de Formación Guaduas. Estos suelos se exponen al occidente de la corona del deslizamiento y junto con las unidades de areniscas del subsuelo, representa una zona de recarga y de infiltración, tanto de las aguas lluvias como de las aguas servidas que afectan directamente la zona del deslizamiento. La investigación geoelectrónica para el este sector identifica un nivel freático a 37 m de profundidad tanto para el occidente como al oriente, mientras que en el cuerpo del deslizamiento de 22m.

4.4.6.1.4 Acuífero libre de extensión local, discontinuo, heterométricos asociados a depósitos coluviales

Acuífero libre, de extensión local, de flujo intergranular, de muy baja productividad, conformado por depósitos coluviales matriz-soportados.

Se incluyen en esta unidad los depósitos asociados a materiales de escombros o depósitos mixtos de rellenos; corresponden a materiales depositados a diferentes profundidades, por su heterogeneidad litológica y a pesar de su compactación, contiene por consiguiente diversos grados de “porosidad”, dependiendo su grado de saturación y con poca compactación, condición textural que ante la ocurrencia de un fuerte evento de lluvia la capacidad de infiltración supera la del escurrimiento, condición favorecida por la pendiente y morfología de la ladera y que estos materiales se ubican en la parte intermedia y baja del Espino y La Carbonera. Por esta razón el considerado “Nivel Estático” varía desde muy cercano a la superficie del terreno hasta 17 m de profundidad según los registros litológicos de las perforaciones y los ensayos de laboratorio realizados en los sondeos IUD15 (El Espino) y IUD18 (La Carbonera).

En el anexo se presenta el mapa respectivo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

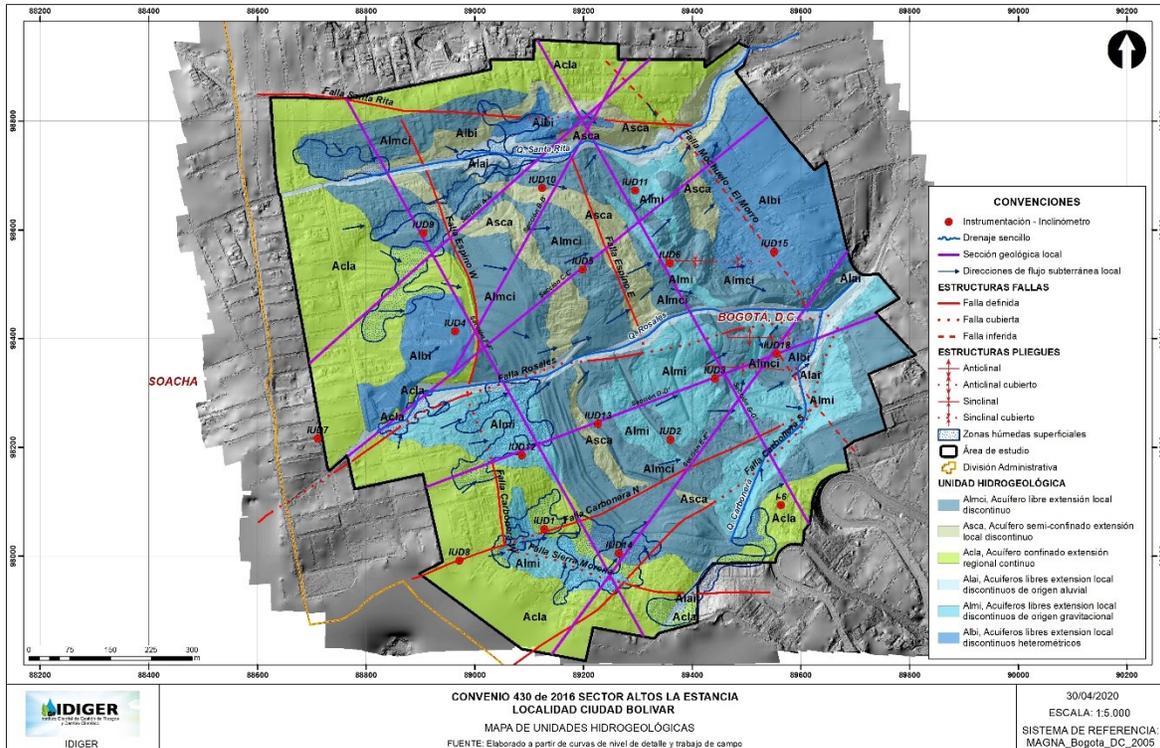


Figura 19. Mapa hidrogeológico conceptual, zonas infiltración superficial, puntos de instrumentación instalada, secciones de análisis y estructuras geológicas

Fuente: Elaboración propia

4.4.6.2 Condiciones de borde o fronteras hidráulicas a nivel conceptual

Las condiciones de Borde o Fronteras Hidráulicas hacen referencia a cualquier relación del modelo conceptual con el entorno del área del proyecto; el análisis conceptual considera las condiciones de borde situadas en la periferia de la modelación geológica e hidrogeológica, así como al interior del mismo, representando cuerpos superficiales en este caso en particular aplican tres, como la quebrada Santa Rita, Santo Domingo y La Carbonera, zonas de deformación geoestructural que para el área de estudio se presentan dos tendencias una NS y otra SW-NE (véase mapa geológico detalle y mapa unidades hidrogeológicas). En tanto, el modelo conceptual también incluye como condición de contorno la percolación del agua procedente de las precipitaciones o recarga a las unidades acuíferas definidas en el Balance Hídrico y la espacialización de las zonas húmedas por infiltración de vertimientos antrópicos en la parte alta del Espino y La Carbonera.

De acuerdo con el modelo geológico estructural, se asocia con el comportamiento y orientación de los flujos de aguas subterráneas en el área:

Un sistema de fallas de cabalgamiento y de compresión con dirección preferencial Norte/Sur a N10E y N10-20W, observadas al sur del área de estudio; donde demarca zonas de brecha y un macizo muy fracturado asociado a un sistema de fallas inversas que

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

afectan las unidades estratigráficas de la formación Arenisca Tierna y Labor y pone en contacto la formación Guadalupe con las rocas arcillosas de la Formación Guaduas.

- Este sistema involucra un sistema de discontinuidades muy persistentes y con esta misma orientación. En general este sistema de fallas definen zonas de mayor permeabilidad secundaria a nivel del macizo rocoso.
- Un segundo sistema con orientación N50W a 70W (Sistema de Fallas de Terreros), que delimitan al norte y sur cada uno de los bloques estructurales que forman la zona de estudio. Este sistema de fallas demarca una zona de cizallamiento y configura barreras impermeables por la presencia arcillas resultantes del movimiento de la falla (gouge), que reorientan los flujo de aguas subterráneas.
- Un tercer sistema de fallas en dirección N50E a N70E (fallas Rosales, la Carbonera y Santa Rita), que corresponde a un sistema de fallas sintéticas (de movimiento dextral) y antitéticas (de movimiento sinistral). Asociado a este sistema se demarcan igualmente zonas de fracturamiento de baja permeabilidad por la presencia de superficies de movimiento. Este sistema separa en términos hidrogeológicos la zona norte del Espino, del deslizamiento de la Carbonera.
- Para el bloque El Espino según los datos de la información de referencia y de campo, un sistema de fallas normales con orientación N20W A N25W (fallas Espino E y Espino W), que demarcan con una orientación normal a este sistema, el vector del esfuerzo menor.

Dentro de este modelo estructural, a nivel del macizo rocoso el régimen de agua está controlado por los siguientes factores en orden de importancia: (ver figura 22)

- Los planos de estratificación orientados principalmente en dirección NW, con inclinación de 10° y 25° hacia el NE; donde los flujos de aguas están controlados por la permeabilidad primaria de los niveles de areniscas.
- La permeabilidad secundaria del macizo rocoso controlada por el grado de fracturación, con varios sistemas de discontinuidades, que coinciden con la orientación de los sistemas de fallas regionales; persistentes y con un espaciamiento promedio de 0.3m.
- La presencia de un sistema de discontinuidades abiertas, con orientación preferencial NW-SE.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

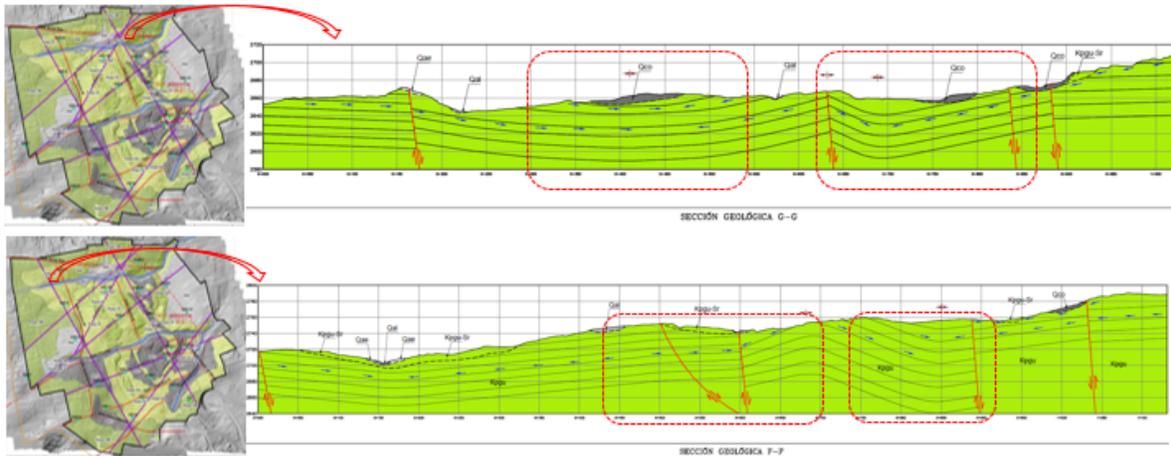


Figura 20. Modelo geológico estructural que ilustra las direcciones de flujo subterráneo, fronteras hidrogeológicas (fallas) Sección F-F' y G-G'.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el modelo geológico estructural, los vectores y direcciones de movimiento y el resultado de la susceptibilidad ratifican: (i) En el sector El Espino se propaga el movimiento hacia el NNE entre el sector intermedio y pie del P.R.M. con lóbulos, abultamientos, aumento de la saturación con aumento de coberturas de pastos a herbazales, favorecido por la concentración del flujo subsuperficial y subterráneo entre el plegamiento compresivo; (ii) en el sector La Carbonera se propaga en sentido WE concentrándose entre la zona del fallamiento distensivo de la Carbonera y Rosales, concentrando flujos limitados por esta zonas de deformación.

4.4.7 Balance hídrico superficial evaluado en el marco del monitoreo geológico – geotécnico

El balance hídrico permite encontrar el sobrante o déficit de agua en superficie, comparando la evapotranspiración y la precipitación neta, teniendo en cuenta la reserva útil del suelo, que depende de la textura y el espesor del suelo. En el balance hídrico, las entradas menos las salidas de agua, son equivalentes a la cantidad potencial de agua que pudiera ingresar a los acuíferos mediante infiltración. Las entradas de agua corresponden a la precipitación media mensual y las salidas al volumen de escurrimiento y la evapotranspiración.

4.4.7.1 Análisis infiltración superficial y relación con analisis geológicos y geomorfológicos

Como se explicó anteriormente, la zona de estudio se encuentra instrumentada con dos estaciones: Sierra Morena y Altos de la estancia, siendo esta última la estación representativa. Con los registros recopilados para el periodo sep 2016 – dic 2018 se realizó la distribución temporal de la precipitación total mensual (Ver figura 21), de allí

puede identificarse que el régimen de la precipitación en la zona es bimodal, es decir que hay dos periodos con registros mayores al promedio (marzo a mayo y octubre a noviembre), también hay dos periodos menores al promedio (diciembre a febrero y julio a septiembre)

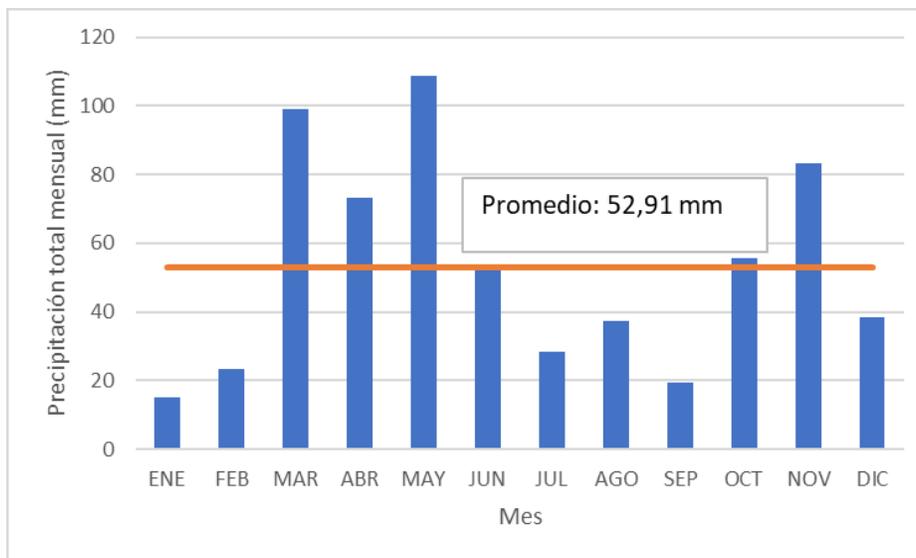


Figura 21. Distribución temporal de la precipitación. Estación Altos de la estancia

También con los registros diarios recopilados se realizó la distribución temporal de los registros máximos en 24 horas para el periodo disponible. Los resultados se presentan a continuación:

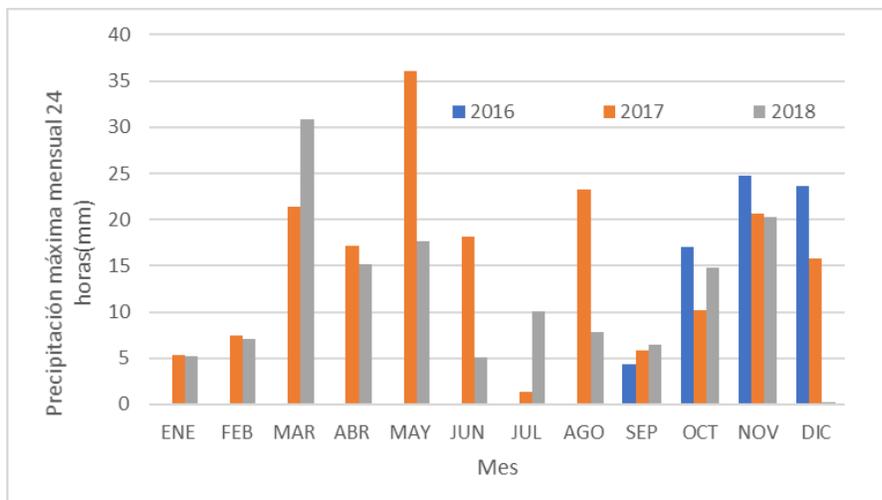


Figura 22. Niveles de precipitación máxima mensual 24 hrs analizada para los años 2016, 2017 y 2018 en la caracterización hidrogeológica

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</p>
---	--	---

Para el año 2016 el máximo registro se presentó en el mes de noviembre, en el año 2017 los máximos registros de precipitación se presentaron en mayo y en el año 2018 marzo fue el año donde se presentaron los máximos registros en 24 horas.

4.4.7.2 Metodología para estimación de infiltración

El Soil Conservation Service (1972) desarrolló un método para calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta. Para la tormenta como un todo, la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa P_e es siempre menor o igual a la profundidad de la precipitación P ; de manera similar, después de que la escorrentía se inicia, la profundidad adicional del agua retenida en la cuenca F_a es menor o igual a alguna retención potencial máxima S . Existe una cierta cantidad de precipitación la (abstracción inicial antes del encharcamiento) para la cual no ocurrirá escorrentía, luego la escorrentía potencial es $P - I_a$.

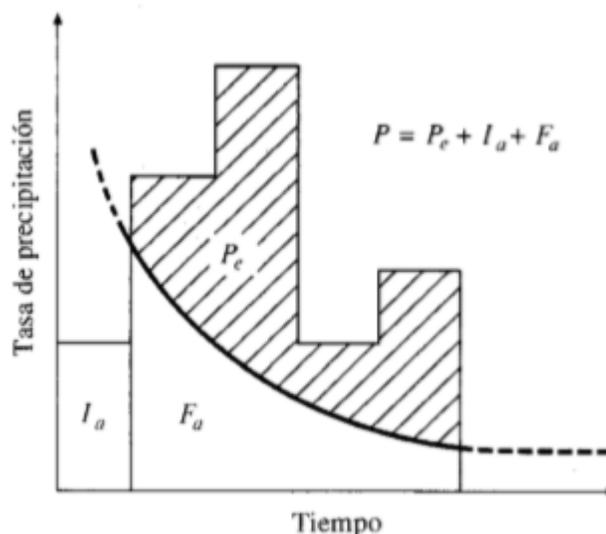


Figura 23. Variables en el método de abstracciones de precipitación del SCS

La hipótesis del método del SCS consiste en que las relaciones de las dos cantidades reales y las dos cantidades potenciales son iguales, es decir:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \text{ Ecuación 1}$$

Del principio de continuidad

$$P = P_e + I_a + F_a \text{ Ecuación 2}$$

Combinando 1 y 2 y despejando P_e , se tiene que

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \text{ Ecuación 3}$$

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

La cual es la ecuación básica para el cálculo de la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para muchas cuencas experimentales se desarrolló la siguiente relación empírica

$$Ia = 0.25 \text{ Ecuación 4}$$

De donde

$$Pe = \frac{(P-Ia)^2}{P+0.85} \text{ Ecuación 5}$$

Para relacionar gráficamente la Precipitación P y la Precipitación efectiva Pe, para muchas cuencas el método estandarizó dichas soluciones mediante un número adimensional de curva CN, que varía entre 0 y 100. Donde dicho valor es menor para a 100 para superficies naturales y es 100 para superficies impermeables y superficies de agua.

El número de curva CN y S se relacionan mediante la siguiente ecuación

$$S=1000CN-10$$

Donde S está en pulgadas. El número de curva tiene diferentes condiciones de humedad antecedente, la cual está asociada la precipitación acumulada de los últimos 5 días.

En la anterior tabla se muestra el rango para las condiciones antecedentes de humedad para cada clase, dichos números han sido tabulados por el SCS con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra, como resultado se definieron cuatro grupos de suelo.

- Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, marga arenosa.
- Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa
- Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
- Grupo D: Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Los valores de CN para varios tipos de uso de la tierra según la bibliografía de referencia se presentan a continuación:

Tabla 4-22. Valores de CN para varios tipos de uso de la tierra

Características del suelo tales como: grupo hidrológico y uso en los polígonos Dz-Qco, Dze-sfb, Dzc-sfb

- v) Considera una profundidad adicional del agua retenida en la cuenca (Fa)

En las figuras a continuación se presentan la variación mensual de la infiltración

Para la zona Dz-Qco en los años 2017 y 2018 el mes de máxima infiltración corresponde a mayo, los meses restantes no se presentó saturación en el suelo para generar infiltración. (Ver Figura 24).

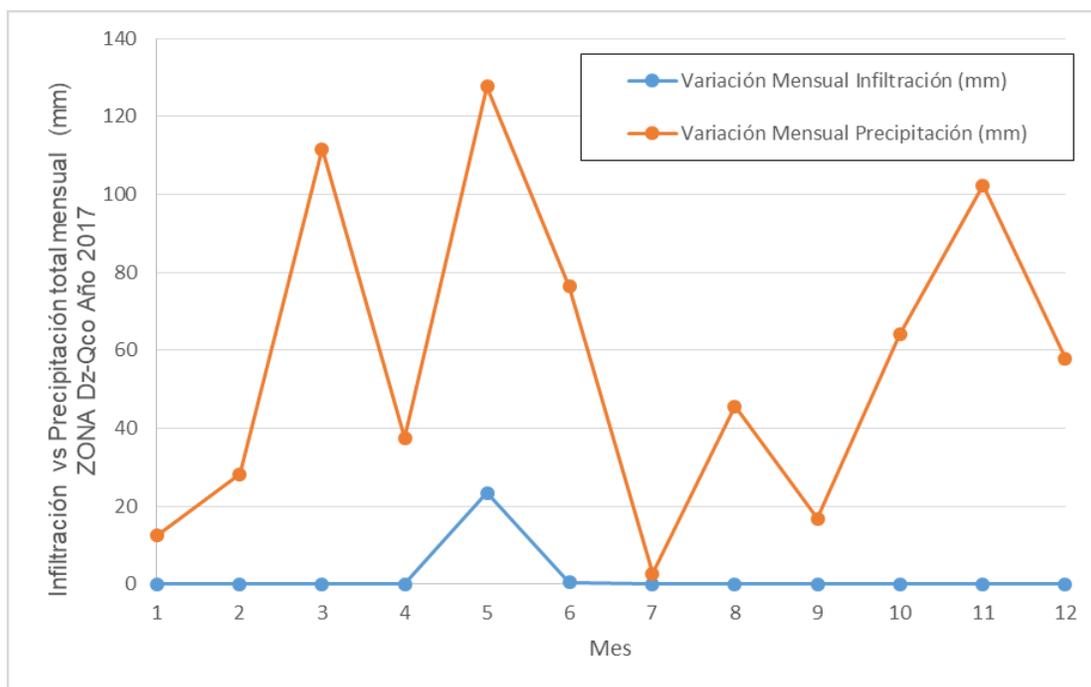


Figura 24. Variación mensual infiltración Vs Precipitación total mensual (mm). Zona Dz-Qco. Año 2017.

Fuente: elaboración propia

En el año 2018 los meses de máxima infiltración corresponden a marzo y abril. En los meses restantes no se presentó saturación en el suelo para generar infiltración. (Ver Figura 25).



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

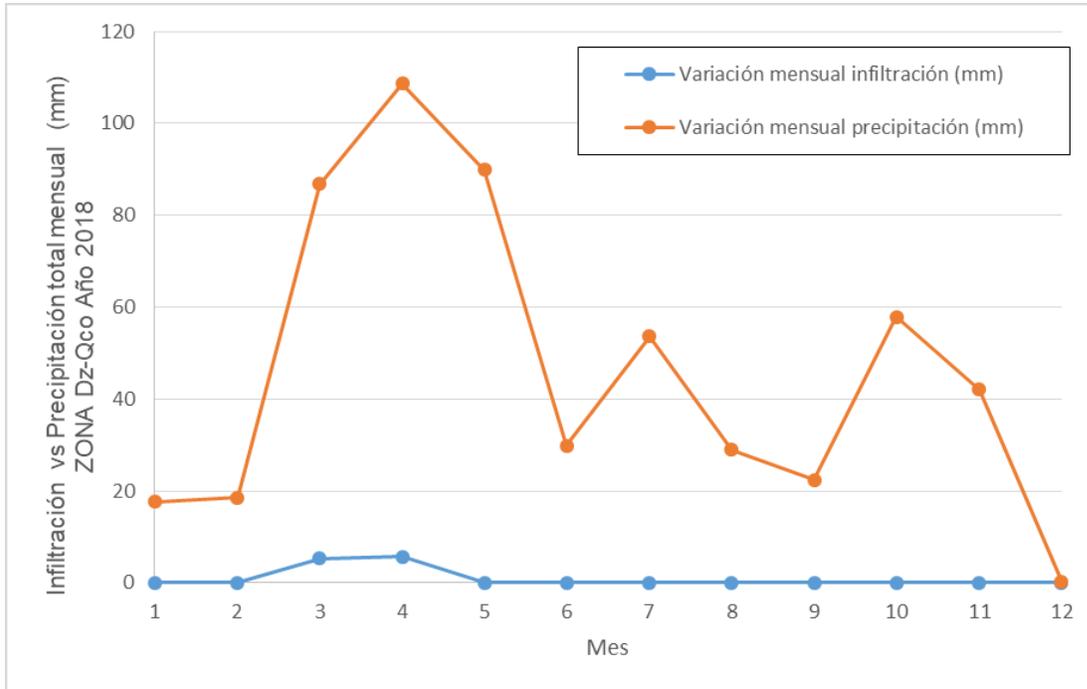


Figura 25 Variación mensual infiltración Vs Precipitación total mensual (mm). Zona Dz-Qco. Año 2018

Fuente: elaboración propia

Para la zona Dze-sfb en el año 2017 los meses donde se presentó infiltración corresponde a marzo, mayo, agosto y noviembre. (Ver Figura 26).



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

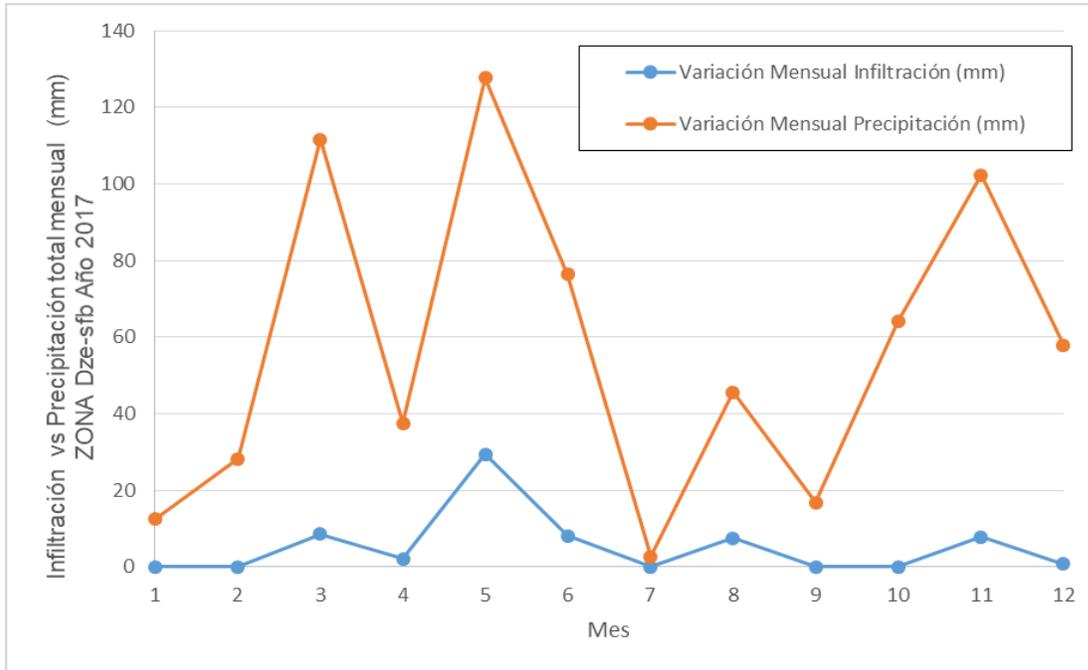


Figura 26 Variación mensual infiltración Vs Precipitación total mensual (mm). Zona Dze-sfb. Año 2017.

Para la zona Dze-sfb en el año 2018 el mes de máxima infiltración corresponde a abril, también se presentó infiltración en los meses de abril, mayo y noviembre. (Ver Figura 27).

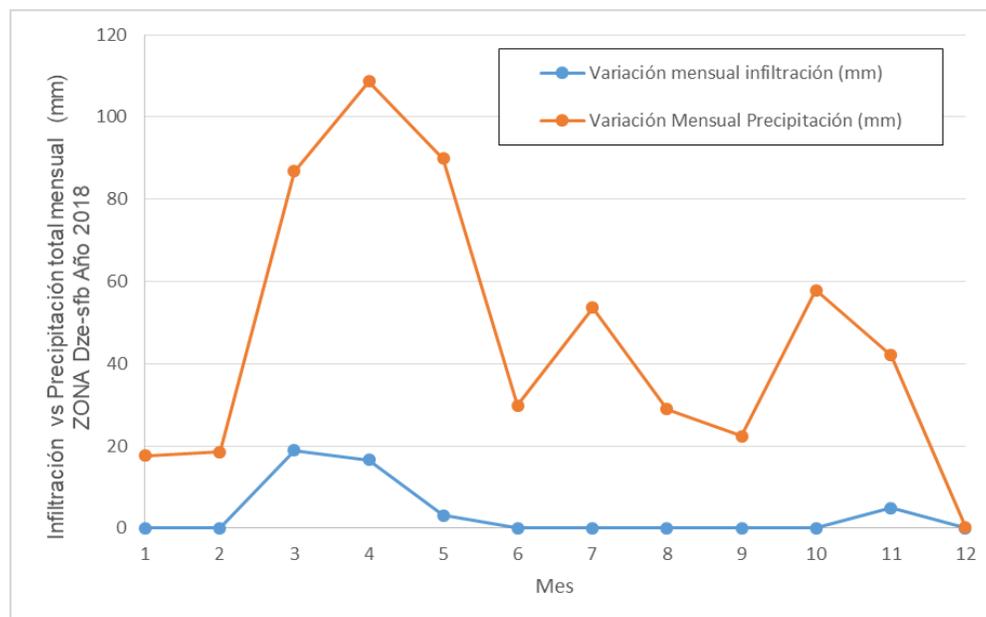


Figura 27 Variación mensual infiltración Vs Precipitación total mensual (mm). Zona Dze-sfb. Año 2018.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Para la zona Dze-sfb en el año 2017 el único mes de infiltración fue mayo. (Ver Figura 28). En los meses restantes no se presentó saturación del suelo, por lo que tampoco se presentó infiltración.

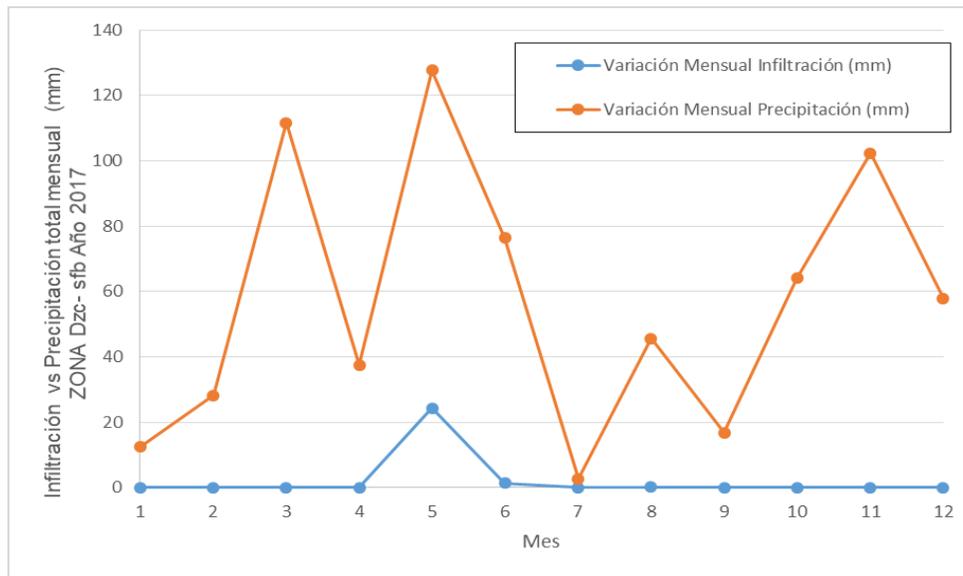


Figura 28 Variación mensual infiltración Vs Precipitación total mensual (mm). Zona Dzc-sfb. Año 2017.

Para la zona Dze-sfb en el año 2018 la infiltración se presentó en los meses de marzo y abril. Ver Figura 29.

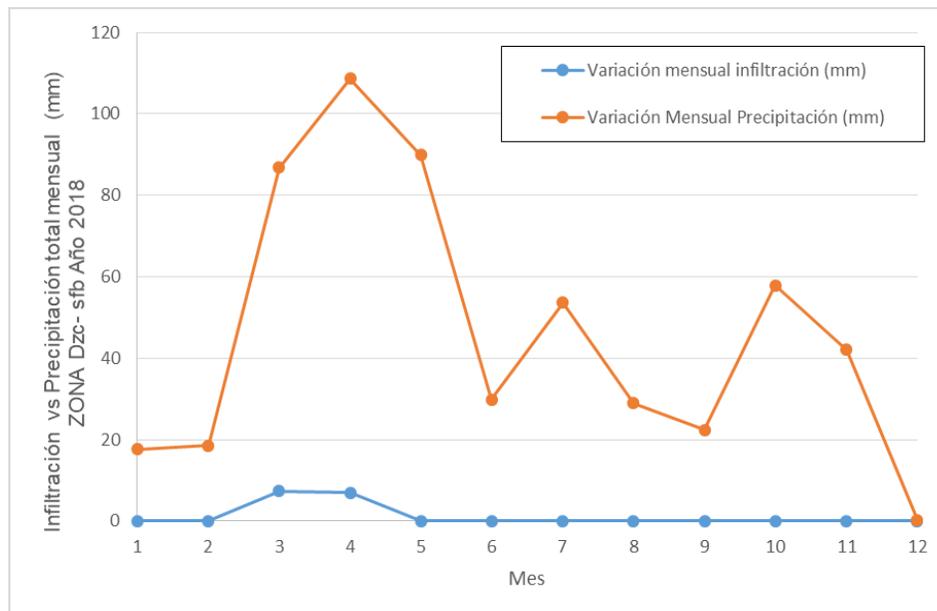


Figura 29 Variación mensual infiltración Vs Precipitación total mensual (mm). Zona Dzc-sfb. Año 2018

	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	
---	--	---

Se presenta los modelos diarios implementados para cada zona analizada y los resultados obtenidos.

4.4.7.3 Estimaciones relacionadas con el comportamiento flujo de agua subterránea

La ubicación del nivel freático y la ubicación de la superficie probable de falla se ilustra en las secciones geológicas D-D' y E-E' para el Sector de la Carbonera. El propósito de obtener información a lo largo de dos perfiles geológicos orientados mediante alineación topográfica en la dirección promedio del buzamiento de los estratos es ilustrar la posición del nivel freático, su dirección de flujo controlada por las condiciones geológicas estructurales de los estratos y las implicaciones como detonante de inestabilidad en el sector, principalmente el flujo sub-superficial. Mediante la instrumentación de los perfiles D-D' y E-E', se obtuvo información acerca de espesores de los estratos, variación de la superficie freática, y los horizontes asociados a los desplazamientos identificados en esta etapa asociados a las unidades UGG de la Formación Guaduas en su conjunto medio. La frecuencia con las que se realiza el monitoreo mediante la instrumentación es mensual, con el fin de monitorear las deformaciones de la instrumentación midiendo la tasa de movimiento a profundidad y detectando el plano de falla de los deslizamientos, esta campaña de control de la instrumentación se utiliza principalmente para medir los movimientos de suelo o movimientos laterales del suelo y/o roca.

A continuación se ilustra y relacionan los datos que soportan la mecánica de los procesos de remoción en masa, el horizonte litológico asociado a los desplazamientos, la geometría de las capas a nivel del subsuelo con base y sustentado en las mediciones directas en sitio.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Nomenclatura y descripción litológica

Qal: Depósitos Aluviales recientes
Qco: Depósitos coluviales heterogéneos matriz a clasto soportados
Kpgu: Formación Guaduas
Ksgt: Formación Arenisca Tierra (Gp. Guadalupe)
Ksgl: Formación Arenisca Labor (Gp. Guadalupe)

Nomenclatura Suelos

Sr: Nivel IC: Suelo residual
2A: Roca altamente a moderadamente meteorizada
2B: Roca parcial a ligeramente meteorizada

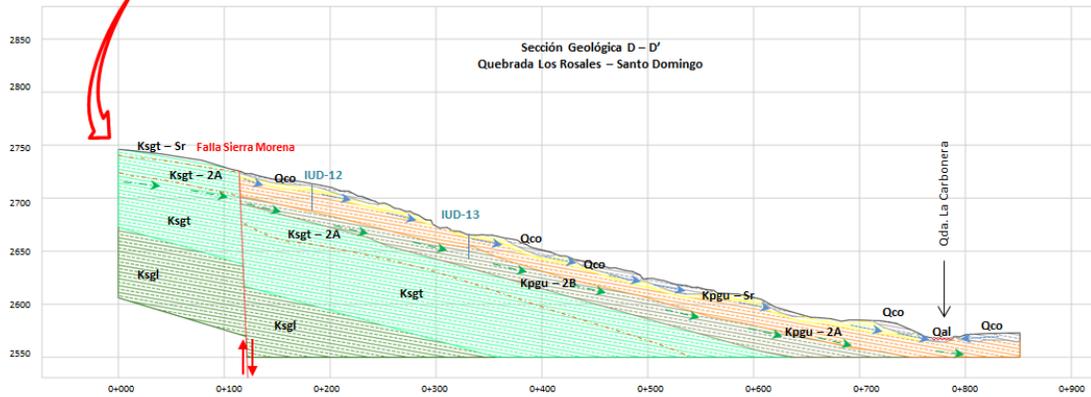


Figura 30. Planta Perfil sección D-D' Sector La Carbonera Descripción Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar

Fuente: Elaboración propia



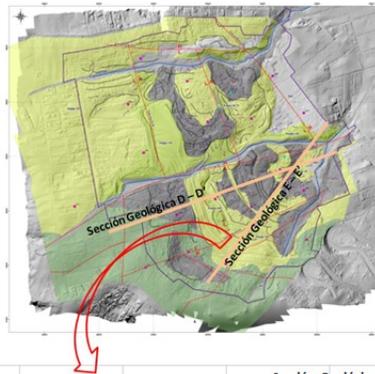
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Nomenclatura y descripción litológica	
Qal:	Depósitos Aluviales recientes
Qco:	Depósitos coluviales heterogéneos matriz a clasto soportados
Kpgu:	Formación Guaduas
Ksqt:	Formación Arenisca Tierna (Gp. Guadalupe)
Ksgl:	Formación Arenisca Labor (Gp. Guadalupe)
Nomenclatura Suelos	
Sr:	Nivel IC: Suelo residual
2A:	Roca altamente a moderadamente meteorizada
2B:	Roca parcial a ligeramente meteorizada

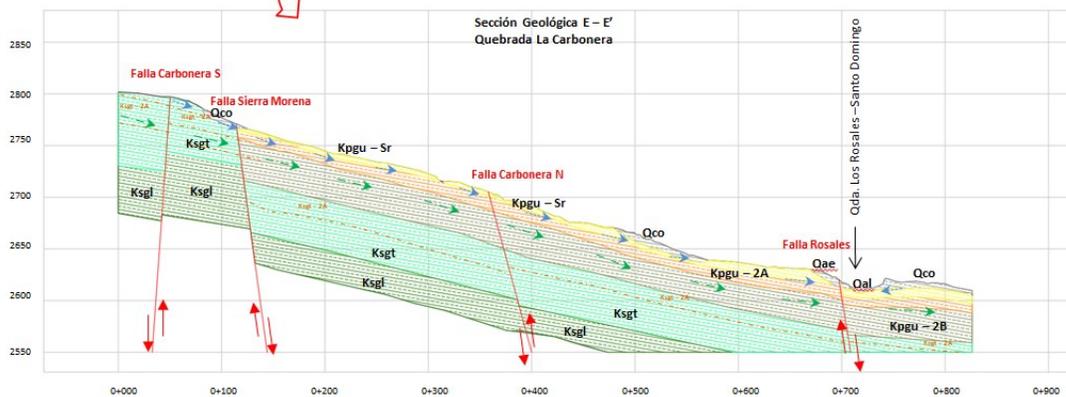


Figura 31. Planta Perfil sección E-E' Sector La Carbonera Descripción Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar

Fuente: Elaboración propia

4.4.8 Resultados caracterización geomorfológica

Altos de la Estancia geomorfológicamente comprende un cerro asimétrico escarpado hacia en SW y suavemente inclinado al NE y escarpado hacia el Sur y ligeramente inclinado hacia el Norte.

La descripción morfométrica de la zona de estudio se realizó a partir de la construcción de un modelo digital de terreno DTM. Este modelo se construyó a partir de la interpolación de las curvas de nivel para conformar un archivo raster (GRID) con valores de altura (Z) cada metro y resolución espacial en X y Y de 1 m, y 1403 columnas por 1188 filas.

La distribución de las alturas en contornos de 25 metros muestra una distribución de franjas equidistantes y paralelas entre sí orientadas en dirección N45° - 40° W. Presenta una altura relativa de unos 200 metros (entre 2587 y 2821 m.s.n.m.).



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

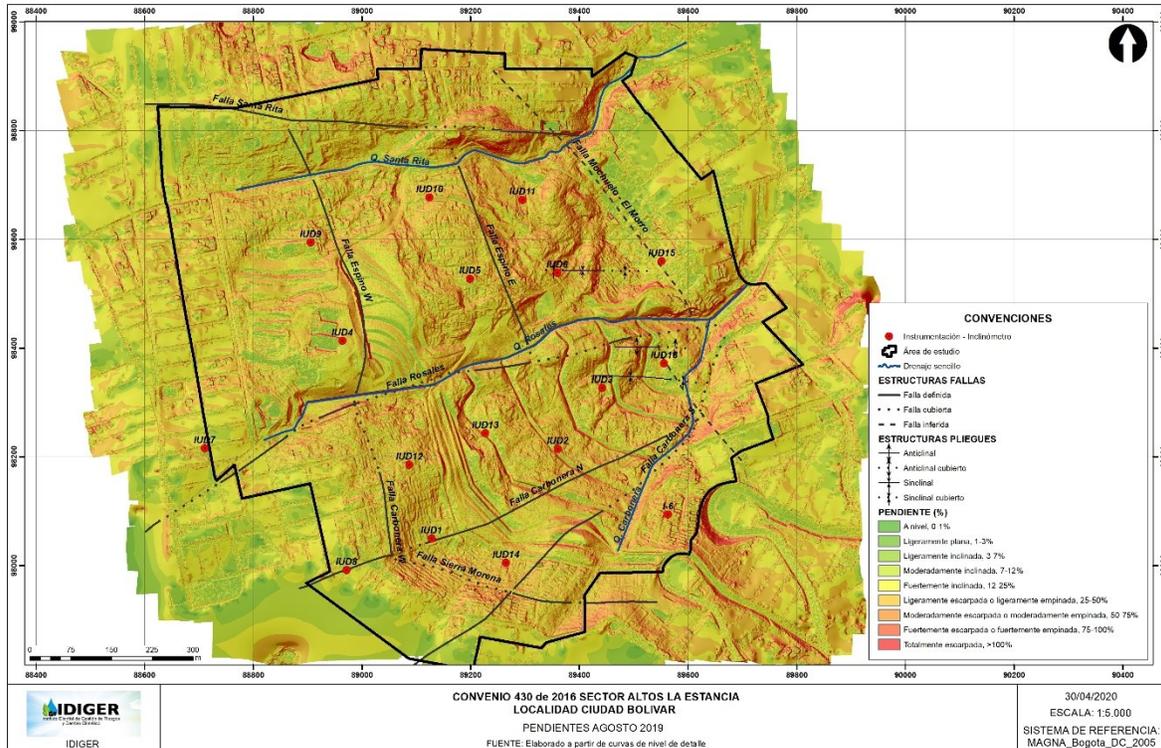


Figura 32. Vista morfométrica y contornos obtenida para Agosto de 2019
Fuente: Elaboración propia

De los anteriores datos y graficas se puede resaltar que el área de interés presenta un predominio de pendientes inclinadas a muy inclinadas. Particularmente en la zona de los deslizamientos de La Carbonera y El Espino. Se destaca igualmente el escarpe formado por la falla de Rosales en la quebrada de igual nombre y sobre la Falla de la Carbonera. Se identifica e ilustra el mayor grado de inclinación en la zona de deslizamiento de La Carbonera respecto a la zona del deslizamiento El Espino.

El modelado geomorfológico en el área de Altos de la Estancia, incluye al SW del área un relieve estructural asociado a una morfología influenciada por la deformación tectónica del Sistema de Fallas de Soacha y de pliegues regionales de tipo sinclinal y anticlinal que a nivel local se identificaron pliegues compresivos localizados en la parte baja de la ladera entre la Falla Los Rosales y Santa Rita (véase Mapa Unidades Geológicas); otra macrounidad central conformada por la depresión tectónica y la tercera al NE conformada por el cerro de origen estructural denudacional por modelado por fallas geológicas y procesos denudacionales y de deposición del frente estructural marcado por el trazo de la Falla Espino Oeste.

Durante el convenio se espacializó la cartografía y zonificación geomorfológica que constituyó el input de información para la posterior zonificación geológica y geotécnica del área Altos de la Estancia. El proceso metodológico incluye la base conceptual de los elementos morfológicos de un movimiento en masa, como son: la corona, el escarpe

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

principal, la superficie de ruptura principal y los flancos. Se incluye además definiciones fundamentales que se implementaron en la caracterización morfodinámica, como cuerpo principal, pie y frente.

- **Corona.** Representa la parte superior del movimiento. Ella forma una línea límite entre la parte superior del terreno fallado (escarpe principal) y el terreno intacto. Comúnmente presente una forma o contorno semicircular o semi rectangular. Hacia la parte posterior de la corona se pueden presentar fisuras o grietas que son definidas por Varnes (1978) como fisuras de corona.
- **Escarpe principal.** Es también llamado grada principal o cicatriz de arranque principal. Representa la superficie inclinada o vertical visible que contornea la parte superior del movimiento. El escarpe principal indica el desplazamiento vertical del movimiento.
- **Superficie de ruptura principal.** También llamada superficie de falla. Se desarrolla siguiendo la componente horizontal del movimiento. En materiales arcillosos se presenta como una superficie pulida (espejo) con desarrollo de estrías paralelas a la dirección del movimiento.
- **Los flancos.** Forman los límites laterales del movimiento. Pueden definirse como derecho o izquierdo en sentido hacia abajo desde la corona. En algunos casos los flancos están conformados por escarpes que contienen otros movimientos satélites menores (ver mapa análisis multitemporal).
- **Cuerpo principal.** Representa la masa de deslizamiento que se localiza por encima de la superficie de falla o de ruptura. La parte superior se denomina cabeza, la cual generalmente desarrolla una depresión con pequeñas terrazas escalonadas limitadas por escarpes y contraescarpes secundarios. La parte inferior del cuerpo principal se denomina cuerpo. El cuerpo presenta una morfología deprimida de superficie más homogénea (ondulada) y en ocasiones con zonas pantanosas (distribución zonas húmedas).
- **Pie.** El pie representa la zona de material deslizado localizado en el límite inferior de la superficie de falla y la superficie inicial del terreno intacto. Generalmente esta zona es la más estrecha del movimiento y desarrolla una morfología levantada y abombada con fisuras o grietas dispuestas radial y transversalmente al sentido del movimiento. La línea de intersección entre la superficie de falla y el terreno intacto es comúnmente llamada pie de la superficie de falla. Esta zona se presenta comúnmente cubierta de material deslizado.
- **Frente.** Representa la zona inferior de la masa deslizada que reposa sobre el terreno intacto o insitu. La forma de este depósito de material permite caracterizar el movimiento por su forma (abanico, lengua, lóbulos, etc.). La parte más inferior del frente del movimiento es llamada pata del movimiento.

De acuerdo con las precisiones conceptuales, los resultados de la zonificación geomorfológica, vinculando los resultados de la instrumentación, la evolución de los movimientos registrados en el análisis multitemporal, la caracterización morfodinámica y la categoría según el SAT se relaciona a continuación:

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Tabla 4-23. Resultados zonificación geomorfológica, morfodinámica y evolución cuantificable en el SAT para el Sector La Carbonera

ID NOMENCLAT. ZONIFICAC. GEOL-GEOT	ID NOMENCLAT. GEOMORFOLOGICA	DESCRIPCIÓN UNIDADES DE ZONIFICACIÓN MORFODINAMICA	EVOLUCIÓN MOVIMIENTOS - MEDICION DIRECTA INSTRUMENTACIÓN INSTALADA	EVOLUCIÓN PROCESO REMOCION EN MASA	GRUPO HIDROLÓGICO - INFILTRACIÓN SUELO	EVOLUCIÓN CUANTIFICABLE GRADO SAT
SECTOR LA CARBONERA						
C1	Dzc-Cbz:	Cima del deslizamiento La Carbonera: representa una franja estrecha y alargada forma convexa, en la parte superior de la ladera, evidencias morfodinámica retrogresiva	0,53 cm a 6 m (IUD1); 1,34 cm a 10,5 m (IUD8); 0,11 cm a 6 m (IUD14)	Evolución retrogresivo	Pastizales pobre conservación baja profundidad radicular roca expuesta suelos cementados alta resistencia	Baja
C2	Dzc-Ecp	Escarpe principal La Carbonera: superficie de falla planar inclinada entre suelos residuales y roca meteorizada	0,11 cm a 6 m (IUD14); 0,22 cm a 2 m (IUD13)	Evolución progresivo		Baja
C3	Dzc- Cphi	Cuerpo principal flanco izquierdo deslizamiento, procesos remocion en masa complejos de carácter progresivo con alta densidad de grietas orientadas transversal y dirección del movimiento al Este	1,17 cm a 9 m (IUD2)	Evolución progresivo		Media
C4	Dzc-stb	Pie de la superficie de falla Deslizamiento La Carbonera, parte inferior de la superficie de rotura y la superfiie original del terreno. Procesos combinados entre movimiento rotacional y en su parte baja planar	IUD3 sondeo sin instrumentación instalada	Sin evolución cuantificable. Desplazamientos muy lentos evidencias a nivel superficial	cubierta de pastos 50%, Grupo D	Alta
C5	Dzc-Cpfd	Cuerpo principal flanco derecho deslizamiento, flujos laterales con grietas trasversales a la dirección del movimiento principal	No hay instrumentación asociada	Sin evolución cuantificable		Media
C6	Dzc-Ecs	Escarpe secundario La Carbonera: escarpe de falla La Carbonera con procesos de remocion en masa tipo flujos de detritos y volcamientos, material desplazado.	No hay instrumentación asociada	Sin evolución cuantificable		Baja
C7	Dzc- zsm	Costado suroriental con estabilidad morfodinámica La Carbonera	0,84 cm a 3,5 m (I-6)	Evolución progresivo		Baja
C8	Dzc-Qco	Zona de acumulación sobre la cabeza y cuerpo del Deslizamiento La Carbonera, ondulaciones con procesos rotaciones de carácter puntual retrogresivo	1,42 cm a 1,5 m (IUD12)	Evolución progresivo		Media

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-24. Resultados zonificación geomorfológica, morfodinámica y evolución cuantificable en el SAT para el Sector El Espino



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

ID NOMENCLAT. ZONIFICAC. GEOL-GEOT	ID NOMENCLAT. GEOMORFOLOGICA	DESCRIPCIÓN UNIDADES DE ZONIFICACIÓN MORFODINAMICA	EVOLUCIÓN MOVIMIENTOS - MEDICION DIRECTA INSTRUMENTACIÓN INSTALADA	EVOLUCIÓN PROCESO REMOCION EN MASA	GRUPO HIDROLÓGICO - INFILTRACIÓN SUELO	EVOLUCIÓN CUANTIFICABLE GRADO SAT
SECTOR EL ESPINO						
E1	Dze-Cbz	Cima del deslizamiento Carbonera: representa una franja estrecha y alargada forma convexa, en la parte superior de la ladera, evidencias morfodinámica retrogresiva	0,28 cm a 0,5 m (IUD7)	Sin evolución significativa. Desplazamientos muy lentos		Baja
E2	Dze-Crd	Corona del deslizamiento El Espino, zona marginal del deslizamiento principal con estabilidad morfodinámica	0,9 cm a 1 m (IUD4)	Movimientos de tierras por adecuaciones por obras		
E3	Dze-Esp	Escarpe principal El Espino: superficie de falla planar inclinada entre suelos residuales y roca meteorizada	No hay instrumentación asociada	Evolución progresivo. Falla Profunda planar	Grupo A 30% Grupo D 60% Grupo B 10%	Alta
E4	Dze-cpfi	Cuerpo principal flanco izquierdo deslizamiento activo, procesos remocion en masa complejos múltiples de carácter progresivo con alta densidad de grietas transversales, dirección movimiento al NNE	0,65 cm a 17,5 m (IUD5); 0,58 cm a 11,5 m (IUD10); 0,2 cm a 10 m (IUD11)	Evolución progresivo. Falla Profunda planar. Desplazamientos muy lentos evidencias a nivel superficial		
E4A	Dze-cpfd	Cuerpo principal flanco derecho deslizamiento activo, procesos de reptación desplazamientos lentos progresivos hacia la pata del deslizamiento en dirección SSE	0,51 cm a 16 m (IUD6)	Evolución progresivo. Falla Profunda planar. Desplazamientos muy lentos evidencias a nivel superficial		
E5	Dze-sfb	Pie de la superficie de falla Deslizamiento El Espino, parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno. Procesos combinados entre movimiento rotacional y desplazamiento horizontales lentos, reptación	0,2 cm a 10 m (IUD11)	Evolución retrogresivo	Pastizales condiciones pobres, Grupo D; Grupo A 20% Grupo D 80%	
E6	Dze-Ef	Escarpe esde roca de tipo estructural Bloque colgante Falla Santa Rita	No hay instrumentación asociada	Sin evolución cuantificable		
E7			No hay instrumentación asociada	Sin evolución cuantificable		
E8	Dze-Crd	Corona del deslizamiento El Espino, zona marginal del deslizamiento principal con estabilidad	0,09 cm a 0,5 m (IUD9)	Evolución retrogresivo		
E9	Dze-Val(E9+Qal)	Superficie de valedicto aluvio coluvial	No hay instrumentación asociada	Sin evolución cuantificable		
E10	Dze-Bas	Base del Deslizamiento El Espino, material removido, flujos de detritos heterogeneos con depositos de ladera	0,2 cm a 0,5 m (IUD15)	Evolución movimientos horizontales muy lentos entre depositos antropicos y Suelo residual del Guaduas (reptación)	Grupo A 30% Grupo D 60% Grupo B 10%	
E11	Dze-Acb	Zona de acumulación de materiales mixtos heterogeneos entre la parte inferior de la superficie de rotura y la base del Deslizamiento El Espino, ondulaciones, abultamientos del terreno	No hay instrumentación asociada	Sin evolución cuantificable		

Fuente: Elaboración propia



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

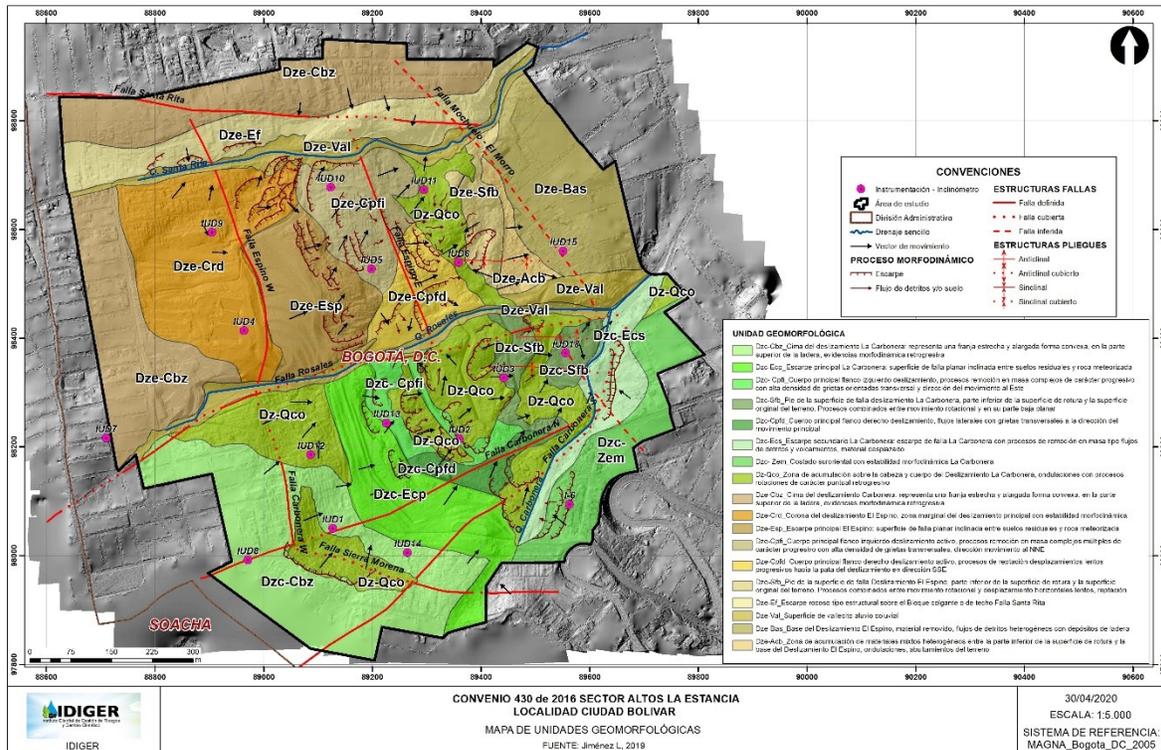


Figura 33. Mapa Zonificación Geomorfológica
Fuente: Elaboración propia

4.4.9 Resultados zonificación geológica geotécnica

Las unidades geotécnicas homogéneas se obtienen a partir de un cruce del mapa de UGG y del mapa de elementos geomorfológicos del área de estudio, las cuales se están ajustando con base en los resultados de la exploración geotécnica y los ensayos de laboratorio en ejecución.

Los elementos que se incluyen son:

- Pendiente del terreno a partir del MDT.
- Espesor del suelo y su variación dentro de la unidad geológica geotécnica
- Litoestratigrafía hasta el sustrato rocoso
- Posición del nivel freático

Los parámetros geotécnicos para cada unidad geotécnica homogénea se determinan a partir de los elementos anteriores además de los resultados de la exploración del subsuelo, de los ensayos de laboratorio y la caracterización geomecánica de las unidades. Para el análisis de estabilidad se incluye los ensayos del peso unitario, cohesión y ángulo de resistencia interna de los estratos identificados en cada unidad geotécnica homogénea.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</p>
---	--	---

Tabla 4-25. Resultados zonificación geológica geotécnica por escenarios de comportamiento evaluado durante el monitoreo desde el año 2016 al 2020 y su relación con la evolución del proceso morfodinámico – Plan Monitoreo Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar

ID ZONIFICACION	UNIDADES DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA (POR ESCENARIOS DE COMPORTAMIENTO)	Grado evolución proceso observación directa y cuantificable
SECTOR LA CARBONERA		
C1	ZONA DE AISLAMIENTO PARTE SUPERIOR. LITOLOGIA DE ROCA LIGERAMENTE A MODERADAMENTE METEORIZADA.	Evolución retrogresivo
C2	PARTE SUPERIOR DEL DESLIZAMIENTO, CORONA DEL MOVIMIENTO. ZONAS DE ADECUACIÓN MORFOLÓGICA CON OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL Y OBRAS DE ESTABILIZACIÓN. PREDOMINIO LITOLOGICO SUELO RESIDUAL. ZONA DE ALERTA TEMPRANA	Evolución progresivo
C3	CUERPO DEL DESLIZAMIENTO. MASA DISGREGADA CON PROCESOS MULTIPLES. DEPOSITOS COLUVIALES Y SUELOS RESIDUALES AFECTADOS POR EL MOVIMIENTO, SUPRAYACEN HORIZONTES DE ARCILLOLITAS Y ARENISCAS MODERAMENTE METEORIZADAS CON SATURACION POR FLUJO SUB-SUPERFICIAL. OBRAS DE DRENAJES SUPERFICIAL Y SUB-DRENAJES- ZONA DE ALERTA TEMPRANA	Evolución progresivo
C4	PATA DEL DESLIZAMIENTO. MASA DISGREGADA. FLUJOS Y REPTACIÓN. DEPOSITOS COLUVIALES Y SUELOS RESIDUALES MOVILIZADOS, CUBREN ROCAS ALTAMENTE METEORIZADAS AFECTADAS POR EL MOVIMIENTO	Sin evolución cuantificable. Desplazamientos muy lentos evidencias a nivel superficial
C5	FLUJO LATERAL DEL DESLIZAMIENTO ORIGINAL. MASA DE BLOQUES DISGREGADOS.	Sin evolución cuantificable
C6	ZONA LATERAL DEL DESLIZAMIENTO, MARGINAL A LAS OBRAS DE ADECUACIÓN MORFOLÓGICA DE LA QDA. LOS ROSALES O SANTO DOMINGO. BLOQUES BASCULADOS. AREA ASOCIADA A LA FRANJA PROTECCION CAUCE.	Sin evolución cuantificable
C7	ZONA AISLAMIENTO COSTADO SUR ORIENTAL. ROCA ALTAMENTE METEORIZADA, ESCARPES EROSIVOS Y DEPOSITOS DE ESCOMBROS. MARGEN DERECHA QDA LA CARBONERA	Evolución progresivo
C8	PARTE SUPERIOR DEL DESLIZAMIENTO. PREDOMINIO LITOLOGICO ASOCIADO A DEPOSITOS COLUVIALES PROCESOS PUNTUALES TIPO ROTACIONAL	Evolución progresivo
SECTOR EL ESPINO		
E1	ZONA DE AISLAMIENTO (PARTE SUPERIOR)	Sin evolución significativa. Desplazamientos muy lentos

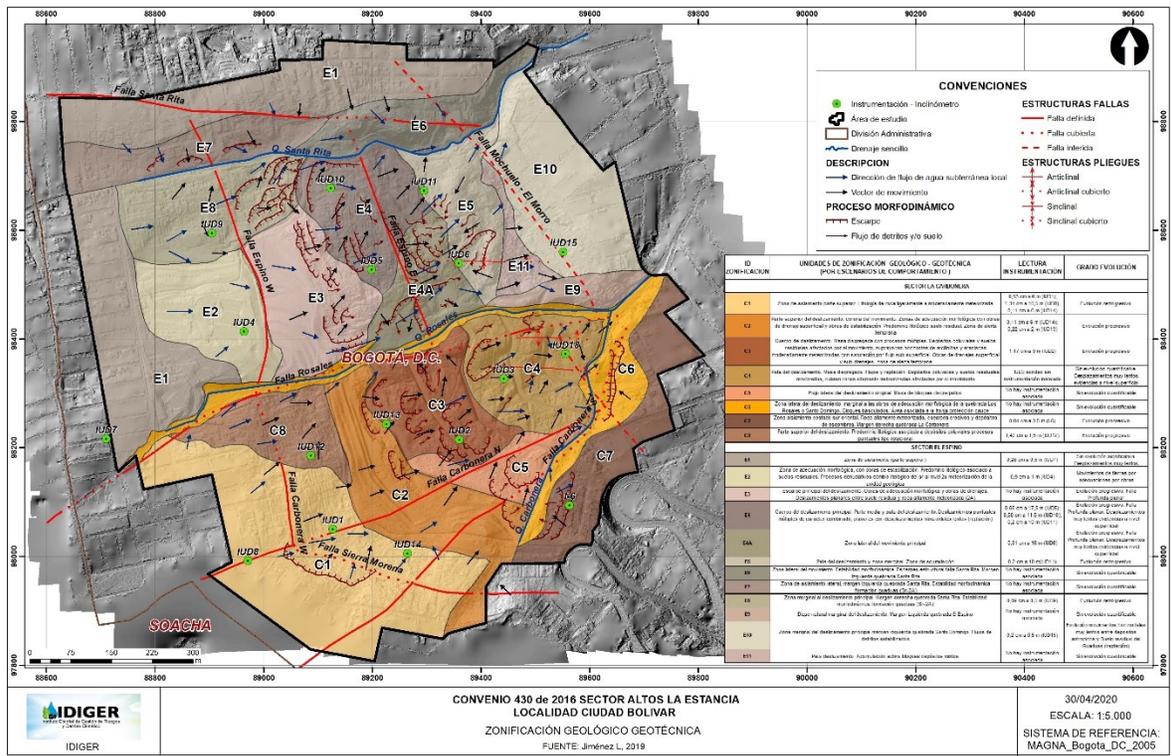
 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

E2	ZONA DE ADECUACIÓN MORFOLÓGICA, CON OBRAS DE ESTABILIZACIÓN. PREDOMINIO LITOLÓGICO ASOCIADO A SUELOS RESIDUALES. PROCESOS DENUDATIVOS CAMBIO LITOLÓGICO DEL Sr AL NIVEL 2A METEORIZACION DE LA UNIDAD GEOLOGICA	Movimientos de tierras por adecuaciones por obras
E3	ESCARPE PRINCIPAL DEL DESLIZAMIENTO. OBRAS DE ADECUACIÓN MORFOLÓGICA Y OBRAS DE DRENAJES. DESLIZAMIENTOS PLANARES ENTRE SUELO RESIDUAL Y ROCA ALTAMENTE METEORIZADA (2A)	Evolución progresivo. Falla Profunda planar
E4	CUERPO DEL DESLIZAMIENTO PRINCIPAL. PARTE MEDIA Y PATA DEL DESLIZAMIENTO. DESLIZAMIENTOS PUNTUALES MÚLTIPLES DE CARÁTER COMBINADO, PLANARES CON DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES LENTOS (REPTACIÓN)	Evolución progresivo. Falla Profunda planar. Desplazamientos muy lentos evidencias a nivel superficial
E4A	ZONA LATERAL DEL MOVIMIENTO PRINCIPAL.	Evolución progresivo. Falla Profunda planar. Desplazamientos muy lentos evidencias a nivel superficial
E5	PATA DEL DESLIZAMIENTO Y ZONA MARGINAL. ZONA DE ACUMULACIÓN	Evolución retrogresivo
E6	ZONA LATERAL DEL MOVIMIENTO. ESTABILIDAD MORFODINÁMICA. ESCARPES ESTRUCTURAL FALLA SANTA RITA. MARGEN IZQUIERDA QDA. SANTA RITA	Sin evolución cuantificable
E7	ZONA DE AISLAMIENTO LATERAL, MARGEN IZQUIERDA QDA. SANTA RITA. ESTABILIDAD MORFODINÁMICA FORMACIÓN GUADUAS (Sr-2A)	Sin evolución cuantificable
E8	ZONA MARGINAL AL DESLIZAMIENTO PRINCIPAL. MD QUEBRADA SANTA RITA. ESTABILIDAD MORFODINÁMICA FORMACIÓN GUADUAS (Sr-2A)	Evolución retrogresivo
E9	DIQUE NATURAL MARGINAL DEL DESLIZAMIENTO. M. IZ QUEBRADA EL ESPINO.	Sin evolución cuantificable
E10	ZONA MARGINAL DEL DESLIZAMIENTO PRINCIPAL M IZQ QUEBRADA SANTO DOMINGO. FLUJOS DE DETRITOS ESTABILIZADOS	Evolución movimientos horizontales muy lentos entre depositos antropicos y Suelo residual del Guaduas (reptación)
E11	PATA DESLIZAMIENTO. ACUMULACIÓN ACTIVA BLOQUES DEPOSITOS MIXTOS.	Sin evolución cuantificable

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos obtenidos, la parte baja del Sector La Carbonera se caracteriza por presentar montículos rocosos residuales y coluvión, donde emergen sobre la topografía promontorios o montículos rocosos de la Formación Guaduas (nivel IIA). Los resultados de la instrumentación reflejan direcciones de movimiento hacia la parte baja de la ladera, el tipo de desplazamiento reflejan movimientos planares sobre la superficie de contacto coluvión – roca y sobre el plano de estratificación entre el nivel del suelo residual y el nivel 2 A de roca moderadamente meteorizada de las limolitas de la Formación

Guaduas. Los depósitos coluviales (Qco), corresponden a acumulación de fragmentos y bloques de roca en disposición semi caótica que yacen sobre las rocas y suelos residuales de la Formación Guaduas. Los depósitos coluviales, debido a su composición en parte arenosa están bien drenados, poco cohesivos, lo cual favorece la acumulación de agua de infiltración superficial con mayor. Se ha correlacionado las capas litológicas que actualmente registran desplazamientos horizontales lentos en el sector los cuales se relacionan en la Tabla 4-25. Las secciones geológicas elaboradas tienen un grado certidumbre en la definición de la variación vertical de los estratos de la parte alta y media pero en la parte baja no se cuenta con mediciones directas que permitan establecer la continuidad de la litología y validar los desplazamientos con los estratos identificados en la parte alta y media con la zona baja.



*Figura 34. Mapa Zonificación Geológica Geotécnica
Fuente: Elaboración propia*

La cartografía de los registros de inestabilidad (grietas, escarpes, surcos, cárcavas, etc.), sobre zonas de deslizamientos permite determinar y entender entre otros factores el origen de los desprendimientos, sus mecanismos de fallas, las zonas de comportamiento homogéneo y las direcciones de movimiento. La distribución y variación temporal de los vectores de movimiento identificados en el control y seguimiento de las mediciones de la instrumentación instalada en La Carbonera y El Espino se ilustra a continuación:



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

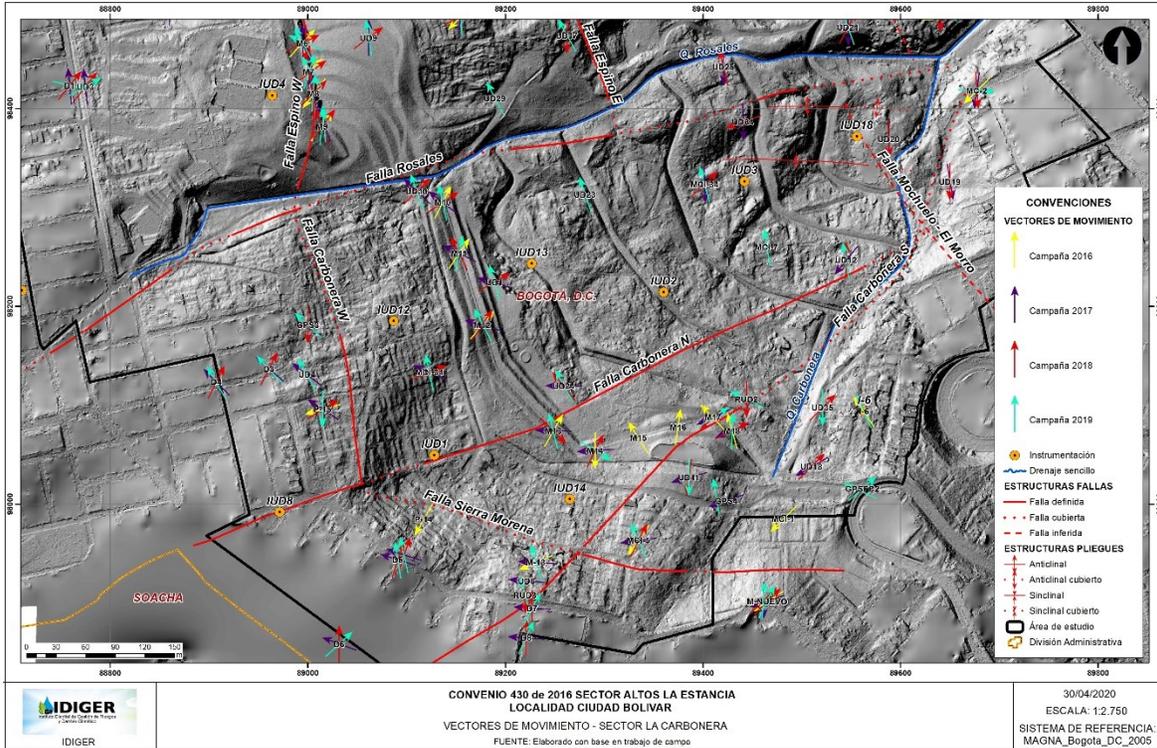


Figura 35. Distribución y sentido de los vectores de movimiento registrados en la instrumentación instalada, estructuras geológicas con datos de captura desde el año 2016 hasta el año 2019 para el Sector La Carbonera

Fuente: Elaboración propia



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

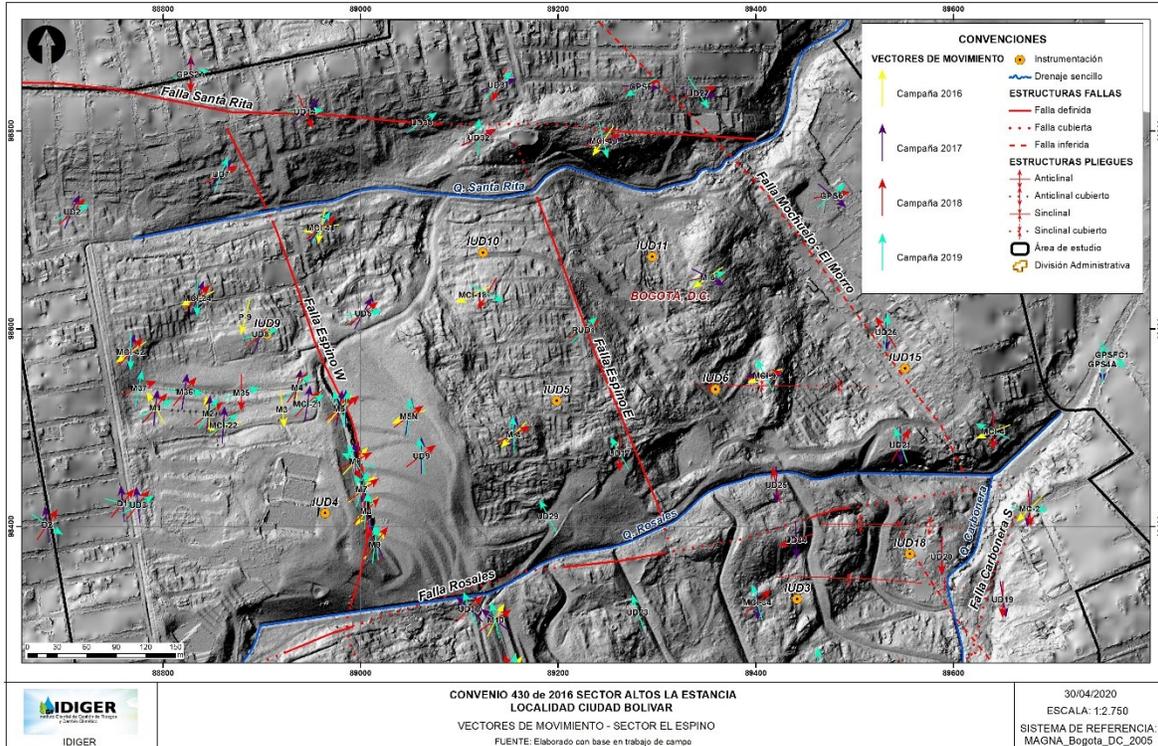


Figura 36. Distribución y sentido de los vectores de movimiento registrados en la instrumentación instalada, estructuras geológicas con datos de captura desde el año 2016 hasta el año 2019 para el Sector El Espino
Fuente: Elaboración propia

4.5 ANÁLISIS DE COBERTURAS VEGETALES Y DE TIERRAS

Dentro del análisis de la cobertura vegetal se valida inicialmente la información secundaria disponible a escala 1: 100.000 que brinda la primera aproximación de la identificación y evaluación de la temática, la cartografía disponible y oficial en este contexto se ilustra en la figura.

En el análisis local y puntual del área de estudio Altos de la Estancia, la cobertura predominante en el área del proyecto Altos de la Estancia ocupa el 32% a coberturas mayormente alteradas producto de áreas afectadas por procesos morfodinámicos activos, grietas, escarpes, antiguas áreas de explotación minera, de esta forma el 68% que la completa, está repartido en una otros tipos de coberturas menores en donde dominan áreas desnudas donde se presenta la roca expuesta con bajos grados de meteorización (24%), categoría de áreas artificializadas y vegetación como arbustos y herbazales que ocupan el 31% del área restante de estudio.

Dentro de la categoría de pastos limpios y enmalezados (que en conjunto cubren el 8% del sector Altos de la Estancia) además de los pastos limpios y porciones aisladas concentradas a áreas muy pequeñas de se presentan vegetación permanente arbóreas, no cartografiable para la escala de análisis.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
--	--	--

Los Pastos limpios, corresponden a extensiones dominadas por hierbas principalmente de la familia Poaceae.

Pastos enmalezados o enrastrados, representa zonas de potrero que han sido abandonadas por un corto periodo de tiempo, y en las cuales se ha iniciado el proceso de regeneración natural.

Coberturas naturales y seminaturales, el bosque abierto bien pueden encontrarse asociados a cuerpos de agua, también se encuentran sin ninguna relación con ellos.

Pese al fuerte grado de intervención antrópica del que ha sido objeto, como resultado de su transformación presentar un dosel bastante irregular. Se registró la presencia de un estrato claramente diferenciado, entre 0,1 y 2,5 m de altura, siendo dominante el estrato arbustivo, que ocupa el 4% del área.

A continuación, en la tabla, se relacionan en amarillo las coberturas identificadas bajo la clasificación Corine Land Cover y su distribución en el área del proyecto de monitoreo. La espacialización de las diferentes unidades de cobertura se muestra en la figura.

Tabla 4-26. Clasificación y categorización de las Coberturas para el área del plan de monitoreo.

NIVEL 1	Nivel 2	Nivel 3
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1.3.1. Zonas de extracción minera
	2.1. Cultivos transitorios	
	2.2. Cultivos permanentes	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
		2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios
		2.3.3. Pastos enmalezados
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de cultivos
3. BOSQUES Y ÁREAS	3.1. Bosques	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
		2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
		2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales
		3.1.2. Bosque abierto



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

SEMINATURALES	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.1. Herbazal
		3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
4. ÁREAS HÚMEDAS	4.1. Áreas húmedas continentales	3.3. Áreas abiertas sin o con poca vegetación
		3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
		3.3.4. Zonas quemadas
		4.1.1. Zonas húmedas – pantanosas
5. SUPERFICIES DE AGUA	5.1. Aguas continentales	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
		5.1.1. Cuerpos de agua naturales
		5.1.2. Canales
		5.1.3. Cuerpos de agua artificiales

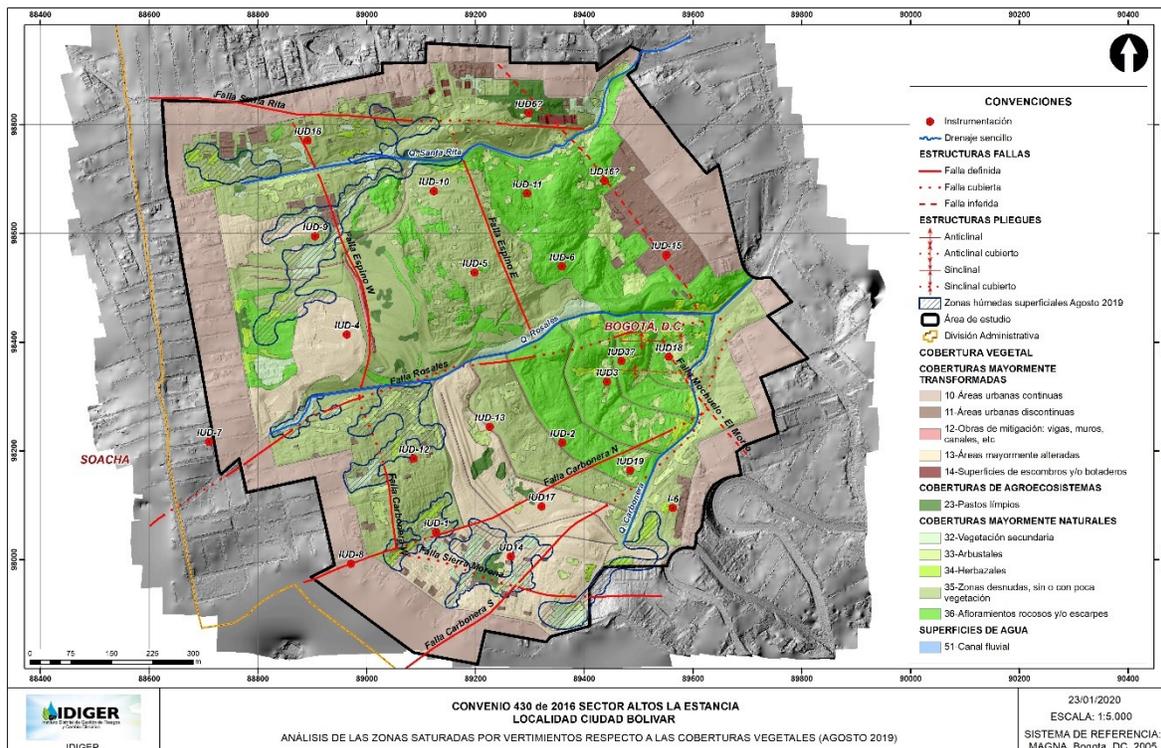


Figura 37. Mapa de coberturas vegetales identificadas, zonas asociadas a infiltración superficial subsuperficial a Agosto 2019
Fuente: Elaboración propia



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

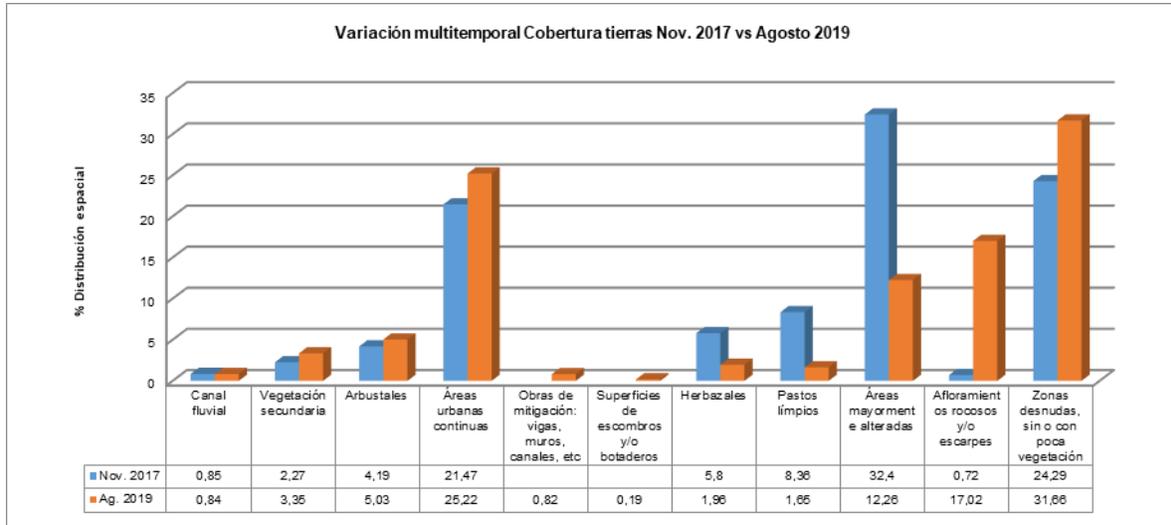


Figura 38. Variación de las coberturas vegetales identificadas desde noviembre de 2017 a agosto de 2019. Fuente: Elaboración propia

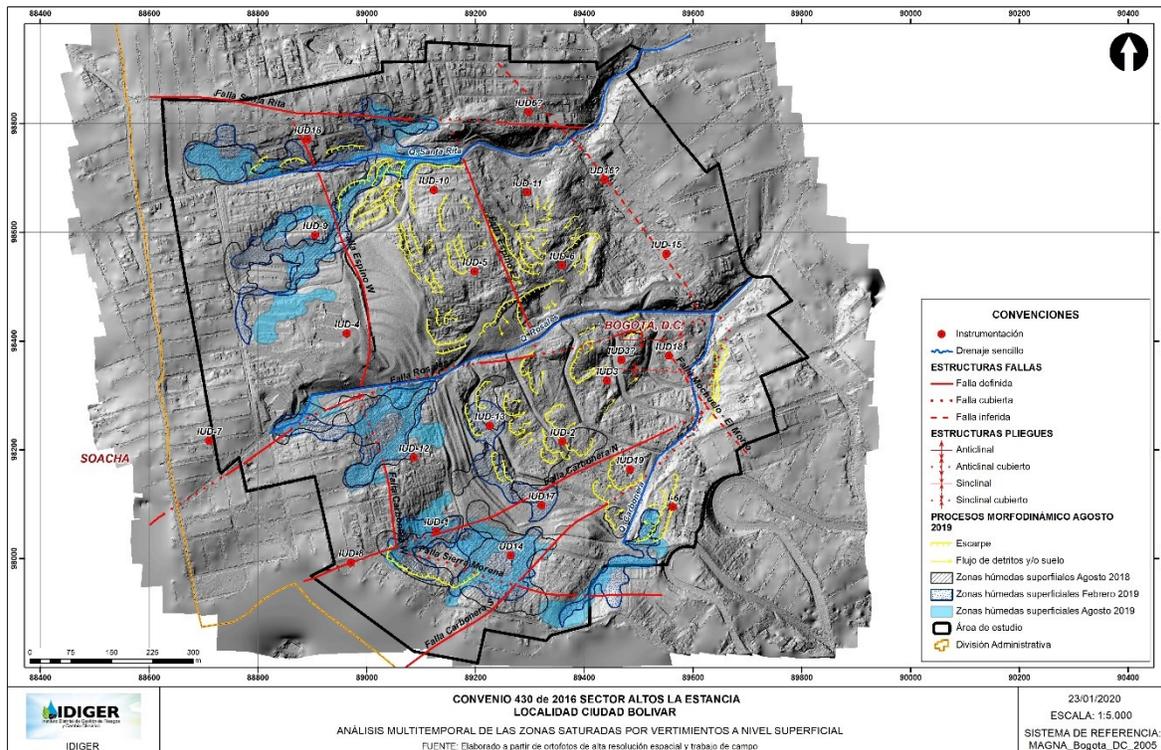


Figura 39. Variación multitemporal de las zonas asociadas a infiltración superficial y subsuperficial favoreciendo los cambios y establecimiento de las coberturas vegetales asociados a pastos limpios y herbazales en el sector Altos de la Estancia Fuente: Elaboración propia

	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</p>
---	--	---

4.6 ZONIFICACIÓN SUSCEPTIBILIDAD A LA OCURRENCIA PROCESOS DE REMOCIÓN

Para la zonificación del área de influencia del Proyecto de Monitoreo de Altos de la Estancia, se elaboró con base al método estadístico univariado, el cual se realiza la combinación de mapas cualitativos de variables temáticas y el uso de puntajes ponderados que se asignan a cada uno de los factores que lo componen, utilizando la herramienta de intersección de capas o álgebra de mapas de ArcGIS. La ponderación es asignada por el especialista geólogo, quien con base en su experiencia y conocimiento de la zona asigna valores para indicar el grado de contribución a la inestabilidad del terreno; la suma de los puntajes de todos los componentes da como resultado un mapa de valores numéricos, los cuales se dividen por rangos para definir áreas con distintos grados de susceptibilidad. Las etapas de evaluación, análisis y procesamiento de la información se ilustran en la Figura 40 y en la Figura 41.

El método utilizado para la zonificación por susceptibilidad utiliza cada factor de mapeo (por ejemplo pendiente, geología, cobertura), se combinan los mapas intermedios y se calculan valores ponderados de densidades para cada clase, por ejemplo unidad litológica, cobertura del terreno, entre otros. Una vez los criterios o variables de calificación han sido estandarizados o parametrizados y sus respectivos pesos han sido establecidos, el método de la combinación lineal ponderada, es el más simple método para la agregación de los criterios de evaluación en un criterio de calificación. Así, el índice de susceptibilidad a movimientos en masa (ISD) se obtiene de la suma de cada criterio de evaluación multiplicado por su respectivo peso (obtenido de la calificación), es decir:

$$IS = \sum_{i=1}^n c_i \cdot v_i$$

Dónde:

IS = Índice de Susceptibilidad

n = Número de variables

c = Criterio de evaluación

v = Peso de cada variable

<p>Susceptibilidad Final = 0.25 * geomorfología + 0.35 * Geología + 0.20 * Cobertura + 0.20 * Isoyetas / 4</p>



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

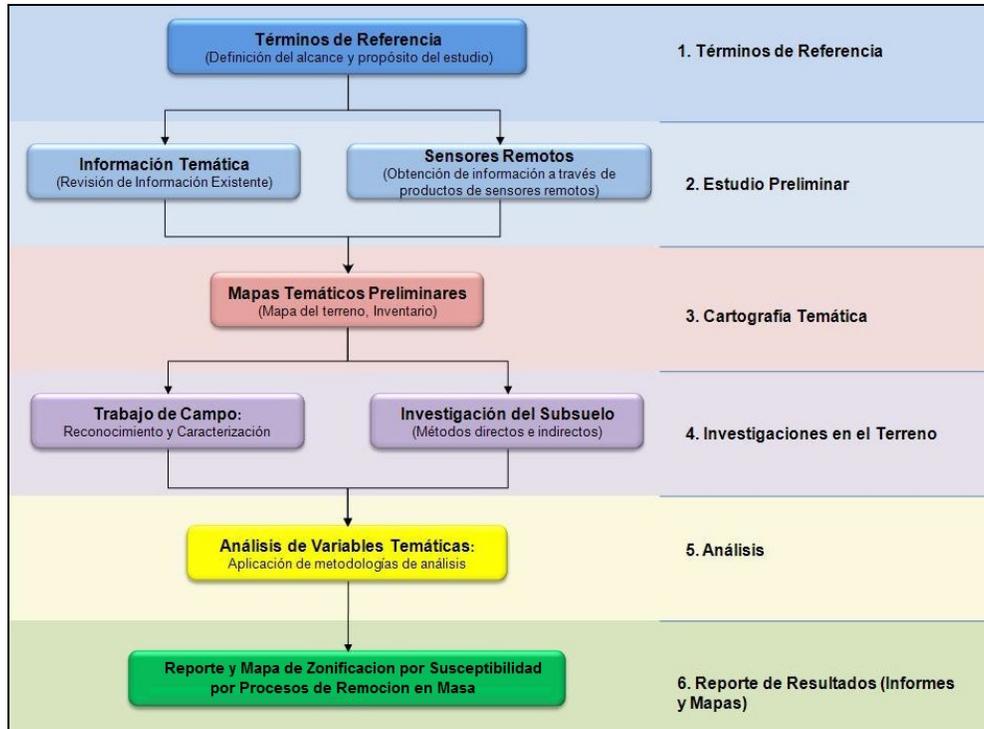


Figura 40. Metodología general para la realización de un estudio de zonificación por susceptibilidad por movimientos en masa. Adaptada y modificada de Ingeominas, 2012.

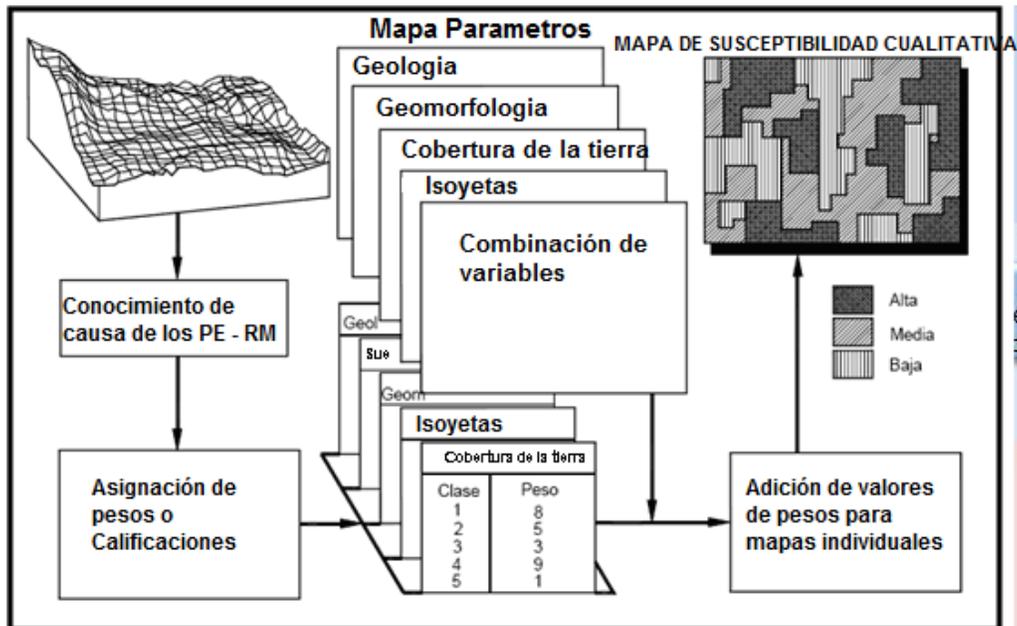


Figura 41. Proceso de implementación y uso de SIG para el análisis estadístico de susceptibilidad por movimientos en masa. Modificado y Adaptado de Ingeominas, 2012

A continuación, se presentan las categorías y pesos para cada una de las tipologías de entrada que intervinieron en el proceso de zonificación por susceptibilidad para el área de Altos de la Estancia, cuyo factor detonante incluido en el análisis fue la precipitación. Este plan metodológico define además, una de las variables cartográficas incluidas en la evaluación del SAT del programa de monitoreo cuya propuesta metodológica y resultados se detallan más adelante del informe final.

La calificación de las variables temáticas aplicadas en el análisis de susceptibilidad para el área de monitoreo, se hace aisladamente y con la matriz multicriterio, se evalúa la calificación de la susceptibilidad producto de la combinación lineal ponderada, se puede explicar el efecto de cada uno de los atributos en el resultado final. Por tal razón, es de suma importancia que las variables entre sí sean congruentes en sus características físicas. En la Figura 42, se presentan los valores ponderados de las variables geomorfología, geología, cobertura e isoyetas en la generación de la zonificación por susceptibilidad por movimientos en masa para el área del proyecto Altos de la Estancia.

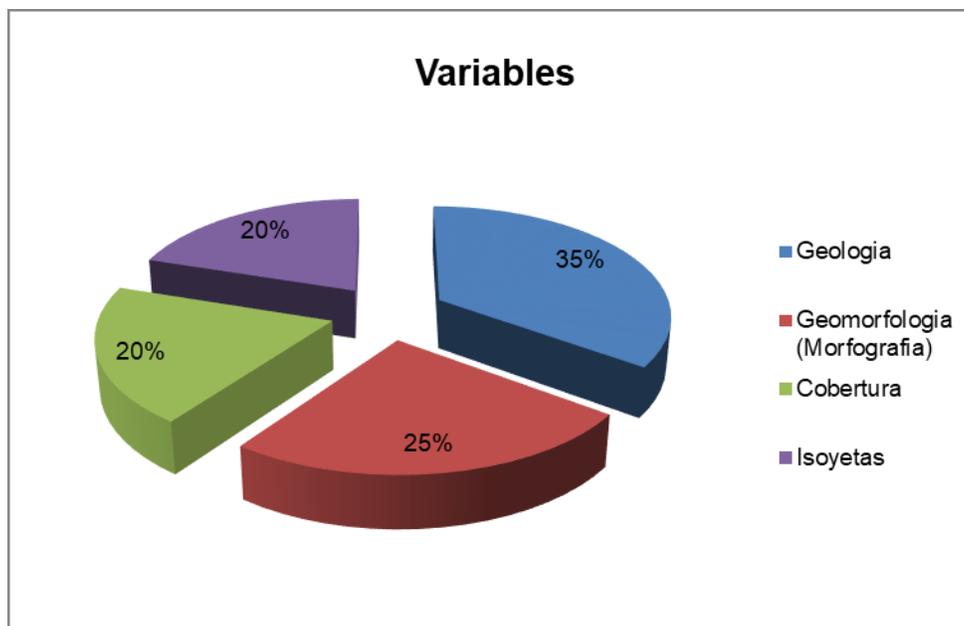


Figura 42. Valores ponderados de las variables geomorfología, geología, cobertura e isoyetas, en la generación de susceptibilidad por movimientos en masa.

Estos valores se describen de forma cualitativa como muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo grado susceptibilidad a los fenómenos de remoción en masa, los resultados de la zonificación se ilustran en la Figura 44. Durante el monitoreo geológico se realizó la evaluación de la susceptibilidad para interpretar de manera integral las variaciones temporales y espaciales de los movimientos, como la variable donde se evidencian los mayores cambios fue la geomorfología (Morfometría), la geología y cobertura como el primer nivel de la estructura jerárquica cuya relación define los valores de la susceptibilidad y como factor detonante los niveles de precipitación (Isoyetas). Esta relación se expresa en forma de valores ponderados, se ha considerado, que el criterio geomorfológico (pendientes) y litológico son las variables de mayor preferencia en

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

relación a las otras variables, la condiciona en gran medida la susceptibilidad a la generación de movimientos en masa. A continuación, se desglosa el resultado de manera individual por tipo de variable en el geoprocesamiento.

4.6.1 Variables análisis cartografía temática

4.6.1.1 Modelo geológico

De acuerdo con la guía metodológica para elaboración de mapas de geología para ingeniería del Servicio Geológico Colombiano, un mapa de geología para ingeniería es un tipo de mapa geológico que muestra información sobre la distribución y propiedades físicas y mecánicas de las rocas y los suelos, el agua subterránea, las características del relieve y los procesos geodinámicos actuales (morfodinámica).

El modelo geológico actual del área de estudio, involucra la clasificación litológica detallada de las unidades de acuerdo con la nomenclatura estratigráfica del SGC, de acuerdo con la campaña de campo, resultados de las investigaciones del subsuelo y la fotointerpretación de las ortofotos (noviembre 2016; junio 2017 y noviembre 2017, junio 2018, noviembre 2018, febrero 2019 y agosto 2019), ver Anexo.

Las unidades geológicas adicionalmente contienen la descripción del perfil de meteorización de los horizontes y las propiedades geomecánicas de los materiales.

De acuerdo, con el seguimiento continuo en campo y la fotointerpretación ejecutado en el plan de monitoreo desde el año 2016, se ha cartografiado los procesos de remoción en masa activos y los procesos erosivos que imperan en el área de estudio del sector Altos de la Estancia. Se incluye en el anexo de soporte de este ítem, el resultado de los dos mapas temáticos insumos (mapas intermedios) de zonificación del riesgo por remoción en masa.

Se establece el mapa de unidades geológicas geotécnicas (UGG), que involucra las zonas delimitadas teniendo en cuenta que representen alto grado de homogeneidad con respecto a las propiedades geotécnicas básicas, cumpliendo con las características de área y espesores mínimos cartografiables, de acuerdo con la escala de trabajo y con base en la definición de unidades lito-estratigráficas.

De acuerdo con las características del área de estudio Altos de la Estancia:

- Rocas.
- Rocas con nivel de meteorizado avanzado o intermedio
- Suelos residuales y saprolitos.
- Suelos o depósitos transportados en cualquier ambiente (depósitos aluviales, de ladera o coluviales).
- Suelos o depósitos antrópicos.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

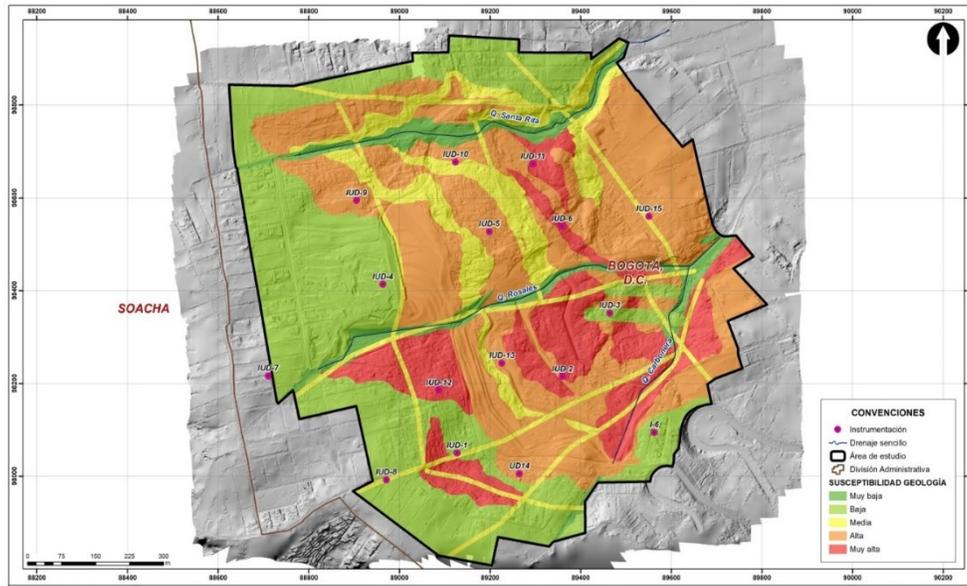


Figura 43. Valoración del Modelo geológico de detalle, en la zonificación por ocurrencia fenómenos emoción en masa Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar. Mapa Base intermedio (Junio, 2018). Fuente: Elaboración propia

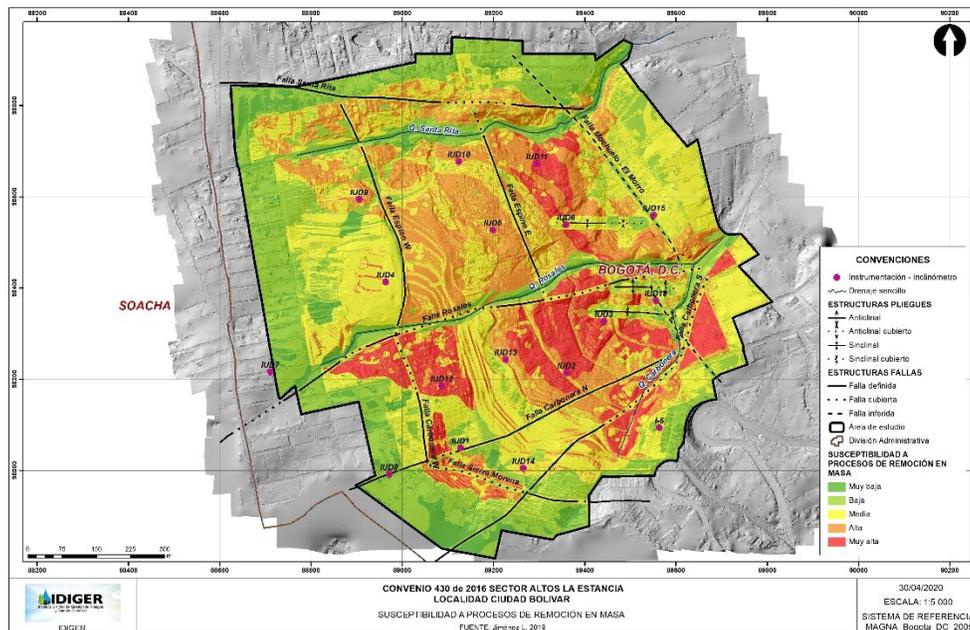


Figura 44. Mapa zonificación susceptibilidad final a la ocurrencia de procesos de remoción en masa, Altos de la Estancia Fuente: Elaboración propia

4.6.1.2 Análisis hidrológico – lluvias

Uno de los principales factores detonantes de los movimientos en masa es la elevación del contenido de humedad de los suelos y en ocasiones el efecto que tiene la intensidad

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

de la lluvia sobre algunos materiales. La acción del agua se puede reflejar en el aumento de los esfuerzos de corte en la masa deslizada y en la reducción de la resistencia al corte del material pudiéndose generar superficies de falla.

El contenido de humedad en los suelos varía con la retención propia de los mismos, la existencia de aguas subterráneas y su flujo, los niveles freáticos, la incorporación de agua por procesos de infiltración o a través de grietas que aparecen en la parte externa del terreno. En áreas urbanas, las obras de infraestructura rústica pozos sépticos, zanjas superficiales y mangueras entre otras, además de las obras de infraestructura como acueductos, alcantarillados, sumideros y en general, el manejo de las aguas lluvias y servidas, se ven afectados en gran medida por los movimientos en masa, adicionando caudales líquidos al interior de los mismos, caso en particular situación que se identificó y registro en el área del proyecto. El efecto de la intensidad de la precipitación es en ocasiones detonante de movimientos en masa dada la energía cinética de las gotas de lluvia, el volumen acumulado y su efecto sobre algunos tipos de suelos.

El área del proyecto Altos de la Estancia, corresponde a un sector densamente habitado sobre materiales en general rocas fracturadas, niveles de suelos residuales, depósitos de coluvión y de materiales mixtos, se considera de gran importancia el estudio de la influencia que tiene el contenido de humedad en los materiales producto principalmente de la incorporación de aguas lluvias al cuerpo del movimiento (material removido y potencialmente susceptible a moverse), filtraciones principalmente por colapso de los sistemas de abastecimiento de agua y drenaje de aguas lluvias y servidas, la variación en los niveles freáticos y la posible existencia de flujos de aguas subterráneas sobre los estratos subyacentes y los múltiples rellenos existentes en el sector de estudio.

En el análisis se ha involucrado y adaptado los registros de precipitación y niveles de superficie de agua.

El periodo de seguimiento de los niveles de precipitación corresponde a los medidos durante el 2017, 2018 y 2019, mediante la interpretación de datos de lluvias acumuladas precedentes.

Los datos adquiridos corresponden a registros de precipitación total anual (desde mediados del año 2017 a la fecha) y precipitación mensual de los mismos años.

La caracterización de los registros de las estaciones tiene buenos datos de acuerdo con su longitud de registro.

Se presenta gráficamente y cartográficamente, en forma de columnas la comparación entre precipitaciones promedio mensuales y en forma de línea los valores promedio de dichos datos. Obsérvese que el régimen de precipitación es bimodal con periodos de lluvia entre marzo – junio y septiembre – noviembre. Los periodos de menor precipitación al año se presentan en los meses de diciembre – enero y julio – agosto. Los valores de precipitación media mensual varían entre 10 y 85 mm.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

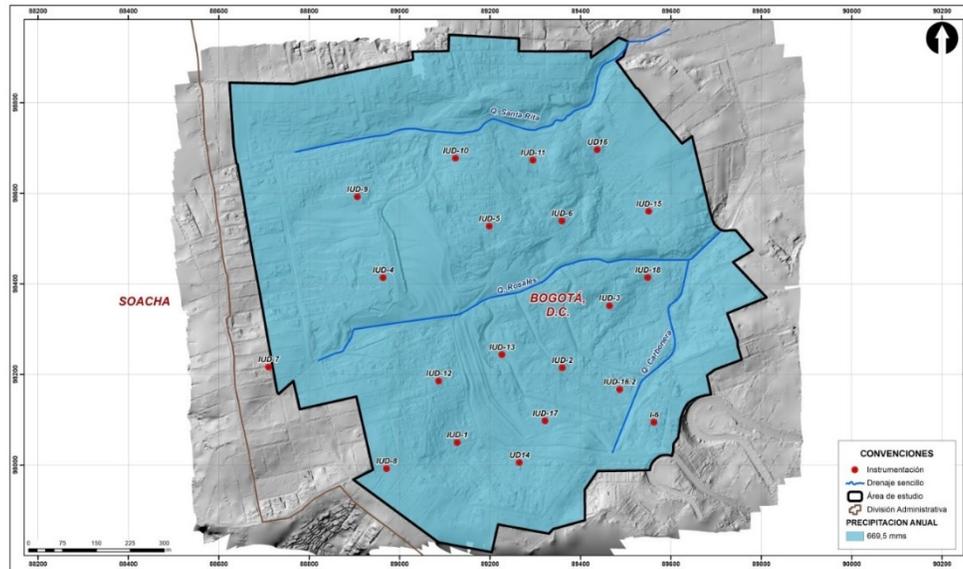


Figura 45. Mapa isoyetas para el área puntual de estudio con base en los registros de precipitaciones periodo anual 2017 – 2018- 2019, en la zonificación por ocurrencia fenómenos emoción en masa Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar. Fuente: Elaboración propia

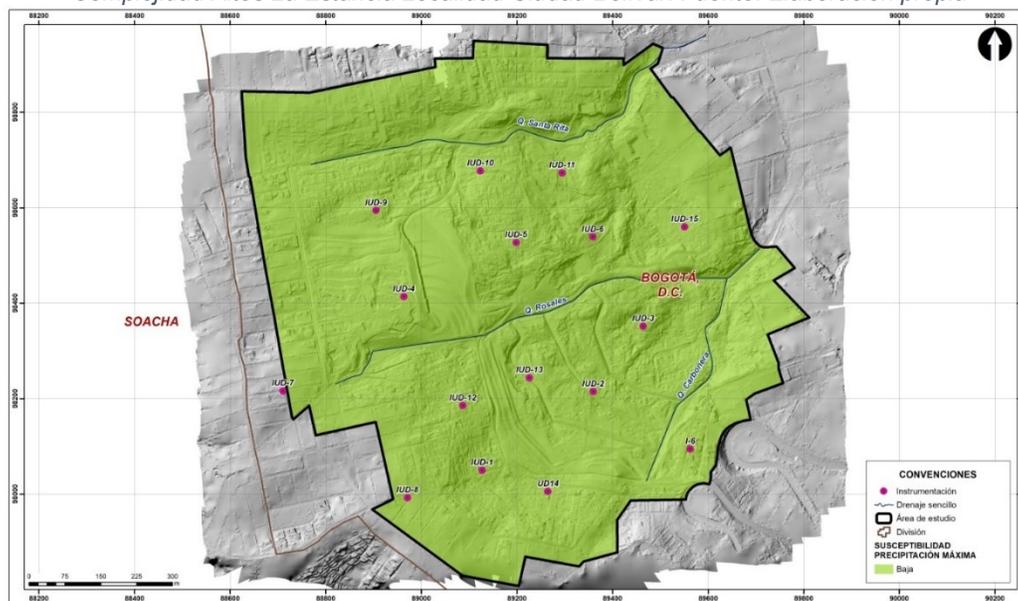


Figura 46. Valoración mapa isoyetas para el área puntual de estudio con base en los registros de precipitaciones periodo anual 2017 – 2018-2019, en la zonificación por ocurrencia fenómenos emoción en masa Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar. Fuente: Elaboración propia



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

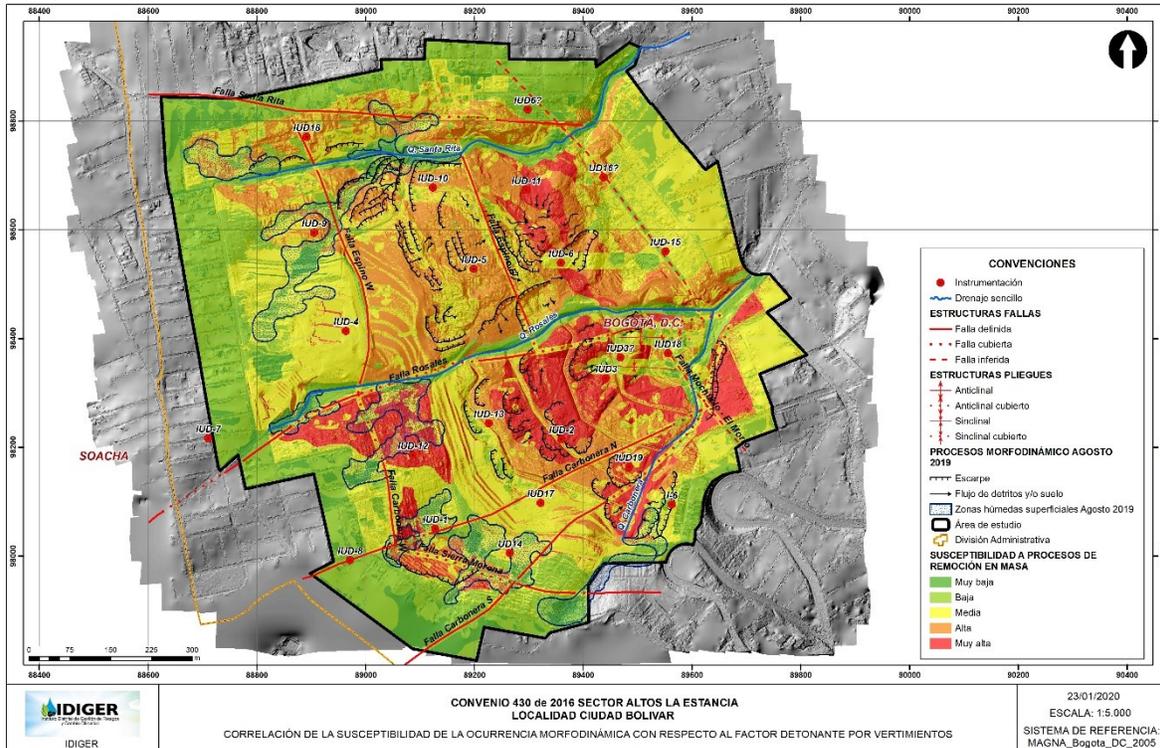


Figura 47. Mapa que ilustra el análisis de correlación entre las zonas de infiltración superficial (vertimientos), zonas de ruptura superficial y morfolodinámica y la zonificación final de susceptibilidad a procesos de remoción en masa

Fuente: Elaboración propia

4.6.1.3 Cartografía unidades de coberturas vegetales y de tierra

En materia de cobertura se valora los aspectos antrópicos relevantes en la zonificación de amenaza por movimientos en masa, como cambios en el uso, cortes de laderas y explanaciones con base en la información actualizada de sensores remotos dentro de las actividades del componente geológico durante el marco del monitoreo. Los resultados de la fotointerpretación están consignados en los informes de avance mensual y cuyos resultados principales se describen en el numeral **Análisis de coberturas vegetales y de tierras**

Para efectos del análisis y actualización de la zonificación en el área del proyecto, la cobertura vegetal influye en la estabilidad de los depósitos de suelos y macizos rocosos mediante efectos que se pueden clasificar como hidrológicos y mecánicos. Los hidrológicos comprenden efectos sobre la capacidad de infiltración, la humedad y la evapotranspiración.

Entre los mecánicos están el incremento de la resistencia que le proporcionan las raíces al suelo, la protección frente a la erosión o la sobrecarga que pueden generar sobre las laderas.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

VARIACIÓN ZONIFICACIÓN SUSCEPTIBILIDAD OCURENCIA EVOLUCIÓN PROCESOS REMOCION
EN MASA - MULTITEMPORAL NOVIEMBRE 2017 AGOSTO 2019
COBERTURAS DE TIERRA

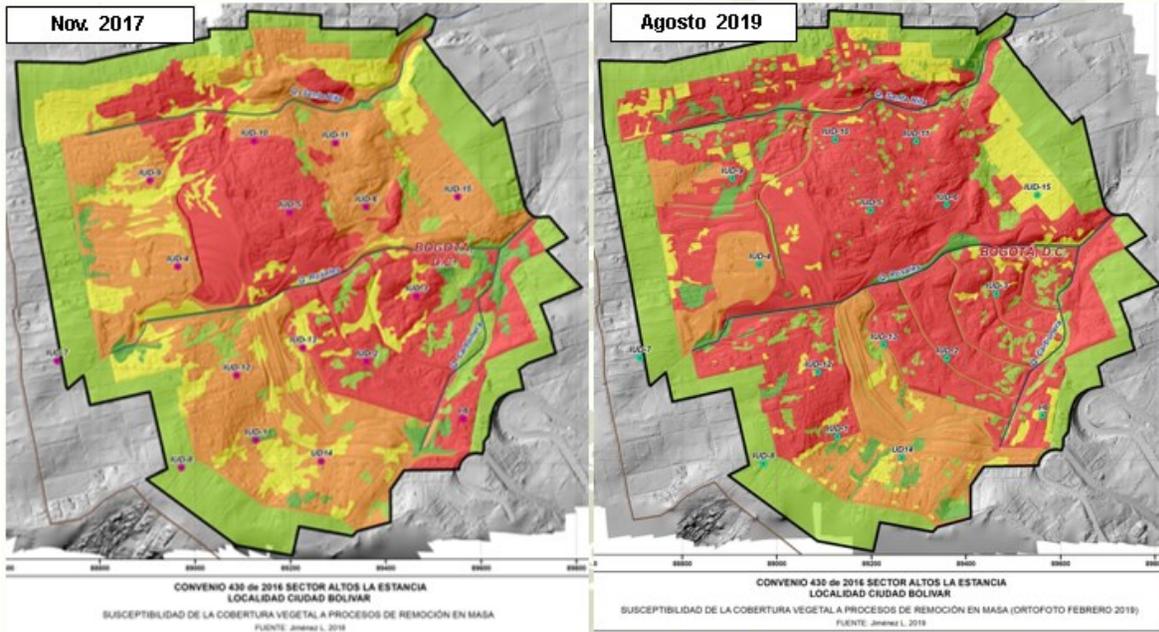


Figura 48. Variación temporal año 2017 en contraste a los cambios detectados para el año agosto 2019, valoración de la temática de coberturas vegetales y tierras para el área puntual de estudio, en la zonificación por ocurrencia fenómenos emoción en masa Sector de Alta Complejidad Altos La Estancia Localidad Ciudad Bolívar. Fuente: Elaboración propia

4.6.1.4 Análisis multitemporal morfodinámica

A lo largo del monitoreo geológico y morfodinámico de Altos de la Estancia, la fotointerpretación de sensores remotos, correlación litológica – estructural con los desplazamientos del sector, han permitido establecer las variaciones espaciales en los rasgos morfométricos de los escarpes y el seguimiento de la velocidad de los procesos morfodinámicos menores se ubican en el segmento dentro del Deslizamiento principal (zona intermedia y pie), que dentro de los análisis e interpretaciones geomorfológicas para cada sector se han diferenciado en términos de tipo de procesos de remoción en masa, magnitud, distribución espacial, litología asociada, detonantes, velocidad movimiento.

4.6.1.4.1 Sector El Espino

Los resultados del análisis multitemporal arrojaron para el sector del Espino, cambios espaciales y temporales de hundimientos en las geformas de origen estructural con superficies abruptas que involucran escarpes de falla que progresivamente cambian a abultamientos múltiples, lóbulos de soliflucción (Espino) con grietas de distensión entre la parte intermedia y pie del cuerpo principal del Espino. Los vectores de avance muestran

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

un avance principalmente progresivo hacia el NE-E tanto para la Carbonera como para el Espino en la parte intermedia y baja.

La superficie de ruptura en la parte intermedia y pie del Espino, se encuentra entre los 10 y 16 m de profundidad, involucra los cambios litofaciales entre las limolitas, arcillolitas y limolitas carbonosas, la configuración estructural del plegamiento local concentra la acumulación de las aguas subterráneas en la zona de inflexión del pliegue sinclinal (pie deslizamiento), deformación compresiva de la Formación Guaduas y la influencia de la zona saturada por el flujo subterráneo local. Esta condición influye en los tipos de procesos de remoción en masa identificados, corresponden a abultamientos múltiples, lóbulos de solifluxión y procesos de reptación registrados y cartografiados con base en fotointerpretación y verificación en campo.

Se ha catalogado el sector como un Deslizamiento traslacional con corona retrogresiva, con presencia de deslizamientos superficiales de suelo, procesos de remoción en masa laterales lentos evidenciados en solifluxión y reptación de la parte intermedia y baja, con flujos puntuales de suelo y detritos.

A lo largo del monitoreo desde el año 2017 al 2020, se ha concluido que para realizar un estimativo real del caudal que probablemente ingresa al cuerpo del deslizamiento por causas antrópicas en un tiempo y puntos específicos, es posible conociendo las redes de distribución de acueducto y alcantarillado, y a su vez realizando la evaluación de la cronología de los daños ocurridos.

La superficie de falla que se asocia a los desplazamientos en profundidad (entre los 5 y 10 m) en la zona retrogresiva del movimiento principal (corona y cima del deslizamiento) muestran una tendencia a la ruptura (superficie de falla) en el inicio del estrato de arcillolitas compactas con las areniscas silíceas, desplazando el bloque superior sobre el inferior; dada la profundidad de la superficie de ruptura coincidente con el estrato de arcillolitas compactas y la dirección de movimiento de los bloques, estos desplazamientos deben ser considerados.

En la parte intermedia la profundidad de la superficie de ruptura se ubica entre los 10 y 16 m. se asocia a los procesos de mayor magnitud de carácter progresivo, tipo reptación con desplazamientos horizontales lentos, entre la variación litológica de las arcillolitas y limolitas carbonosas. Procesos morfodinámicos múltiples combinados con superficies de ruptura superficial en los suelos residuales areno limosos de la Formación Guaduas y de los depósitos de ladera, dada la consistencia, mayor porosidad y granulometrías granulares de los materiales, favorece la acumulación del flujo subsuperficial que principalmente corresponde a la acumulación de los flujos de agua por vertimientos de la parte alta que por infiltración por lluvias.

A continuación, se ilustra espacialmente la distribución de los rasgos y evidencias de las superficies de ruptura a nivel superficial de los procesos morfodinámicos identificados en el análisis multitemporal para los periodos de noviembre 2016, noviembre 2017, agosto 2018 y agosto 2019 donde claramente se puede observar los cambios de los procesos registrados en estudio.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

VARIACIÓN ZONIFICACIÓN SUSCEPTIBILIDAD OCURRENCIA EVOLUCIÓN PROCESOS REMOCION
EN MASA - MULTITEMPORAL NOVIEMBRE 2017 AGOSTO 2019
PENDIENTES

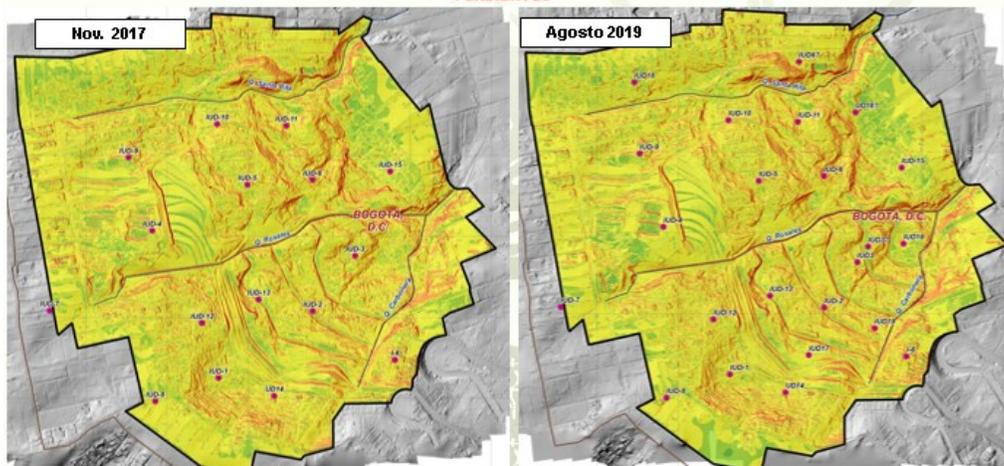


Figura 49. Variación temporal año 2017 en contraste a los cambios detectados para el año agosto 2019, valoración de la temática de pendientes

Se presentan deslizamientos puntuales complejos, debido a los múltiples mecanismos de falla; se caracteriza por desarrollarse como un movimiento combinado de tipo planar y rotacional en la parte intermedia y pie del deslizamiento principal, sobre la superficie de contacto litológica entre capas de areniscas y limolitas de la Formación Guaduas. Además la zona de falla Mochuelo, cuyo trazo es perpendicular a la dirección de las capas (15° 25° NW) constituye una pantalla que cierra y concentra el flujo de agua subterránea entre esta falla y la falla Espino Este.

Los resultados de la instrumentación IUD7, IUD4, IUD9, IUD5, IUD6, IUD11 y el IUD15 asocian movimientos de tipo rotacional, puntuales y de carácter superficial, en suelos residuales de la Formación Guaduas, depósitos de coluviales y mixtos. La condición desfavorable para la evolución de los procesos de remoción en masa se vincula con los flujos de agua libre por vertimientos antrópicos en el sector E2, E3, E4 y E8; en tanto esta condición no se controle, los procesos aumentarán en frecuencia y magnitud, con la potencialidad de generar un desplazamiento de mayor velocidad y que desplace los materiales coluviales y de suelo residual hacia la parte baja del Espino.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

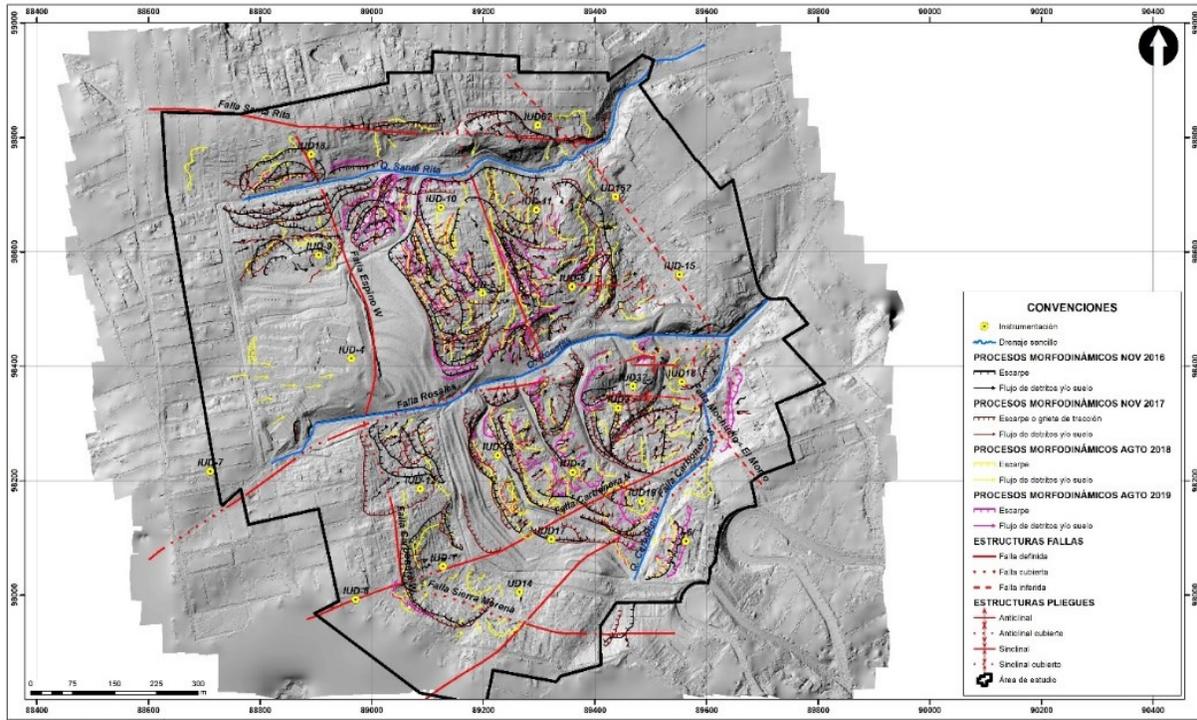


Figura 50. Interpretación multitemporal de los rasgos morfodinámicos activos para los cuatro periodos analizados a partir del geoprocesamiento del DEM.

En el sector E1, E2 y E8, afloran grietas distensivas en materiales fracturados, ligeramente meteorizados de la Formación Guaduas, presentan una densidad moderada y de longitudes medias de 50 a 70 metros paralelas a la dirección de la pendiente, orientadas en dirección preferencial N70° -80° E. El mecanismo de falla en esta zona, se presenta un movimiento principal de tipo planar superficial.

En el sector E4, que involucra el cuerpo principal del deslizamiento, presenta una morfología lóbulos, superficies positivas de abultamientos, con dos direcciones de movimiento de la masa una N10°E y la otra N70° - 80° E. Persiste alta densidad de grietas, con un mecanismo de movimiento principalmente de tipo planar entre la superficie de contacto deposito – roca meteorizada (IIA) y con algunos movimientos superficiales rotacionales.

En el sector E5 y E11, representa un movimiento lateral lento tipo reptación, con otros procesos puntuales de menor magnitud de ruptura en forma rotacional; alta densidad de grietas de forma semicircular y con longitudes medias de 10 metros.

En el sector E5 y E10, representa una zona compleja de formas y direcciones diferentes. En el sector E5, las grietas se presentan transversalmente a la dirección del movimiento denotando un cambio del mecanismo de falla planar a rotacional posteriormente el movimiento avanza hacia el NE y se divide en dos movimientos opuestos uno a cada costado. La parte baja del Espino muestra una dinámica de movimientos de bloques que le dan mayor heterogeneidad a la zona. Estos bloques representando por deslizamientos

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

menores muestran diferentes mecanismos de ruptura entre planar y rotacional, y en la parte baja lateral lento tipo reptación.

Tabla 4-27. Relación entre la instrumentación instalada, profundidad de los desplazamientos y litología asociada a la superficie de falla del movimiento sector El Espino según los resultados a marzo del 2020.

ID INCLINOMETRO	DESPLAZAM. (m)	PROF. (m)	LITOLOGIA
IUD4	11,1	1,0	Depósitos antrópicos, rellenos excavaciones
IUD5	6,6	0,5	Suelo residual Sr – Roca altamente meteorizada Fm Guaduas Nivel 2A
IUD6	9,4	1,0	Deposito coluvial – Suelo residual Sr
IUD7	5,1	0,5	Limolitas ligeramente meteorizadas Nivel 2B intercaladas con areniscas cuarzo feldespáticas
IUD9	1,65	1,5	Suelo residual Sr – Roca altamente meteorizada Fm Guaduas Nivel 2A
IUD10	4,46	11,5	Areniscas cuarzo feldespáticas moderadamente meteorizadas, fracturadas Nivel 2A
IUD11	2,9	1,5	Deposito coluvial – Suelo residual Sr – Roca altamente meteorizada Fm Guaduas Nivel 2A
IUD15	5,6	0,5	Depósitos antrópicos, rellenos excavaciones - Deposito coluvial – Suelo residual Sr
IUD18	6,0	7,0	Limolitas altamente meteorizadas Nivel 2A intercaladas con arcillolitas carbonosas delgadas

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la interpretación multitemporal morfométrica se concluye y ratifica que las variaciones espaciales aumentó en frecuencia y número de escarpes erosivos y mayor evolución de procesos morfodinámicos menores en el segmento Deslizamiento principal (zona intermedia y pie), aumento de hundimientos con escarpes estructurales a abultamientos múltiples, lóbulos de soliflucción (Espino) con grietas de distensión y con vectores de avance progresivo hacia el NE-E tanto para la Carbonera como para el Espino.

4.6.1.4.2 Sector La Carbonera

En el sector de la Carbonera se han realizado en la corona del deslizamiento actividades de adecuación morfológica con obras de drenaje superficial y obras de estabilización, esto ha repercutido en que los instrumentos IUD4, IUD7 y IUD9 muestren desplazamientos superficiales pero que no han evidenciado movimientos asociados a movimientos endógenos de remoción en masa, con estabilidad morfodinámica.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

En este sector a lo largo de los registros de las mediciones identificadas en los IUD1, IUD12 y IUD13 incluye en el registro litológico de los sondeos la presencia de depósitos coluviales delgados que suprayacen horizontes de suelo residual de la Formación Guaduas, sobre este se presentan los principales desplazamientos superficiales en el contacto de estos dos tipos de materiales inconsolidados, de baja resistencia y de mayor permeabilidad; los movimientos se han identificado hasta los 6 m. En la cartografía de zonificación morfodinámica y geotécnica se distribuyen en la zona C1, C8 y C3 y de acuerdo con los resultados de las interpretaciones geológicas y de seguimiento geotécnico de la instrumentación se ha catalogado como una zona de alerta temprana de baja intensidad (ver Anexo cartográfico – Mapa SAT). En estos sectores (C1, C8 y C3) el factor detonante ya principalmente influye en los procesos morfodinámicos de la corona del escarpe principal de la Carbonera se asocia a los flujos de agua libre superficial a causa de los inadecuados vertimientos de aguas domésticas. Las mediciones de la instrumentación de los inclinómetros registran en la última lectura de octubre de 0,33cm a -0,5m profundidad (IUD14) y 1cm a -0,5m profundidad (IUD13). En esta zona se identificado evidencias superficiales de inestabilidad de moderada magnitud y de carácter puntual (análisis multitemporal rasgos del DEM y validados en campo). A diferencia del sector El Espino en la Carbonera los procesos de remoción en masa corresponden a deslizamientos múltiples planares y combinados en la parte alta que involucra los horizontes entre los depósitos de ladera y los suelos residuales detonados por la saturación de los mismo por la acumulación de agua de origen antrópico. Evidencia avance retrogresivo, la corona y el escarpe principal con presencia de grietas en dirección NW y perpendiculares a la dirección del deslizamiento. Estas grietas presentan una longitud media de 19 metros. Presenta un mecanismo de falla rotacional en los depósitos coluviales. También se caracteriza por la presencia de escarpes escalonados que evidencian un avance retrogresivo del movimiento.

En la parte intermedia y baja en el sector Espino particularmente en el mapa de zonificación geotécnica incluye las zonas C2, C3 y C5, los procesos de remoción en masa varían entre flujos de suelo, detritos y de tipo planar (superficie de ruptura profunda). Sin embargo, en el análisis multitemporal los flujos han evolucionado en el sector C3 a procesos rotacionales múltiples que incluye como predominio litológico los suelos residuales y coluvios.

A partir del sector C2 en la zonificación morfodinámica presenta una superficie de falla profunda de tipo planar entre suelos residuales y la roca moderadamente meteorizada (Dzc-Ecp), con evidencias morfodinámica progresiva. Se ha catalogado según la evolución del monitoreo geotécnico cuantificable como baja en el SAT. Presenta evidencias muy puntuales de saturación superficial de suelos coluviales que se han identificado en la cartografía de las coberturas vegetales interpretadas a partir de las ortofotos capturadas.

En el sector C3 que incluye el cuerpo izquierdo (IUD13, IUD2), se caracteriza por su complejidad morfológica y morfodinámica, en el cual se presenta una dirección predominante del movimiento al NE (40° – 50°) y una alta densidad de grietas orientadas transversal y longitudinalmente a la dirección del movimiento. La distribución y geometría de las grietas evidencia un movimiento principal de tipo rotacional múltiple con la

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

presencia de flujos superficiales favorecidos por los flujos sub-superficiales y de infiltración en los materiales blandos, alterados y permeables.

En el sector C7 el cual involucra el cuerpo derecho del deslizamiento principal de la Carbonera, presenta una alta modificación de su dinámica por intervención antrópica que retiro gran parte del material deslizado dejando prácticamente el nivel de roca. Se han identificado grietas distensivas en la parte superior, ocasionales en dirección transversal al movimiento y en la parte inferior se presentan longitudinales, esto podría indicar un movimiento complejo de tipo rotacional y translacional. Otros procesos de remoción identificados consisten de hundimientos con diferencia en cota topográfica generados por la acumulación de agua en la matriz areno limosa de este sector de los suelos residuales de la Formación Guaduas y el trazo de la Falla La Carbonera.

Tabla 4-28. Relación entre la instrumentación instalada, profundidad de los desplazamientos y litología asociada a la superficie de falla del movimiento sector La Carbonera según los resultados a marzo del 2020.

ID INCLINOMETRO	DESPLAZAM. (mm)	PROF. (m)	LITOLOGIA
IUD1	6,4	0,5	Roca ligeramente a moderadamente meteorizada Fm Guaduas Nivel 2A
IUD2	7,3	1,0	Deposito coluvial – Suelo residual Sr – Roca altamente meteorizada Fm Guaduas Nivel 2A
IUD3	3,0	10	Limolitas moderadamente meteorizadas Nivel 2B intercaladas con arcillolitas carbonosas delgadas
IUD8	16,6	10,5	Roca ligeramente meteorizada Fm Guaduas Nivel 2B
IUD12	15,4	1,5	Deposito coluvial – Suelo residual Sr – Roca altamente meteorizada Fm Guaduas Nivel 2A
IUD13	11,23	0,5	Suelo residual Sr – Roca altamente meteorizada Fm Guaduas Nivel 2A
IUD14	4,49	0,5	Suelo residual Sr – Roca altamente meteorizada Fm Guaduas Nivel 2A
I6	95,3	1,5	Roca ligeramente meteorizada Fm Guaduas Nivel 2B

Fuente: Elaboración propia

En el sector C4, las superficies son irregulares, con abultamientos, presencia de grietas distensivas que disminuyen en frecuencia y magnitud en el cuerpo izquierdo. En esta zona de presentan procesos de remoción en masa de tipo rotacional y combinados.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Los desplazamiento profundos evidenciados en el IUD8 y el IUD3 se estima que están relacionados con el flujo subterráneo entre las areniscas cuarzo feldespáticas de geometría tabular, muy fracturadas; esta condición y las zonas de falla favorece que el flujo migre por la zona de la falla Carbonera N concentrándose en la parte deformada además por plegamiento local identificado en el IUD3, en el pie del deslizamiento. Las condiciones geomecánicas de fracturamiento y deformación geológico estructural influye en la respuesta de desplazamientos.

Dados los resultados de las mediciones del I6, es conveniente continuar con seguimiento geológico geotécnico, teniendo en cuenta que corresponde a un escarpe tectónico por el trazo de la Falla La Carbonera Sur con pendientes abruptas, con procesos de remoción en masa tipo flujos de detritos y rocas.

4.6.2 Resultados susceptibilidad

La susceptibilidad alta a muy alta en el sector del Espino, arroja deslizamientos locales de características de “complejo” debido a los múltiples mecanismos de falla y de movimientos presentados en su interior, se caracteriza por desarrollarse como un movimiento combinado de tipo planar y translacional siguiendo un límite de contacto litológico entre capas de areniscas y limolitas de la Formación Guaduas y la intersección con una zona de falla perpendicular a la dirección de las capas (15° 25° NW) El Espino.

La susceptibilidad moderada asocia movimientos de tipo rotacional, puntuales y de carácter superficial que involucra los suelos residuales de la Formación Guaduas y los depósitos de coluviales y mixtos de la parte baja del sector.

4.6.2.1 Sector El Espino

4.6.2.1.1 Corona deslizamiento principal (IUD9)

Las grietas en este sector son de densidad moderada y de longitudes medias de 50 a 70 metros paralelas a la dirección de la pendiente y orientadas en dirección preferencial N70° -80° E. Hacia la parte alta se presentan algunas grietas en dirección perpendicular a esta última dirección. Como mecanismo de falla en esta zona se presenta un movimiento principal de tipo planar sobre la superficie del horizonte de roca moderadamente meteorizada.

4.6.2.1.2 Cuerpo del deslizamiento (IUD5, IUD6, IUD10, IUD11)

En la parte intermedia se caracteriza por la sucesión de varios escarpes menores zona ligeramente deprimida con presencia grietas. El cuerpo representa la masa desplazada del deslizamiento con cambios morfológicos y de la superficie del terreno importante. Se localiza en la parte central en donde se identificaron tres subzonas por su posición, mecanismo de falla y morfología en: cuerpo izquierdo, cuerpo central y cuerpo derecho.

El cuerpo izquierdo (IUD10), susceptibilidad alta a media, presenta una morfología abombada con dos direcciones de movimiento de la masa una N10°E y la otra N70° - 80° E. Presenta una alta densidad de grietas en tres direcciones principales, una en la parte superior siguiendo el límite de esta zona y la otra perpendicular siguiendo las direcciones de movimiento antes anotadas. Se considera que en esta zona se presenta un

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

mecanismo de movimiento principalmente de tipo planar entre la superficie de contacto de depósito – roca meteorizada (IIA) y con algunos movimientos superficiales rotacionales.

El cuerpo central (IUD5), susceptibilidad alta, representa un movimiento lateral lento tipo reptación, y con otros de menor magnitud de ruptura en forma rotacional, evidenciado por una alta densidad de grietas de forma semicircular y con longitudes medias de 10 metros. Estas grietas presentan dos direcciones principales de movimiento, una hacia la dirección principal (N70° - 80° E) y otra hacia el sureste (40° - 50°).

El cuerpo derecho (IUD6), presenta una baja densidad de grietas en dirección N40°-50° E. Las grietas presentan forma rectilínea con longitud media paralela a la tendencia de la ladera. Escarpes erosivos sobre los depósitos aluviales de la quebrada Los Rosales.

4.6.2.1.3 Pie del deslizamiento (IUD15)

La base o parte baja, representa una zona compleja de formas y direcciones diferentes tanto hacia el NE y SE. En la parte superior del pie las grietas se presentan transversalmente a la dirección del movimiento denotando un cambio del mecanismo de falla planar a rotacional posteriormente el movimiento avanza hacia el NE y se divide en dos movimientos opuestos uno a cada costado. Sobre el costado derecho se registra un movimiento superficial de flujo por la dirección de sus grietas y la morfología del terreno.

El Espino muestra una dinámica de movimientos de bloques que le dan mayor heterogeneidad a la zona. Estos bloques representando por deslizamientos menores muestran diferentes mecanismos de ruptura entre planar y rotacional, y en la parte baja lateral lento tipo reptación.

4.6.2.2 Sector La Carbonera

La evolución en la Morfometría en la fotointerpretación de la ortofoto para los tres periodos analizados y la combinación de las variables temáticas de análisis, las zonas de susceptibilidad muy alta y alta reflejan áreas afectadas por deslizamientos retrogresivos antiguos y recientes, cuyas coronas se extienden desde la quebrada La Carbonera hasta la quebrada Rosales. De acuerdo con las características litológicas de los materiales, resistencia, textura, estructura y deformación geológica involucrada en el análisis multicriterio, las zonas de susceptibilidad media incluye los materiales de roca moderadamente meteorizada IIA, donde la profundidad del plano de falla de este deslizamiento se asume que puede ser superior a los 20 metros desde la superficie del terreno. Sin embargo, hacia la parte media baja de esta zona se observan escarpes asociados a fenómenos superficiales activos ya que se observan deformaciones en el terreno y pequeñas coronas de deslizamiento que atraviesan la zona.

Áreas de susceptibilidad moderada o media, se asocian a las áreas de ocupación en los alrededores que limitan el área de estudio, por viviendas carentes de infraestructura de servicios públicos adecuados, zonas con alta saturación a nivel sub-superficial por los vertimientos de aguas domésticas de los suelos residuales y depósitos coluvio aluviales.

Las zonas de susceptibilidad moderada, representa la ocurrencia de deslizamientos rotacionales superficiales que involucran la capa del suelo residual de la Formación

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Guaduas, para los cuales se ha determinado profundidades del plano de falla aproximada a 7 metros desde la superficie.

Topográficamente el sector de la Carbonera se ubica más alto que el Sector del Espino con materiales inconsolidados y de textura arenosa saturados por los vertimientos domésticos en la parte alta y las características litológicas de los materiales favorecen la acumulación de aguas superficiales y de infiltración, ejerciendo presión hacia la parte baja del Espino, sobre la margen izquierda de la quebrada Santo Domingo favoreciendo flujos de detritos en esta zona. Esto repercute potencialmente en desplazamientos masivos de roca y detritos.

Por el occidente coronas y escarpes conectados, relacionados procesos combinados entre flujos superficiales y movimientos laterales lentos con hundimientos y deformaciones del terreno.

La zonificación susceptibilidad refleja estabilidad morfodinámica, sin embargo es conveniente evitar cualquier tipo de actividad que modifique las condiciones geológico, morfométricas y topográficas de estabilidad ya que a partir de la modificación de alguna de estas, se pueden generar movimientos en masa

Se diferencian las siguientes zonas de acuerdo con los análisis:

4.6.2.2.1 Cabeza del deslizamiento (Inclinómetros IUD1-IUD12)

Corresponden a áreas de alta a muy alta susceptibilidad, representa una franja estrecha y alargada forma cónica, en la parte alta de la ladera. Evidencia avance retrogresivo, la corona y el escarpe principal con presencia de grietas en dirección NW y perpendiculares a la dirección del deslizamiento. Estas grietas presentan una longitud media de 19 metros. Presenta un mecanismo de falla rotacional en los depósitos coluviales. En la cabeza se localiza la zona de deslizamiento con avance retrogresivo, la cual se caracteriza por la presencia de escarpes escalonados que denotan un avance.

4.6.2.2.2 Cuerpo del deslizamiento (I-6, IUD14, IUD13, IUD2)

Esta zona es bien característica y contrastante en el deslizamiento distinguiéndose dos sub-zonas: cuerpo izquierdo y cuerpo derecho

c) El cuerpo izquierdo (IUD13, IUD2).- Se caracteriza por su complejidad morfológica y morfodinámica, en el cual se presenta una dirección predominante del movimiento al NE (40° – 50°) y una alta densidad de grietas orientadas transversal y longitudinalmente a la dirección del movimiento. La distribución y geometría de las grietas evidencia un movimiento principal de tipo rotacional múltiple con la presencia de flujos superficiales favorecidos por los flujos sub-superficiales y de infiltración en los materiales blandos, alterados y permeables. Ver Foto 4 16 y Foto 4 20.

d) El cuerpo derecho (I-6, IUD14), presenta una alta modificación de su dinámica por intervención antrópica que retiro gran parte del material deslizado dejando prácticamente el nivel de roca. Allí las grietas en la parte superior son escasas y en dirección transversal al movimiento y en la parte inferior se presentan longitudinales, esto podría indicar un movimiento complejo de tipo rotacional y translacional. La pendiente en esta zona es ligeramente rectilínea y homogénea. Se presentan hundimientos con diferencia en cota

topográfica generados por la acumulación de agua en la matriz areno limosa de este sector de los suelos residuales de la Formación Guaduas y el trazo de la Falla La Carbonera.

4.6.2.2.3 Pie del deslizamiento (IUD3, IUD18)

Se presenta bajo el cuerpo izquierdo y se caracteriza por desarrollar una morfología más suave que la anterior pero igualmente irregular con la presencia de grietas pero en menor densidad que el cuerpo izquierdo. En su parte alta presenta un movimiento rotacional y en su parte baja planar. Hacia el costado izquierdo del mismo se presenta un contraste morfológico por retrabajamiento antrópico de la masa deslizada sobre la margen derecha de la quebrada Rosales.

4.6.2.2.4 Montículos residuales (IUD18)

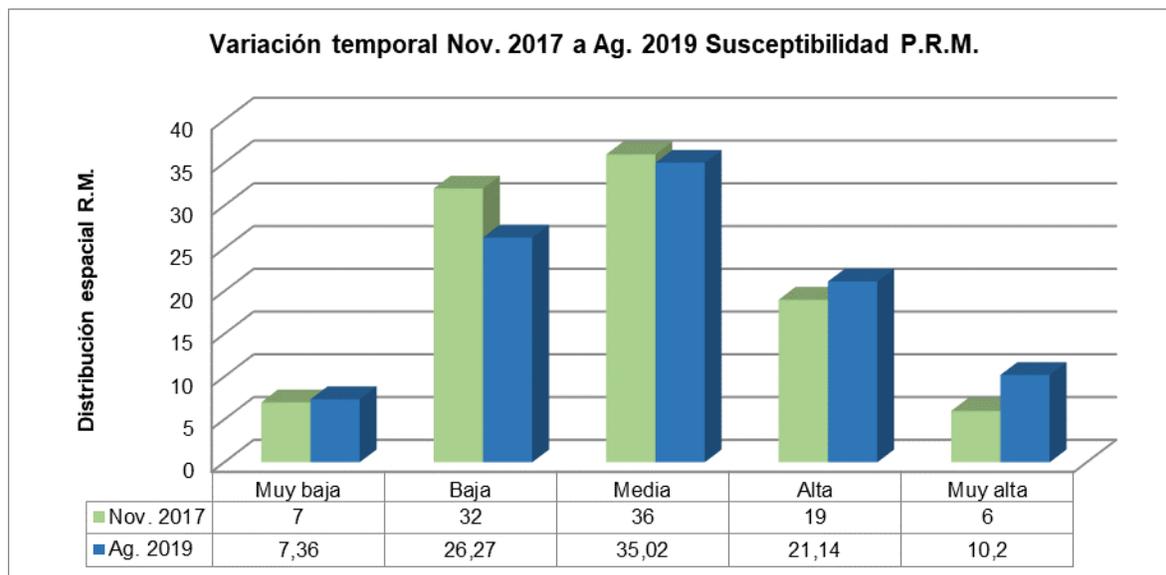
Ondulaciones del terreno asociadas a levantamientos de las capas superficiales de la Formación Guaduas y con plegamiento tipo anticlinal, sobre este sector se ha propuesto la instrumentación adicional para establecer la variación litológica de los materiales, definir la superficie de falla más aun por la carga de presiones de la ladera alta y el nivel de deformación por falla y plegamiento compresivo en esta área.

4.6.2.2.5 Escarpe rocoso erosivo - estructural

Corresponden a zonas de escarpes asociados principalmente a zonas de fallas (escarpes de línea de falla) y superficies afectadas por procesos denudacionales.

El deslizamiento de la Carbonera muestra un comportamiento dinámico más homogéneo que el anterior y su principal mecanismo de ruptura es el rotacional retrogresivo.

Se ilustra la variación comparativa del análisis de susceptibilidad a procesos de remoción en masa, en los periodos de mayores cambios a nivel morfométrico, de coberturas vegetales, distribución de zonas de infiltración superficial y evolución de los movimientos:





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Figura 51. Variación temporal de la susceptibilidad entre noviembre de 2017 y agosto de 2019
Fuente: Elaboración propia

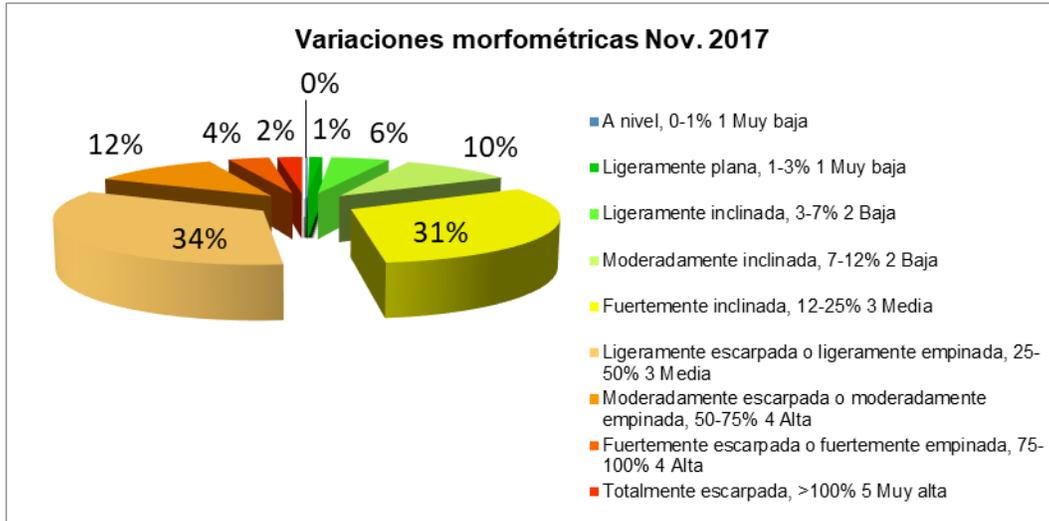


Figura 52. Distribución de los tipos de pendientes para noviembre 2017
Fuente: Elaboración propia

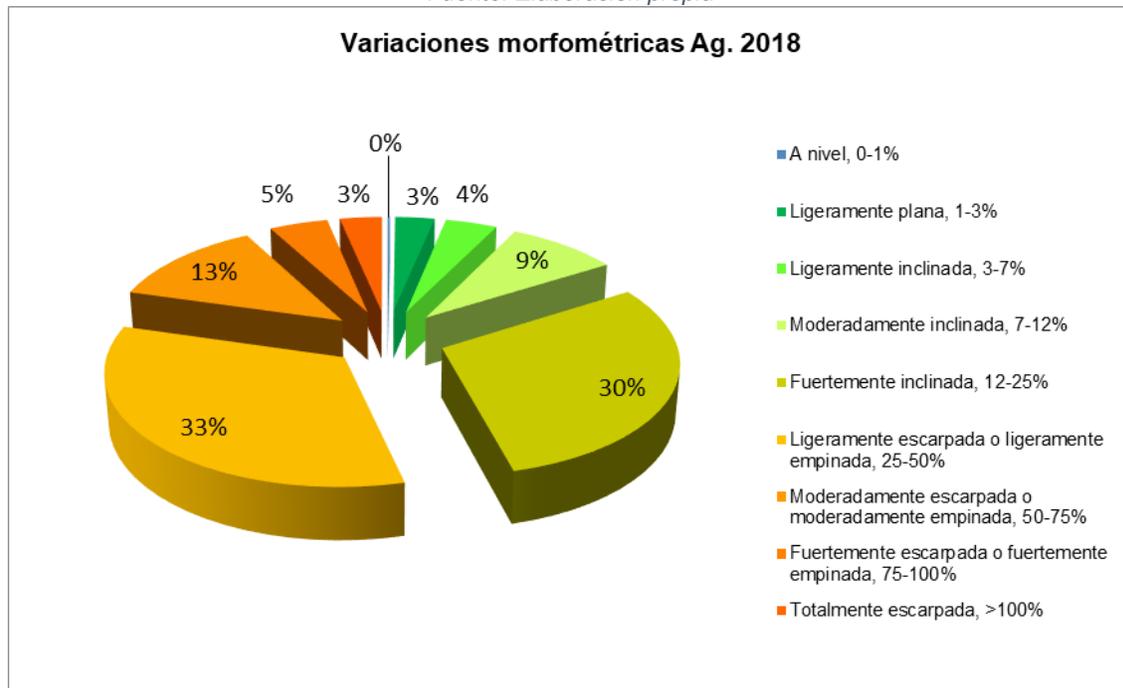


Figura 53. Distribución de los tipos de pendientes para agosto 2018
Fuente: Elaboración propia



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Variaciones morfométricas Feb. 2019

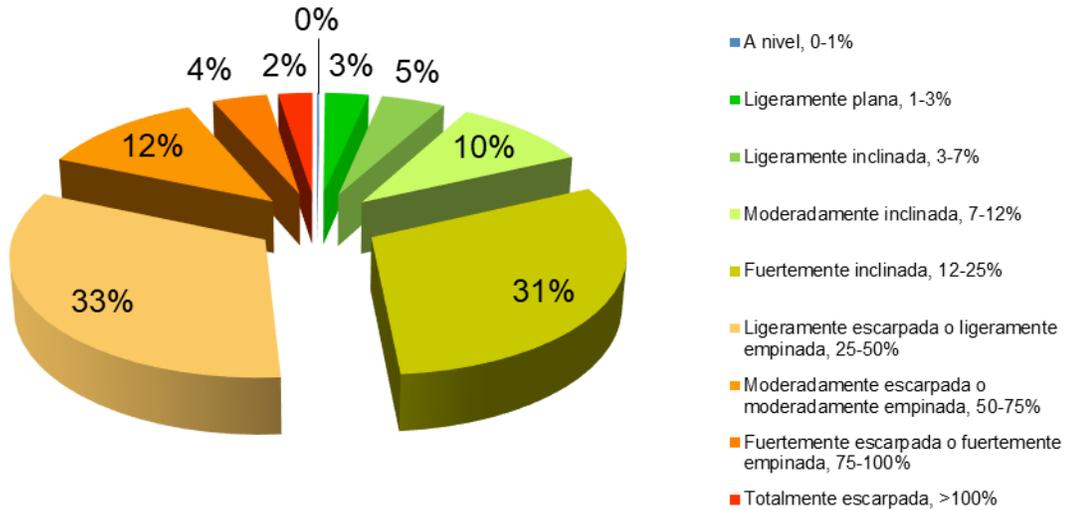


Figura 54. Distribución de los tipos de pendientes para febrero 2019
Fuente: Elaboración propia

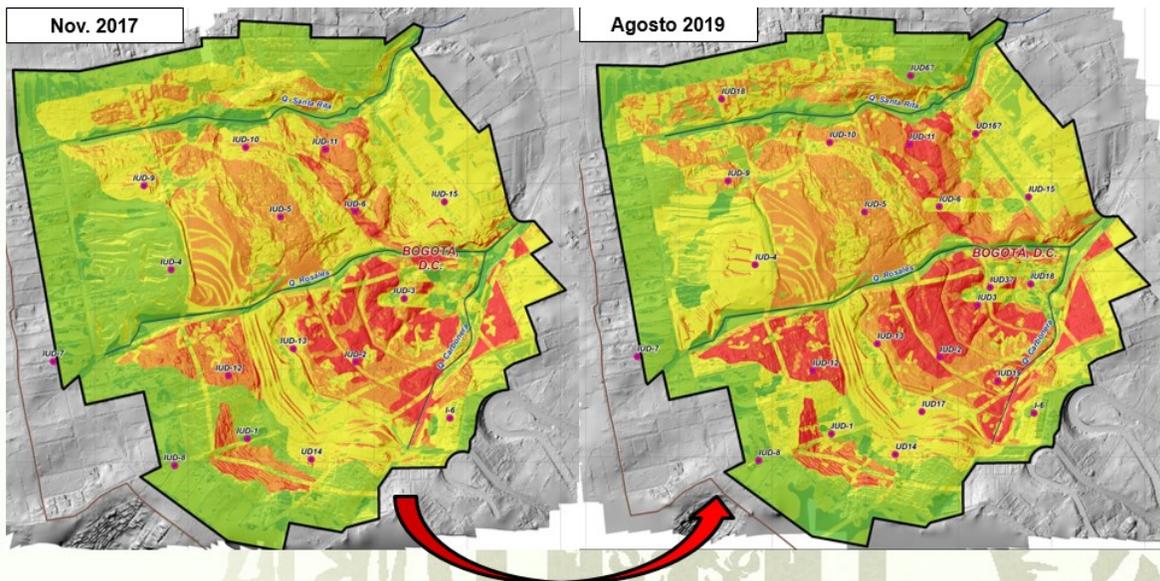


Figura 55. Mapa comparativo de la variación espacial de la susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa en Altos de la Estancia entre noviembre de 2017 y agosto 2019
Fuente: Elaboración propia

	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	
---	--	---

4.7 INFORME ESTRUCTURAL

El presente informe contiene los resultados del seguimiento realizado desde **enero** del año **2017** hasta el mes de **marzo** del año **2020**, a las viviendas del monitoreo contratado en el convenio 430 de 2016.

4.7.1 ¿En qué consistió el monitoreo estructural?

El proyecto consiste en realizar un seguimiento a un grupo de viviendas seleccionadas según los criterios establecidos en el comité de seguimiento mensual, como consta en las actas respectivas.

Para llevar a cabo esta labor, es necesario seleccionar viviendas que pertenezcan al sector monitoreado, las casas deben cumplir como mínimos: fragilidad estructural y ubicada en el entorno del polígono de estudio.

Otro criterio de importancia, es garantizar el ingreso a las viviendas para realizar la respectiva inspección. Para materializar este propósito, es necesario contar con el permiso de los respectivos propietarios.

En consecuencia y según las condiciones del convenio 430 de 2016 el monitoreo debería realizarse de forma mensual a un número mínimo (200) viviendas, sin embargo, nuestro monitoreo supero este umbral y se realizó de forma mensual y continua a 235 viviendas, cumpliendo así con los requerimientos del convenio.

4.7.2 Metodología de trabajo en campo

El siguiente mapa permite identificar cual era el recorrido, realizado por el Ingeniero coordinador de campo y el personal de apoyo (estudiantes de Tecnología en Construcciones Civiles e Ingeniería Civil de la Universidad Distrital), un total de 6 personas mínimo eran las que realizan dicha labor, lo anterior debido a las condiciones de inseguridad de la zona de estudio.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Ilustración 1. Mapa de ubicación y secuencia del recorrido mensual para realizar en campo el monitoreo de las viviendas Fuente: Elaboración propia

La distribución de las viviendas a monitorear por barrios, fue la siguiente:

Número de viviendas por barrio		
Barrio	Cantidad	%
Espino	43	18%
Mirador de la Estancia	31	13%
Perdomo	21	9%
Rincón Porvenir	18	8%
San Rafael	19	8%
Santa Viviana	52	22%
Santo Domingo	31	13%
Tres Reyes	20	9%
Total	235	100%

Tabla 178. Número de viviendas por barrio. Fuente: Elaboración propia.

4.7.3 Sistemas de construcción en Altos de la Estancia

La siguiente tabla muestra la distribución y variación por años del número de pisos o niveles de las viviendas inspeccionadas durante la vigencia del convenio, se aclara que para el año 2020, no se realizó conteo de viviendas según número de piso, ya que dicha labor estaba programada para el mes de marzo 2020, pero debido a la emergencia sanitaria por COVID-19 decretada por el gobierno nacional no fue posible realizar dicha campaña.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

# Pisos	# Viviendas Dic 2017		# Viviendas Julio 2018		# Viviendas Dic 2018		# Viviendas abril 2019		# Viviendas Sept. 2019		# Viviendas Marzo 2020	
0	5	2%	4	2%	5	2%	5	2%	7	3%	7	3%
1	143	61%	134	57%	127	54%	127	54%	120	51%	120	51%
2	63	27%	70	30%	75	32%	75	32%	79	34%	79	34%
3	21	9%	20	9%	19	8%	19	8%	18	8%	18	8%
4	3	1%	6	3%	8	3%	8	3%	10	4%	10	4%
5			1	0,4%	1	0,4%	1	0,4%	1	0,4%	1	0,4%
	235	100%	235	100%	235	100%	235	100%	235	100%	235	100%

Tabla 179. Comportamiento del crecimiento del número de pisos por año Fuente: *Elaboración propia.*

Según la información contenida en la tabla anterior, las viviendas organizadas por número de pisos, observadas desde el año 2017 hasta el 2020, en la zona denominada en Altos de la Estancia, corresponde al siguiente:

Viviendas de (1) un nivel, equivalentes a un porcentaje de 51% (Predomina)

Viviendas de (2) dos niveles, equivalentes a un porcentaje de 33,6%.

Viviendas de (5) niveles, equivalentes a un porcentaje de 0,42%.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

AÑO 2017		
Número de pisos predominante	1	
Tipología de edificación predominante	D	
AÑO 2018		
Número de pisos predominante	1	
Tipología de edificación predominante	D	
AÑO 2019		
Número de pisos predominante	1	
Tipología de edificación predominante	D	
AÑO 2020		
Número de pisos predominante	1	
Tipología de edificación predominante	D	

Ilustración 2. Tipología de edificaciones para un (1) piso, por año analizado Fuente: Elaboración propia

Esta tabla permite entender las convenciones, contenidas en la página anterior, letras como (D), correspondiente al tipo de edificación, para nuestro caso: Estructuras con confinamiento deficiente y estructuras híbridas.

Dichas tipologías constructivas se organizan en (6) seis categorías explicadas a continuación:



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

CODIGO	TIPO DE EDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
B	Edificaciones Reforzadas	Edificaciones con estructuras en concreto y acero de Grupos de importancia I Y II construidas con pórticos en concretos reforzados, pórticos resistentes a momentos en acero, pórticos arriostrados en acero, etc. También se incluyen aquellas del grupo A construidas antes de 1998.
C	Mampostería reforzada	Aquellas edificaciones que tienen un sistema estructural de mampostería con elementos de refuerzo (barras, laminas, pernos, platinas, etc.). También se incluyen las edificaciones en mampostería confinada
D	Estructuras con confinamiento deficiente y estructuras híbridas	Edificaciones con muros cargueros, pero sin confinamiento adecuado (mampostería no reforzada). También hace referencia a aquellas construcciones de las categorías A, B y C que poseen elementos de otros materiales no competentes, como por ejemplo mampostería no reforzada, adobe, bahareque, madera, tapia, pisada, etc. Con mayor componente de elementos de los grupos A, B Y c
E	Estructuras ligeras	Edificaciones construidas con materiales traccionales o de baja calidad, con un sistema estructural de muros cargueros. Dentro de esta tipología se incluyen las edificaciones construidas con materiales como adobe, bahareque, madera bruta, tapia pisada y las construcciones prefabricadas.
F	Construcciones simples	Edificaciones que no poseen una estructura definida, de carácter improvisado, generalmente construidas utilizando materiales precarios o de recuperación. Entre estas se incluyen las edificaciones en proceso de construcción y las construidas en materiales de recuperación, pórticos, paneles de madera, pórticos de madera y paneles en otros materiales. Son ejemplo de este tipo de edificaciones tugurios, ranchos campamentos, carpas etc.
G	LOTE	Lotes vacíos.

Tabla 180. Tipología de edificaciones (clasificación según SCG) Fuente: Heinimann 1999, en Du et al., 2013

Estas fotos muestran la tipología predominante y el entorno del proyecto denominado monitoreo del sector de alta complejidad de Altos de la Estancia de la localidad de Ciudad Bolívar.



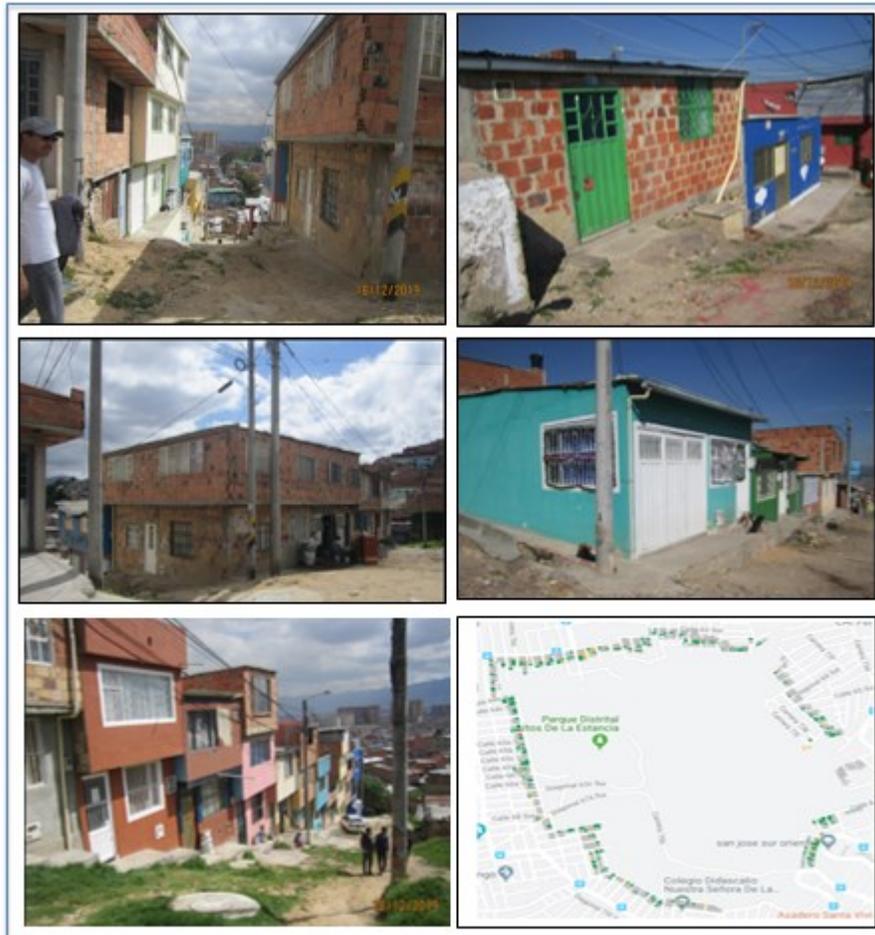
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

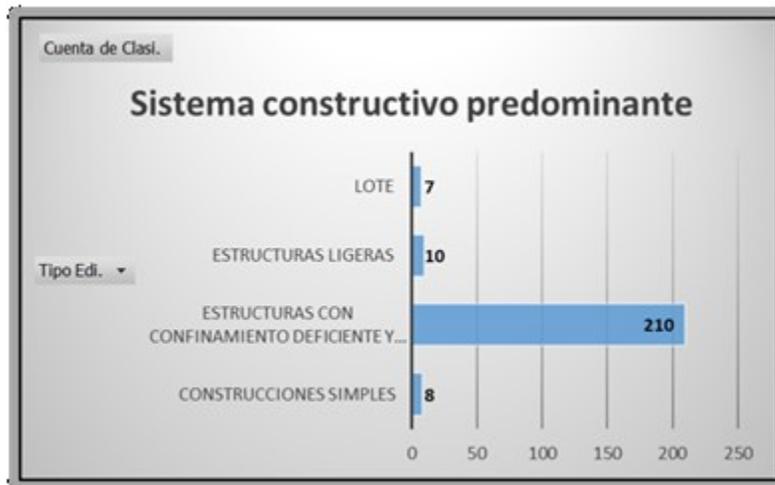


UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Estructuras con confinamiento deficiente y estructuras híbridas: Hace referencia a edificaciones con muros cargueros, pero sin confinamiento adecuado (mampostería no reforzada). También hace referencia a aquellas construcciones de las categorías A, B y C que poseen elementos de otros materiales no competentes, como por ejemplo mampostería sin reforzada, adobe, bahareque, madera, tapia, pisada, etc. Con mayor componente de elementos de los grupos A, B y C.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---



TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA	Número de viviendas	Porcentaje
Construcciones simples	8	3%
Estructuras con confinamiento deficiente y estructuras híbridas	210	89%
Estructuras ligeras	10	4%
Lotes vacíos	7	3%
Total de viviendas	235	100%

Ilustración 3. Tipología constructiva predominante Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la tabla de tipología constructiva, se observa que la construcción predominante es viviendas de mampostería, con confinamiento deficiente, equivalente a un porcentaje del 89% del total de la muestra (235 viviendas inspeccionadas durante los tres años de duración del convenio 430 de 2016).

4.7.3.1 Personal que participa en el convenio monitoreo estructural

Esta tabla contiene todo el personal que participó en la ejecución del convenio 430 de 2016 para realizar el monitoreo estructural.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Nº	Nombre del Personal	Fecha de participación	Función
1	Ing. Milton Mena Serna	Enero de 2017 a Marzo 2020	Personal Profesional
2	Ing. Mauricio Lemus	Enero de 2017 a Marzo 2020	Personal Profesional
3	Rosario Durán Mora	Enero a Junio 2017	Personal de Apoyo
4	Daniel Steven Sánchez Galindo	Enero a Junio 2017	Personal de Apoyo
5	Andrea Johana Rincón Aguirre	Enero a Junio 2017	Personal de Apoyo
6	Nicolas Ocampo Duarte	Enero a Junio 2017	Personal de Apoyo
7	Laura Jineth León Montaña	Enero a Junio 2017	Personal de Apoyo
8	Felipe Cruz García	Enero a Junio 2017	Personal de Apoyo
9	Cristian Camilo Maldonado Pérez	Enero a Junio 2017	Personal de Apoyo
10	Jhoan Sebastián Téllez Torres	Enero a Junio 2017	Personal de Apoyo
11	Andrés Julián Martínez Sánchez	Enero a Junio 2017	Personal de Apoyo
12	Jhoan Eduardo Vargas Molina	Junio de 2017 a Mayo 2018	Personal de Apoyo
13	Iván Darío Sosa	Junio de 2017 a Mayo 2018	Personal de Apoyo
14	Abel Alexander Pira Pineda	Junio de 2017 a Mayo 2018	Personal de Apoyo
15	Dayana Camila Triana Ávila	Junio de 2017 a Mayo 2018	Personal de Apoyo
16	Diego Andrés Gale Fuentes	Junio de 2017 a Mayo 2018	Personal de Apoyo
17	Alejandra Yaya Guevara	Junio de 2017 a Mayo 2018	Personal de Apoyo
18	William David Romero Torres	Junio de 2017 a Mayo 2018	Personal de Apoyo
19	José Luis Cubillos Rojas	Junio de 2017 a Mayo 2018	Personal de Apoyo
20	Miller David Caicedo Mosquera	Junio de 2017 a Marzo 2018	Personal de Apoyo
21	Gustavo Sánchez Lagos	Junio de 2017 a Mayo 2018	Personal de Apoyo
22	Jeiner Julianys Zapata Cervantes	Junio de 2017 a Mayo 2018	Personal de Apoyo
23	Anny Murillo Gutiérrez	Junio de 2017 a Marzo 2018	Personal de Apoyo
24	Alejandro Bautista	Mayo de 2018 a Enero 2019	Personal de Apoyo
25	Alexander Melo	Mayo de 2018 a Enero 2019	Personal de Apoyo
26	Juan pablo Gálvez	Mayo de 2018 a Enero 2019	Personal de Apoyo
27	Leonardo Sánchez	Mayo de 2018 a Enero 2019	Personal de Apoyo
28	Daniel Forero	Mayo de 2018 a Enero 2019	Personal de Apoyo
29	Alex Romero	Enero a noviembre de 2019	Personal de Apoyo
30	Camilo Infante	Enero a noviembre de 2019	Personal de Apoyo
31	Diego Velasco	Enero a noviembre de 2019	Personal de Apoyo
32	Félix Contreras	Enero a noviembre de 2019	Personal de Apoyo
33	Hansel González	Enero a noviembre de 2019	Personal de Apoyo
34	Alejandra Castillo	Noviembre de 2019 a Marzo 2020	Personal de Apoyo
35	Carlos Albeiro Sajanosica	Noviembre de 2019 a Marzo 2020	Personal de Apoyo
36	Jennifer Galeano	Noviembre de 2019 a Marzo 2020	Personal de Apoyo
37	Jhon Arévalo	Noviembre de 2019 a Marzo 2020	Personal de Apoyo
38	Tatiana Molina	Noviembre de 2019 a Marzo 2020	Personal de Apoyo
39	Juan Pablo Conteras	Noviembre de 2019 a Marzo 2020	Personal de Apoyo
40	Gerardo José Sierra	Noviembre de 2019 a Marzo 2020	Personal de Apoyo
41	Leidy Viviana Ramírez	Noviembre de 2019 a Marzo 2020	Personal de Apoyo

Tabla 181. Personal que participó en el monitoreo Fuente: Elaboración propia.

En el proyecto participaron 2 profesionales y 39 personas de apoyo, para un total de 41 personas durante la vigencia del convenio.

	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	
---	--	---

4.7.3.2 Línea de tiempo metodología y formatos

Esta tabla muestra la variación de las metodologías aplicadas por la universidad Distrital, durante la ejecución del convenio 430 de 2016 para realizar el monitoreo estructural.

Las tablas adjuntas, presentan dos tipos de metodología una denominada como antigua y otra como nueva.

La metodología antigua, hace referencia a los métodos diseñados y aplicados por profesionales contratados en convenios anteriores al convenio 430 de 2016, es decir antes del 2017.

La metodología nueva, se refiere a los procedimientos diseñado e implementados por la universidad Distrital y el cual fue elaborado desde el año 2017, con vigencia el resto del convenio 430 de 2016, hasta finalizar dicho proyecto en el año 2020.

En la tabla adjunta, también se muestra en qué etapa del monitoreo, se elaboran los criterios para identificar movimientos del sistema de contención asociado a las viviendas inspeccionadas de manera mensual en el proyecto en mención.

Se aclara, que las vigas del sistema de contención se inspeccionaban de forma mensual, pero no había un formato definido para el reporte y registro de los hallazgos.

A continuación, se explica en detalle los criterios y alcances de la metodología antigua y nuevas.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Campaña	Campaña x metodología	Mes	Año	Metodología	Observaciones
1	1	diciembre	2016	Socialización a la Comunidad	
2	2	enero	2017	Metodología Antigua (convenios anteriores)	
4	3	marzo	2017		
6	4	mayo	2017		
7	5	junio	2017		
8	6	julio	2017		
9	7	agosto	2017		
10	1	septiembre	2017		
11	2	octubre	2017		
12	3	noviembre	2017		
13	4	diciembre	2017		
14	5	enero	2018		
15	6	febrero	2018		
16	7	marzo	2018		
17	8	abril	2018		
18	9	mayo	2018		
19	10	junio	2018		
21	12	agosto	2018	Metodología no Cambia	El color Azul, significa el mes que Iniciamos con la aplicación de formatos para registrar los hallazgos en las vigas del sistema de contención
22	13	septiembre	2018		
23	14	octubre	2018		
24	15	noviembre	2018		
25	16	diciembre	2018		
26	17	enero	2019		
27	18	febrero	2019		
28	19	marzo	2019		
29	20	abril	2019		
30	21	mayo	2019		
31	22	junio	2019		
32	23	julio	2019		
33	24	agosto	2019		
34	25	septiembre	2019		
35	26	octubre	2019		
36	27	noviembre	2019		
37	28	diciembre	2019		
38	29	enero	2020		
39	30	febrero	2020		

Tabla 182. Evolución de metodologías utilizadas en el monitoreo Fuente: Elaboración propia.

4.7.3.3 Explicación de la antigua metodología, aplicada al inicio del convenio 430 de 2016.

Al inicio del convenio 430 de 2016, se implementó la metodología que traía en los convenios anteriores (convenio 589 de 2013).

El formato en mención (convenio 589 de 2013), se fundamentaba en el criterio de índice de daño, la información contenida en el formato, se relaciona con los siguientes aspectos:

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

- **Datos de la vivienda:** Corresponde a la información relacionada con datos necesarios para geo referenciar la vivienda en un plano.
- **Evaluación de la amenaza:** Es la revisión del entorno de la vivienda.
- **Evaluación de la condición estructural:** Es la revisión de las características propias de la vivienda.
- **Registro fotográfico:** Reporte fotográfico de hallazgos.

Estos formatos de campo no contemplaban información relacionada con:

- No se incluía el reporte de la instrumentación de la geotecnia.
- No se incluía información de la geología.
- No relaciono la fragilidad de la vivienda con el entorno o amenaza.
- No estableció un nivel de alerta.
- Las primeras campañas del monitoreo se realizaron con los formatos del convenio 589 de 2013 (enero hasta agosto de 2017).



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

INDICE DE DAÑO DE LAS VIVIENDAS

Monitoreo Estructural de Viviendas Altos de la Estancia

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO 430 DE 2016 UNIVERSIDAD DISTRITAL - IDIGER

A. IDENTIFICACIÓN DE LA VIVIENDA Y GENERALIDADES

DIRECCIÓN:	KR 77 63 A SUR 91	Fecha Evaluación:	18-ene-2017	No:	1
LOCALIDAD:	CIUDAD BOLIVAR	BARRIO:	TRES REYES	MZ:	4 PD: 53 CHIP: AAA0214ZJEP

B. INDICE DE DAÑO DE LA VIVIENDA (metodología Consorcio Altos de la Estancia 2009)

Evaluación de la Amenaza		Evaluación Condición Estructural		
Criterios	Nivel	Criterios	Condición	Daño
Levantamientos y/o Hundimientos	1 Ninguno	Cimentación	Buena	2 Leve
Presencia de agua en alrededores	1 Ninguno	Muros	Buena	2 Leve
Fisuras o separación terreno - Cimentación	1 Ninguno	Entrepiso	Buena	2 Leve
Fisuras o grietas en andén en el entorno	1 Ninguno	Cubierta	Regular	2 Leve

INDICE DE DAÑO DE LA VIVIENDA

2.00

2

2.87

C. REGISTRO FOTOGRAFICO



FOTO DE LA FACHADA DE LA VIVIENDA



Humedad en columna esquinera del frente de la vivienda.



Voladizo donde se evidencia la placa fácil y las vigas.



Descascaramiento de la pared por humedad.

D. EVALUADOR :

Ilustración 4. Formato de monitoreo estructural formato inicial año 2017. Fuente: Elaboración propia.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4.7.3.4 Explicación de la nueva metodología, aplicada en el convenio 430 de 2016, desde septiembre del año 2017, elaborada por la universidad distrital.

Los criterios de aplicación de la nueva metodología, fueron los siguientes:

1. Para la selección de viviendas inspeccionadas, se aplica el siguiente criterio:
 - a. Viviendas calificadas con mayor índice de daño, según los resultados obtenidos en la anterior consultoría realizada por la universidad Distrital (convenio N° 589 de 2013).
 - b. Cercanía a las viviendas en estudio, a las secciones de monitoreo topográfico y según ubicación de los puntos principales (BM).
 - c. Viviendas ubicadas en el perímetro exterior del polígono.
 - d. Vulnerabilidad constructiva de las viviendas (elementos constructivos frágiles). Es decir, susceptibles a presentar daño ante el movimiento del terreno. Elementos como puertas, ventanas, mampostería y cubiertas.
2. Sobre la frecuencia del monitoreo y tamaño de la muestra
 - a. Inspección mensual (según condiciones del convenio 460 de 2016)
 - b. La muestra corresponde a un total de igual o mayor de 200 viviendas inspeccionadas
3. Procedimiento de la metodología implementada en campo y valores para establecer el umbral que permite definir el nivel de alerta:
 - Primero se **establece que monitorear en campo**, para dar respuesta a esta inquietud, debemos revisar las condiciones contractuales y además la literatura disponible al referente (monitoreo estructural de viviendas, afectadas por deslizamientos en masa).
 - Luego, se propone que los **aspectos a monitorear** deben estar relacionados con, la vivienda y el entorno de la misma. Aspectos como: Aparición de grietas en muros, Aparición filtraciones de agua, Aparición de grietas en el suelo, Separación elementos estructurales, Puerta y ventanas que no cierra, Inclinación de postes.
 - Se **desarrolla un documento técnico** para explicarle al inspector de campo, los parámetros contenidos de los formatos de caracterización y seguimientos de daños, con el propósito de unificar conceptos.
 - De **forma mensual el inspector de campo**, procede a diligenciar dos formatos técnicos de campo.
 - El **primer formato** que diligencia, permite identificar el sistema constructivo predominante y las deficiencias constructivas iniciales de la vivienda, el **segundo formato** hace seguimiento a la evolución de los daños, tanto del entorno como la vivienda (si los hay) bien sea por los defectos constructivos o por eventos asociados al movimiento de la masa del sector Altos de la Estancia.
 - Con el **equipo de inspectores de campo**, se realizan reuniones semanales en las instalaciones de la universidad Distrital, con el propósito de ajustar la

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

logística del proyecto y aclarar dudas técnicas que resultan de las inspecciones realizadas.

- Para **establecer las tolerancia o umbrales** de las variables incorporadas al actual trabajo, nos ajustaremos a la guía metodología del Servicio Geológico Colombiano (S.G.C) el cual a su vez tiene algunos parámetros tomados de la Ley 400 de 1997 según lo establecido en el Reglamento de Construcciones Sismo resistente Colombiano NSR-10 capítulos A, D y H.
- Para **establecer la escala de valoración**, proponemos valores que van desde 0 a 1, con el objetivo de ajustar las variables cualitativas. También se propone la escala de SI y NO que posteriormente convertiremos en escala de 0 a 1. Se aclara que el máximo valor es (1.0) y mínimo (0.0), con puntos de valoración intermedia como (0.5) para los casos de incertidumbre.
- Se **calcula la fragilidad de los elementos expuestos** (evaluación cualitativa – visual en campo – de la debilidad de muros, pisos, columnas, vías, losas de la vivienda, para convertirlos después en datos cuantitativos). Algunas variables, que tienen umbrales definidos por la Servicio Geológico Colombiano (S.G.C) y otros que son propuestos por la universidad Distrital.
- Se **calcula la intensidad de los eventos externos que afectan a los elementos expuestos** (evaluación cualitativa – visual en campo – del entorno a la vivienda, aspectos como aparición de grietas en pavimentos y andenes, levantamientos y hundimientos, resultados del registro de los equipos de medición geotécnico. Los anteriores valores se deben convertir en información cuantitativa). El umbral de las variables fue definido por la universidad Distrital, debido a la experiencia y formación profesional de los participantes en el proyecto.

4.7.3.4.1 Nuevo formato de monitoreo:

- Algunos criterios del formato aplicados en las campañas del monitoreo del convenio N° 589 de 2013, siguen vigentes para el nuevo formato, sin embargo, fue necesario diseñar, evaluar e implementar otros formatos con el propósito de medir variables relacionadas con la fragilidad y la intensidad del evento, con el propósito de obtener un nivel de alerta (los cambios de generan a solicitud de IDIGER como consta en acta de comité).
- El formato de monitoreo se estructura de la siguiente forma:
 - o **Aspectos a inspeccionar:** Se analiza la vivienda y el entorno a la misma.
 - o **Levantamiento gráfico de hallazgos en campo:** Permite evidenciar y mantener la trazabilidad de los daños (si los hay), lo anterior aplica el uso de fotografías y dibujos realizados por inspector de campo.
 - o **Resultados de la inspección:** Permite calcular el nivel de alerta, lo anterior depende de la fragilidad de la vivienda y la intensidad del evento externo que amenaza las edificaciones.

A continuación, se presenta el formato que se utilizó en las siguientes campañas desde el mes de septiembre de 2017 hasta el año 2020 finalización del convenio, información que fue explicada de manera suficiente en las páginas anteriores del presente informe.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE DAÑOS EN VIVIENDAS Y EL ENTORNO DE LA EDIFICACIÓN.						
Dirección:			Fecha Inspección:		No:	
Localidad:		Barrio:		Chip:		
Inspector:			C.E.:		Grupo:	
ASPECTOS DE INSPECCIÓN, PARA ESTABLECER EL NIVEL DE ALERTA						
ENTORNO DE LA EDIFICACIÓN			TIPO DE INSPECCIÓN	PARA LA VIVIENDA		
Grietas / Infiltraciones		Hallazgos SI NO		Instruo	Grietas / Infiltraciones	
Levantamiento y/o si se han hecho (solo en mayores a 10 cm)			Estudio	Fisuras en los muros		
Presencia de humedad y/o agua en muros y/o techos en aledaño			# DE PISOS DE LA VIVIENDA	Fisuras en techos		
Fisuras o grietas en cimentación, muros y/o techos				Fisuras en muros		
NOTA: En todo caso se mide espesor y longitud de GRIETAS, con umbrales de: mayor a 2 mm de espesor y 1 m largo.						
TIPO DE EDIFICACIÓN (clasificación según la SGG)						
A	B	C	D	E	F	G
ESPACIO PARA REALIZAR LEVANTAMIENTO GRÁFICO DEL HALLAZGO						
RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN						
EVOLUCIÓN DE DAÑOS			INSTALACIÓN DE TESTIGOS		Observación	
Sin Daños			No Aplica			
Con daños, pero sin evolución			Medidor de grietas			
Con daños, con evolución						
Reporte inmediato a la Universidad / Idiger						
Observaciones:						
Inspector:			NOTA: Por favor, NO confundir la aparición de grietas, con fisuración normal por retracción del mortero, pañetes o concreto.			
C.C.:						

Ilustración 5. Formato de inspección de la metodología propuesta finales del 2019. Fuente: Elaboración propia

4.7.3.4.2 Criterios para tolerancias durante la inspección y evaluación de daños:

Se presentan los tipos de grietas que pueden aparecer en viviendas y el entorno a la edificación, por efecto del deslizamiento. Por tanto, en los respectivos recuadros se explica la clasificación, umbrales y la acción aplicable a cada caso:

EXTERIOR DE LA VIVIENDA Y ENTORNO DE LA MISMA:



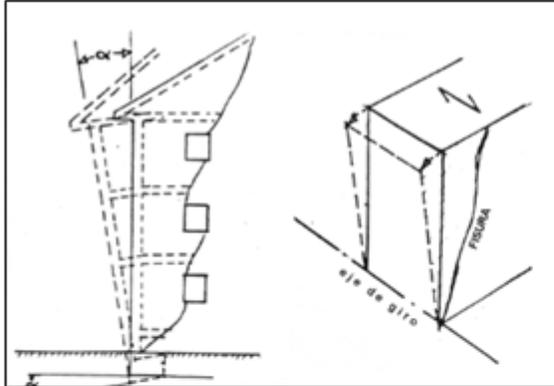
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



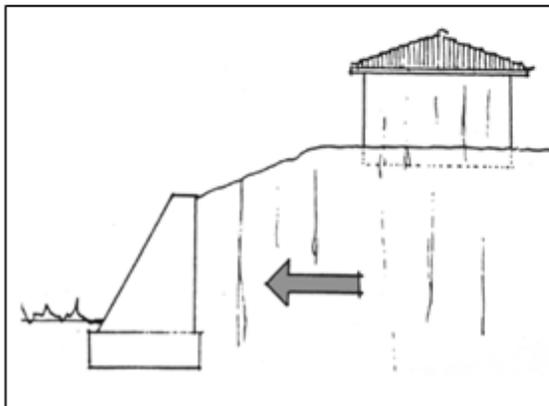
UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



GRIETA DIAGONAL EN ESQUINA:

Ubicada en las esquinas de las viviendas, con espesores mayores a 2 mm y longitud de 1 metro. Se asocia con el movimiento del terreno. Al menos una avería encontrada.

Clasificación:
Muy Peligrosas, por tanto, genera alerta inmediata.



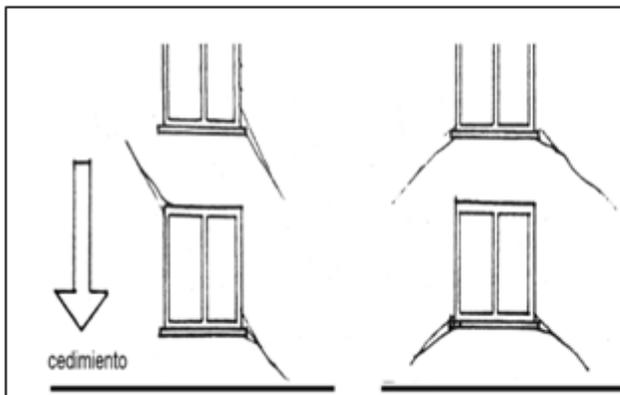
GRIETA VERTICAL EN MUROS Y HORIZONTAL EN VÍAS:

Ubicada en muros externos de la vivienda, andenes y vías, con espesores mayores a 2 mm y longitud de 1 metro. Aplica para más de una avería encontrada.

Clasificación:
Muy Peligrosas, por tanto, genera alerta inmediata.

Ilustración 6. Criterios de evaluación, incluye umbrales y acciones aplicables. Fuente: Manual de Patología de Edificaciones, universidad Politécnica de Madrid. Tomo 1, 2004.

PARA LA VIVIENDA ÚNICAMENTE:



GRIETA DIAGONAL EN MUROS TIPO CORTANTE SOLO EN FACHADA:

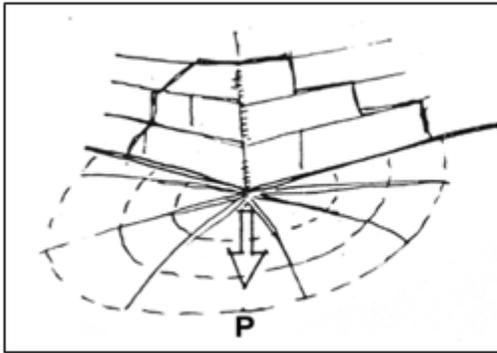
Ubicada en fachada de muros de la vivienda. Con espesores mayores a 2 mm y longitud de 1 metro. Aplica para más de dos ventanas.

Clasificación:
Muy Peligrosas, por tanto, genera alerta inmediata.

Fuente: Manual de Patología de Edificaciones, universidad Politécnica de Madrid. Tomo 1, 2014.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4.7.3.5 Criterios para establecer el nivel de alerta, según el resultado del monitoreo mensual

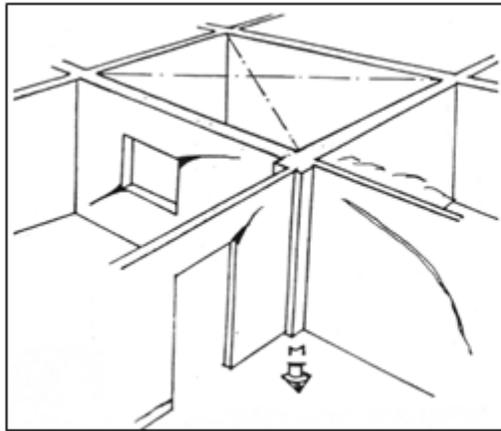


GRIETA DIAGONAL EN ESQUINA DE MUROS POR PUNZONAMIENTO:

Ubicada en la esquina del muro externo de la vivienda. Con espesores mayores a 2 mm y longitud de 1 metro.

Clasificación:
Muy Peligrosas, por tanto, genera alerta inmediata.

Fuente: Manual de Patología de Edificaciones, universidad Politécnica de Madrid. Tomo 1, 2014.



GRIETA DIAGONAL EN MUROS TIPO CORTANTE EN TODA LA CASA, NO HAY EVIDENCIA DE SISMO:

Ubicada en muros internos y externos de toda la vivienda. Con espesores mayores a 2 mm y longitud de 1 metro.

Clasificación:
Muy Peligrosas, por tanto, genera alerta inmediata.

Fuente: Manual de Patología de Edificaciones, universidad Politécnica de Madrid. Tomo 1, 2014.

El nivel de alerta se establece como la relación entre la fragilidad de los elementos expuestos (la vivienda) y la intensidad de los eventos externos, es decir la revisión del entorno de la edificación, incluye también la información que entrega la comisión Geotécnica y geológica del convenio, es decir el registro de movimientos en la instrumentación según el mes analizado.

Para el cálculo de la fragilidad:

 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático	AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016	 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
---	---	--

ASPECTOS DE INSPECCIÓN, PARA ESTABLECER EL NIVEL DE ALERTA											
ENTORNO DE LA EDIFICACIÓN					TIPO DE INSPECCION		PARA LA VIVIENDA				
Criterios / Umbrales				Hallazgos		Interno	Externo	Criterios / Umbrales		Hallazgos	
				SI	NO					SI	NO
Levantamientos y/o Hundimientos (valores mayores a 10 cm)								Ventanas que NO cierran			
Presencia frecuente de agua manantial y/o Tubería en alrededor								Puertas que NO cierran			
Fisuras o grietas en Cimentación, andén y/o vía								Grietas en muros o desplome (giros) viviendas que generan daños. May. 5 cm			
NOTA: En todo caso se mide espesor y longitud de GRIETAS, con umbrales de: mayor a 2 mm espesor y 1 m largo.											
TIPO DE EDIFICACIÓN (clasificación según la SCG)											
A	B	C	D	E	F	G	# DE PISOS DE LA VIVIENDA				
									Grietas en pisos		
									Humedad pie de muro (may. 20 cm de altura)		

4.7.3.69.4 Formulación para establecer el nivel de alerta:

$$\text{Fragilidad} = (T * 0.2) + (P * 0.2) + (E * 0.2) + (D * 0.4)$$

Fórmula propuesta por la universidad Distrital

DONDE:

- **Tipo de vivienda:** (T) Se aplica lo establecido en la metodología SCG Escala de valoración de 0 a 1. Ponderación del 20%

	TIPOLOGÍA	FRAGILIDAD	S _{tip}
F	Construcciones simples	Muy alta	1,00
E	Estructuras ligeras	Alta	0,90
D	Estructuras con confinamiento deficiente	Media	0,70
C	Mampostería reforzada	Baja	0,50
B	Edificaciones reforzadas	Muy baja	0,30
A	Edificaciones con reforzamiento especial	Extremadamente baja	0,10

Fuente: Heinimann, 1999, en Du et al., 2013.

- **Cantidad de pisos:** (P) Se aplica lo establecido en la metodología SCG. Escala de valoración de 0 a 1. Ponderación del 20%

TIPOLOGÍA	NÚMERO DE PISOS	S _{alt}
E, F	≥2	0,90
D	≥4	0,90
D	2 y 3	0,60
Demás tipologías y alturas		0,05

Fuente: Guía Metodológica Servicio Geológico. Para estudios de vulnerabilidad y riesgo por movimiento en masa para Colombia, 2014.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

- **Edad (uso vs vida útil):** (E) Se aplica lo establecido en la metodología SCG. Escala de valoración de 0 a 1. Ponderación del 20%

Tabla 4-14. Vida útil en función del tipo de edificación

TIPOLOGÍA	VIDA ÚTIL
A y B	50 años
C y D	30 años
E	15 años
F	1-2 años

Fuente: Guía Metodológica Servicio Geológico. Para estudios de vulnerabilidad y riesgo por movimiento en masa para Colombia, 2014.

RELACIÓN AÑOS DE SERVICIO/VIDA ÚTIL	S_{ed}
$\leq 0,1$	0,05
0,1-0,4	0,10
0,4-0,6	0,30
0,6-0,8	0,50
0,8-1,0	0,70
1,0-1,2	0,80
$> 1,2$	1,00

Fuente: Du et al., 2013.

- **Daños visibles en la vivienda:** (D) Se aplica el criterio de SI / NO. (Información que entrega el monitoreo de daños). Tiene la mayor ponderación. Ponderación del 40% del total de la revisión.

Para el cálculo de la intensidad:

ASPECTOS DE INSPECCIÓN, PARA ESTABLECER EL NIVEL DE ALERTA													
ENTORNO DE LA EDIFICACIÓN							TIPO DE INSPECCION		# DE PISOS DE LA VIVIENDA	PARA LA VIVIENDA			
Criterios / Umbrales							Hallazgos			Criterios / Umbrales		Hallazgos	
							SI	NO		SI	NO		
Levantamientos y/o Hundimientos (valores mayores a 10 cm)										Ventanas que NO cierran			
Presencia frecuente de agua manantial y/o Tubería en alrede										Puertas que NO cierran			
Fisuras o grietas en Cimentación, andén y/o vía										Grietas en muros o desplome (gros) viviendas que generan daños. May. 5 cm			
NOTA: En todo caso se mide espesor y longitud de GRIETAS, con umbrales de: mayor a 2 mm espesor y 1 m largo.										Grietas en pisos			
TIPO DE EDIFICACIÓN (clasificación según la SCG)										Humedad por de muro (may. 20 cm de altura)			
A	B	C	D	E	F	G							

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

$$\text{Intensidad} = (L * 0.2) + (F * 0.2) + (G * 0.2) + (I * 0.4)$$

Fórmula propuesta por la universidad Distrital

DONDE:

- **Levantamientos o hundimientos y separación de cimientos: (L)** Se aplica el criterio de **SI / NO**. Ponderación del 20%
- **Presencia de agua (por filtración de tubería, escorrentías, manantiales o Nivel freático alto): (F)** Se aplica el criterio de **SI / NO**. Ponderación del 20% del total de la revisión.
- **Aparición de grietas en andenes o vías: (G)** Se aplica el criterio de **SI / NO**. Ponderación del 20% del total de la revisión.
- **Registro de movimientos en la instrumentación: (I)** Se aplica el criterio de **SI / NO**. (**Información obtenida en el monitoreo geotécnico**), es por esta razón que este ítem, presenta la mayor ponderación, equivalente al 40% del total de la revisión. Ya que esta información permite saber si o no hay movimiento en la masa de suelo del sector denominado Altos de la Estancia. Los valores quedan así distribuidos: **20% los mojones y 20% los inclinómetros**.

NOTA: Para los casos de SI / NO la escala es de 0 ó 1. Se aclara que el máximo valor es (1.0) y mínimo (0.0), con puntos de valoración intermedia con valoración de (0.5) para los casos de incertidumbre, para dichos casos se debe realizar un seguimiento más detallado con la instalación de testigos en muros, pisos o losas.

A medida que el formato inicial se implementa, es necesario realizar algunos ajustes en el tiempo a dicho formato, lo anterior busca que la inspección de campo se facilite, es por esto que presentamos el formato definitivo, con el cual se implementó desde el año 2019, la información base del formato no cambia, solo son aspectos de forma que se mejoran para facilitar la toma de datos en campo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE DAÑOS EN VIVIENDAS Y EL ENTORNO DE LA EDIFICACIÓN									
Dirección:		Fecha Inspección:			No:				
Localidad:		Ciudad Bolívar		Barrio:		Chip:		Predio:	
TIPO DE EDIFICACIÓN (clasificación SOG):				TIPO DE INSPECCIÓN:		# DE PISOS DE LA VIVIENDA:			
ASPECTOS DE INSPECCIÓN, PARA ESTABLECER EL NIVEL DE ALERTA									
ENTORNO			FACHADA			ENTORNO			
VENTANAS Que NO abran			PUERTAS Que NO abran			GRIETAS MUROS o desplome, > 2 mm			
GRIETAS PISOS > 2 mm			HUMEDAD PIE DE MURO (>20 cm de altura)			Levantamientos y/o hundimientos (valores mayores a 10 cm)			
Fisuras o grietas en cimentación, andén y/o vía			Presencia frecuente de agua manantial y/o tubería en alrededores (apartidos)			NIVEL DE ALERTA 			
RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN									
INSTALACIÓN DE TESTIGOS		Obs. (mm)		EVOLUCIÓN DE DAÑOS					
No Aplica - No se instalo				Sin daños					
Medidor de Grietas Muros				Con daños, sin evolución					
Medidor de Grietas Pisos				Con daños, con evolución					
Medidor de Grietas Ciment., Andén, Vías				Reporte Inmediato a la Universidad / Idggar					
Intensidad		Fragilidad							
Observaciones:									
Inspector:			NOTA: Por favor, NO confundir la aparición de grietas, con fisuración normal por retracción del mortero, pañetes o concreto.						

Ilustración 7. Formato de inspección de la metodología definitivo. Fuente: Elaboración propia

Formato diligenciado, que permite ver para una vivienda, aspectos de (**fragilidad vs intensidad**) y el nivel de alerta por casa.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE DAÑOS EN VIVIENDAS Y EL ENTORNO DE LA EDIFICACIÓN.												
Dirección:			CL 67 SUR 73 G 51			Fecha Inspección:		18 de diciembre de 2019		No:	28	
Localidad:			Ciudad Bolívar		Barrio:		PERDOMO ALTO		Chip:	AAA0170YTPA	Predio:	5
TIPO DE EDIFICACIÓN (clasificación SCG):				D		TIPO DE INSPECCIÓN:		Externo		# DE PISOS DE LA VIVIENDA:		2
ASPECTOS DE INSPECCIÓN, PARA ESTABLECER EL NIVEL DE ALERTA												
ENTORNO			FACHADA			ENTORNO						
La vivienda NO presenta daños en ventanas, por lo tanto no se toma registro fotográfico			La vivienda NO presenta daños en puertas, por lo tanto no se toma registro fotográfico			La vivienda NO presenta daños en grietas en muros, por lo tanto no se toma registro fotográfico						
VENTANAS Que NO cierran		NO	PUERTAS Que NO cierran		NO	GRIETAS MUROS o desplome. > 2 mm				NO		
La vivienda NO presenta daños en grietas en pisos, por lo tanto no se toma registro fotográfico			La vivienda NO presenta Humedad pie de muro, por lo tanto no se toma registro fotográfico			En el entorno de la vivienda NO presenta Levantamientos y/o Hundimientos, por lo tanto no se toma registro fotográfico						
GRIETAS PISOS > 2 mm		NO	HUMEDAD PIE DE MURO (>20 cm de altura)		NO	Levantamientos y/o Hundimientos (valores mayores a 10 cm)				NO		
Que NO cierran		NO	Que NO cierran		NO	o desplome. > 2 mm				NO		
La vivienda NO presenta daños en grietas en pisos, por lo tanto no se toma registro fotográfico			La vivienda NO presenta Humedad pie de muro, por lo tanto no se toma registro fotográfico			En el entorno de la vivienda NO presenta Levantamientos y/o Hundimientos, por lo tanto no se toma registro fotográfico						
GRIETAS PISOS > 2 mm		NO	HUMEDAD PIE DE MURO (>20 cm de altura)		NO	Levantamientos y/o Hundimientos (valores mayores a 10 cm)				NO		
En el entorno de la vivienda NO presenta Fisuras o grietas en Cimentación, andén y/o vía, por lo tanto no se toma registro fotográfico			En el entorno de la vivienda NO presenta Presencia frecuente de agua manantial y/o Tubería en alrededores (aparición), por lo tanto no se toma registro fotográfico									
Fisuras o grietas en Cimentación, andén y/o vía		NO	Presencia frecuente de agua manantial y/o Tubería en alrededores (aparición)		NO							
RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN												
INSTALACIÓN DE TESTIGOS			Obs. (mm)			EVOLUCIÓN DE DAÑOS						
X	No Aplica - No se instala					X	Sin daños					
	Medidor de Grietas Muros						Con daños, sin evolución					
	Medidor de Grietas Pisos						Con daños, con evolución					
	Medidor de Grietas Cimen., Andén, Vía						Reporte Inmediato a la Universidad / Idiger					
Observaciones:												
Inspector: Hansel González						NOTA: Por favor, NO confundir la aparición de grietas, con fisuración normal por retracción del mortero, pañetes o concreto.						

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

4.7.3.6.1 Método para obtener el nivel de alerta, según los criterios planteados:

Los parámetros cualitativos establecidos en el numeral 1.3 del presente documento, se convierten en cuantitativos por medio de la formulación propuesta (**fragilidad vs intensidad**).

Con la anterior información se procede a realizar una gráfica (fragilidad vs intensidad) la cual permite relacionar las dos variables y ubicar cada vivienda en un nivel bajo, medio y alto de alerta.

Se consideran tres niveles de alerta, que se explican a continuación:

- **NIVEL DE ALERTA BAJO (●)**: Se considera un nivel bajo de alerta, cuando el valor de la (**fragilidad vs intensidad**) se ubica entre (0,1 y 0,5) de dicha gráfica. Por tanto, corresponde al color verde en la matriz de la parte inferior del texto
- **NIVEL DE ALERTA MEDIO (●)**: Se considera un nivel medio de alerta, cuando los valores de **fragilidad** son mayores de (0,5) en la gráfica (fragilidad vs intensidad). Por tanto, corresponde al color amarillo en la matriz de la parte inferior del texto.
- **NIVEL DE ALERTA ALTO (●)**: Se considera un nivel medio de alerta, cuando los valores de **intensidad** son mayores de (0,5) en la gráfica (fragilidad vs intensidad). Por tanto, corresponde al color rojo en la matriz de la parte inferior del texto. En todos los casos la intensidad es el parámetro que gobierna la matriz.

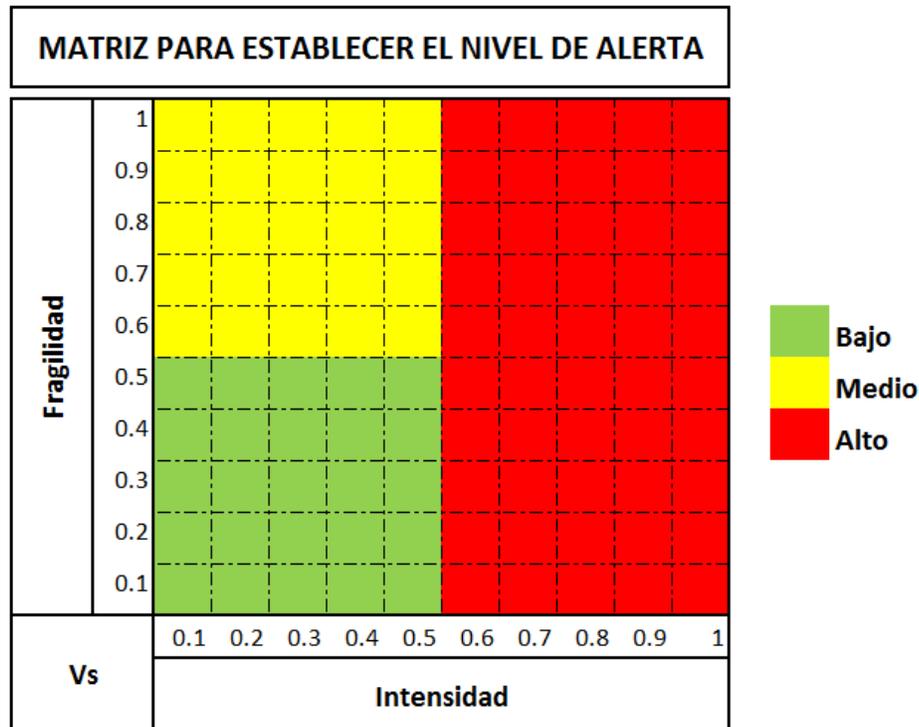


Ilustración 8. Matriz que permite establecer el nivel de alerta. Fuente: Elaboración propia.

Resumen de la formulación para establecer el nivel de alerta:

$$Fragilidad = (T \times 0.2) + (P \times 0.2) + (E \times 0.2) + (D \times 0.4)$$

$$Intensidad = (L \times 0.2) + (F \times 0.2) + (G \times 0.2) + (I \times 0.4)$$

4.7.3.7 Crterios de inspección del sistema de contención (Viga y muro en concreto reforzado)

Para realizar el monitoreo al sistema de contención (viga), se implementó el criterio de inspección técnica visual, en consecuencia, se utilizó el siguiente formato.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE DAÑOS SISTEMA DE CONTENCIÓN (VIGA)			
DESCRIPCIÓN		CAMPAÑA ACTUAL	CAMPAÑA ANTERIOR Ó DAÑO
CAMPAÑA:	ANCLAJE		
FECHA DE INSPECCIÓN:			
TIPO DE INSPECCIÓN:			
CAMPAÑA:	ANCLAJE		
FECHA DE INSPECCIÓN:			
TIPO DE INSPECCIÓN:			
CAMPAÑA:	ANCLAJE		
FECHA DE INSPECCIÓN:			
TIPO DE INSPECCIÓN:			
CAMPAÑA:	ANCLAJE		
FECHA DE INSPECCIÓN:			
TIPO DE INSPECCIÓN:			
CAMPAÑA:	ANCLAJE		
FECHA DE INSPECCIÓN:			
TIPO DE INSPECCIÓN:			

Ilustración 9. Formato para el monitoreo sistema de contención (viga) Fuente: Elaboración propia.

El formato, contiene aspectos a evaluar como: descripción y una foto tipo durante y después de la inspección, con el propósito de identificar, cambios en la parte visible del sistema de contención (viga).

La inspección se realizó desde el año 2018 hasta el año 2020, con los siguientes hallazgos:



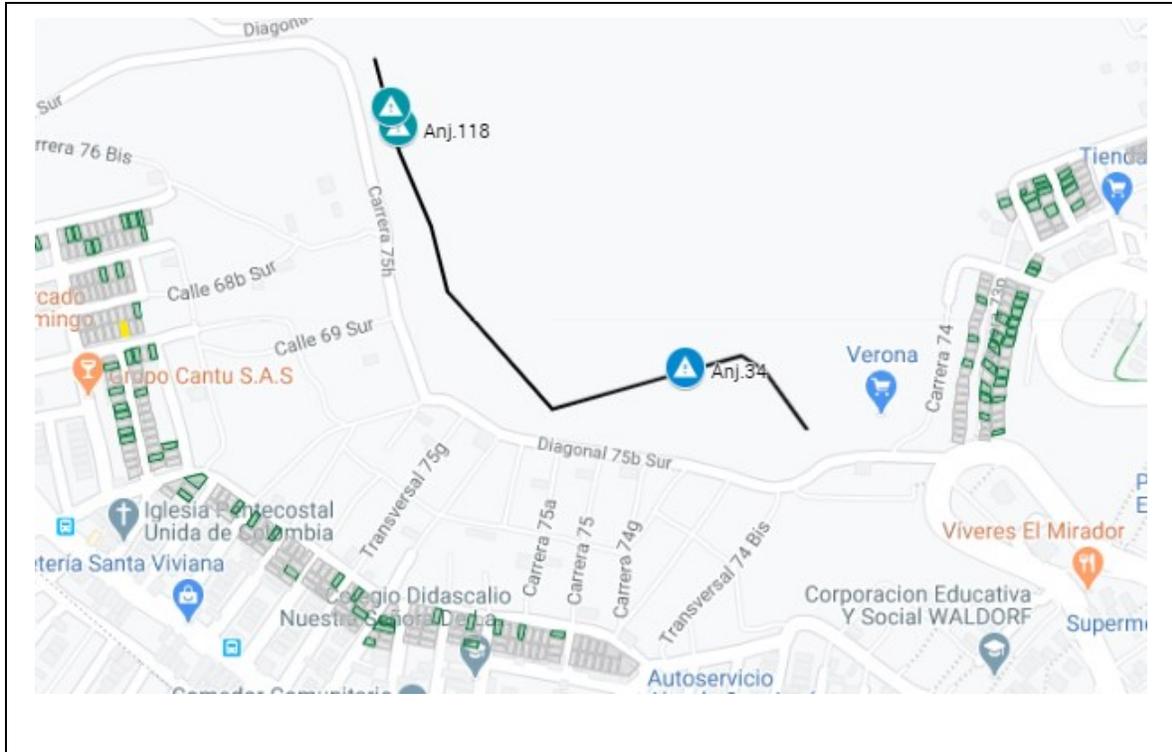
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



Anclaje 34



Anclaje 118



Anclaje 119

Ilustración 10. Mapa que relaciona seguimiento viga corrida. Fuente: Elaboración propia

Durante el periodo comprendido desde agosto 2018 a solicitud de Idiger se realizó una inspección visual a la viga corrida hasta febrero del 2020 se evidenciaron solo tres (3) hallazgos, los cuales están reportados en los respectivos informes mensuales entregados a Idiger.

El anterior registro fotográfico evidencia la situación en mención (anclajes 34, 118, 119), la causa del daño parcial de la cabeza del anclaje fue vandalismo, se descarta que los hallazgos, sean causados por el movimiento en masa de la zona de estudio.

4.7.3.89.7 Para el sistema de contención (Muro):

Durante las visitas de campo realizada al sistema de contención, la inspección visual del muro de contención el cual inicio desde octubre de 2017 hasta octubre de 2019 no se registró movimientos, ya que los testigos colocados en algunas grietas, que se revisaban de forma mensual no evidenciaron movimiento de dichos muros, en consecuencia, no se genera alerta para IDIGER.

Se aclara que los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2019, enero y febrero 2020 no se realizó la inspección visual para el muro de contención, lo anterior debido al cerramiento que colocó la Alcaldía de Ciudad Bolívar en la zona de inspección, para evitar el ingreso de personas.

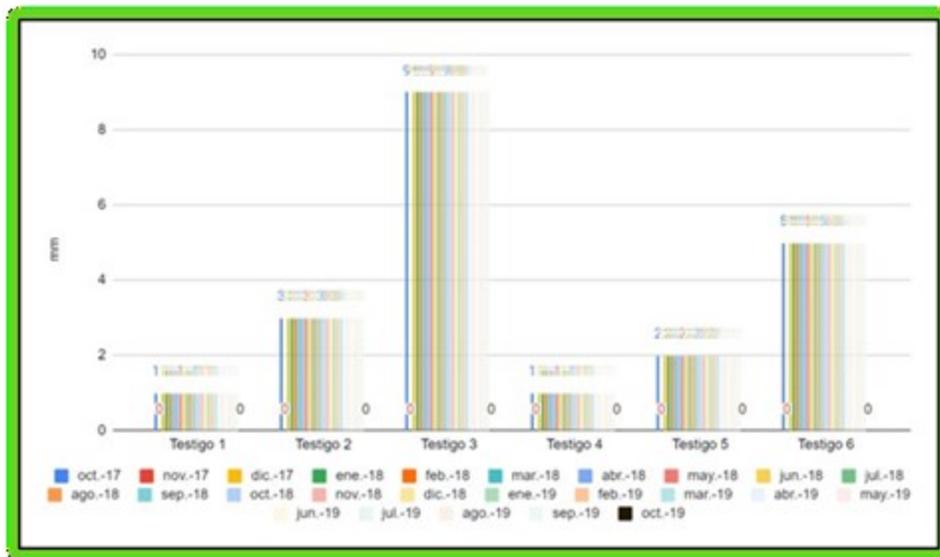


Ilustración 11. Resultado del seguimiento de testigo del sistema de contención. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 12. Mapa que relaciona los testigos en muros de contención, antes del cerramiento mes de octubre de 2019 Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 13. Muro después del cerramiento mes de octubre de 2019. Fuente: Elaboración Propia

4.7.4 Análisis de resultado, sobre la fragilidad de las viviendas monitoreadas

4.7.4.1.1 Cantidad de viviendas monitoreadas por mes, análisis consolidado.

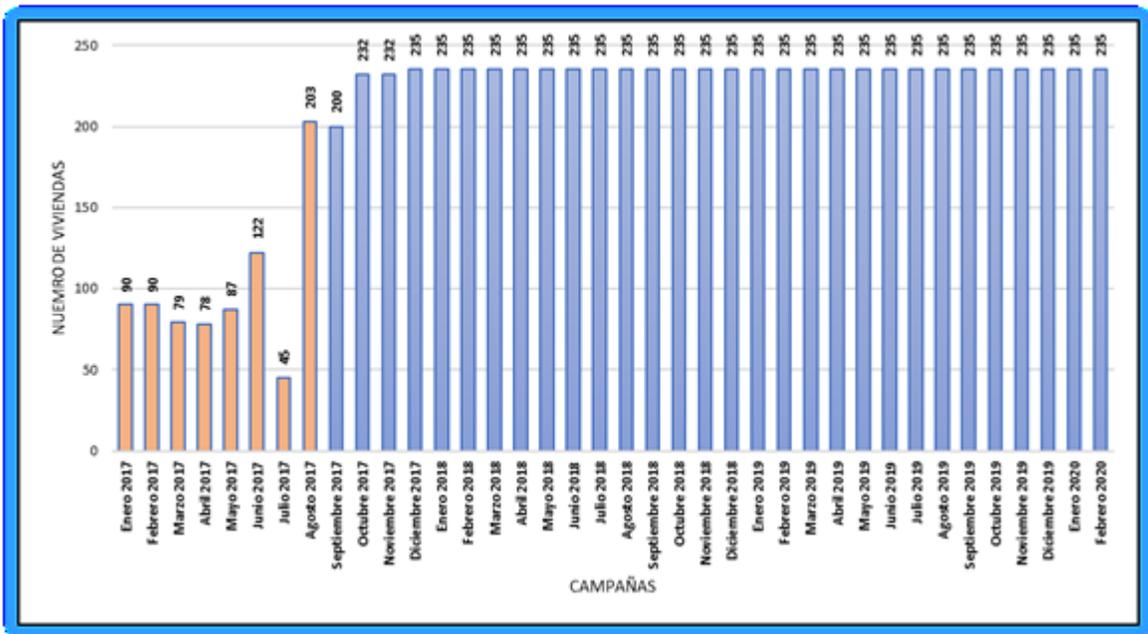


Ilustración 14. Seguimiento Número de Viviendas por campaña Fuente: Elaboración propia

Debido a la complejidad de seguridad en el sector de estudio de las viviendas a monitorear, se plantearon y realizaron estrategias de socialización e información con la comunidad para tener mejor accesibilidad a los predios y garantizar una evaluación más confiable con algo de seguridad para el evaluador.

En la gráfica anterior observamos, que las columnas de color naranja representa las campañas con la metodología antigua (anteriores consultorías) aplicadas desde enero 2017 hasta agosto 2017, podemos observar que no se alcanzaba a realizar en número de viviendas contratadas en cada campaña, debido a lo anterior situación la cual fue reportada en los respectivos informes entregados a IDIGER en el año 2017, fue necesario

aplicar una nueva metodología, lo anterior generó el aumento de las cantidades de viviendas inspeccionadas de forma mensual, como se observa en la gráfica las columnas de color azul.

Sin embargo, la causa principal del cambio de metodología fue una solicitud que realizó la entidad Idiger de forma directa al coordinador del monitoreo estructural en el año 2017, como consta en las respectivas actas de comité.

4.7.4.1.2 Análisis sobre el tipo inspección predominante en el monitoreo contratado.

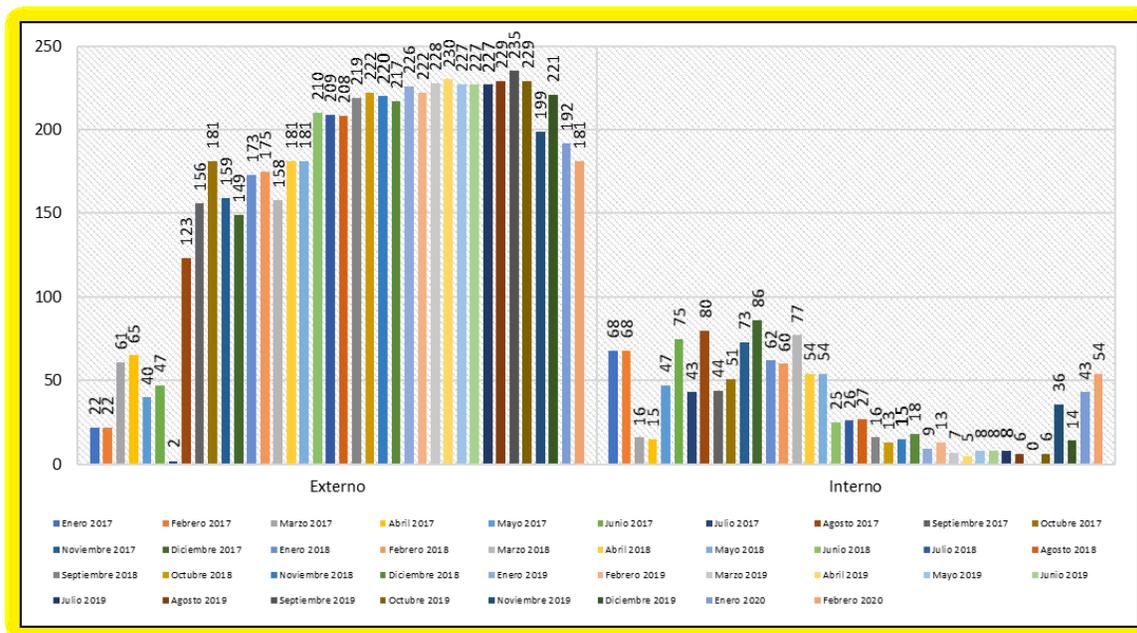


Ilustración 15. Seguimiento Tipo de inspección por campaña. Fuente: Elaboración propia

La inspección se realizaba de manera mensual y la muestra corresponde a un total de 200 viviendas inspeccionadas.

Se puede evidenciar que durante las campañas mensuales, la inspección de tipo externa fue predominante durante el tiempo de ejecución del monitoreo (alrededor del 80% fueron visitas de tipo externa) lo anterior debido a varios factores como fue: los habitantes de la zona NO permitieron el ingreso a las viviendas (por desconfianza) aunque siempre se hacía la respectiva identificación del personal (chaleco), en algunos casos, NO había ningún adulto en la vivienda para recibir y autorizar la visita, también otra causa es que las personas estaban cansadas de recibir cada mes al personal de la universidad para revisar los mismos aspectos de las viviendas. Toda esta situación fue comunicada a la entidad IDIGER en los respectivos comités de seguimiento.

Como solución para aumentar las visitas de tipo interna, se realizaron jornadas de socialización más seguidas en la zona Altos de la Estancia, con el apoyo de IDIGER y las juntas de acción comunal, lo anterior para aumentar el nivel de conciencia de la comunidad y así aumentar el número de inspecciones internas en las viviendas.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Se anexa, el modelo de formato utilizado al final de convenio para intentar aumentar la cantidad de visitas de tipo interno. Esta información fue de conocimiento de la entidad IDIGER.

Volante - entregado-:



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Comunidad del barrio: _____

Les informamos que la universidad Distrital en la actualidad ejecuta una campaña de inspección en sus viviendas, como parte de un proyecto de investigación del programa de Ingeniería Civil.

El objetivo es hacer proyección social, brindando un apoyo técnico a la comunidad de esta localidad desde diciembre 2019 hasta abril de 2020.

Agradecemos Informar al estudiante que visita su vivienda, la aparición de grietas en muros o pisos, o comunicar cualquier novedad al e-mail: mmena@uadistrital.edu.co

Esta gestión es en beneficios de todos.

Atentamente:
Milton Mena Serna
Docente universidad Distrital




Ilustración 16. Formato de socialización para la comunidad Fuente: Elaboración propia

4.7.4.1.3 Análisis sobre estado de ventanas, resultados del monitoreo contratado.

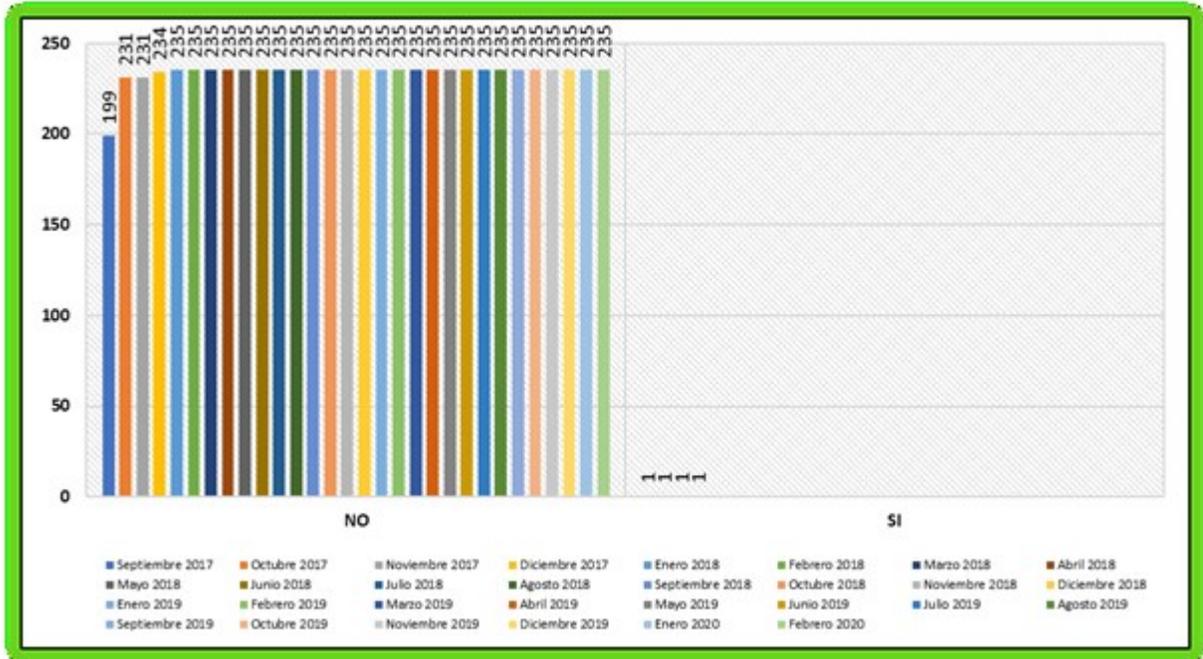


Ilustración 17. Seguimiento Ventanas que Presenten dificultades al cerrar o abrir por campaña. Fuente: Elaboración propia

En las primeras campañas de la nueva metodología solo se evidencia la avería en la ventana de una vivienda tipo prefabricada, el evento se debe a defectos constructivos, características propias del sistema estructural y vetustez de la vivienda, el cual fue solucionado en diciembre del 2017. Desde ese tiempo podemos observar en la gráfica que ninguna vivienda ha presentado hallazgos en las ventanas.

4.7.4.1.4 Análisis sobre estado de puertas, resultados del monitoreo contratado.

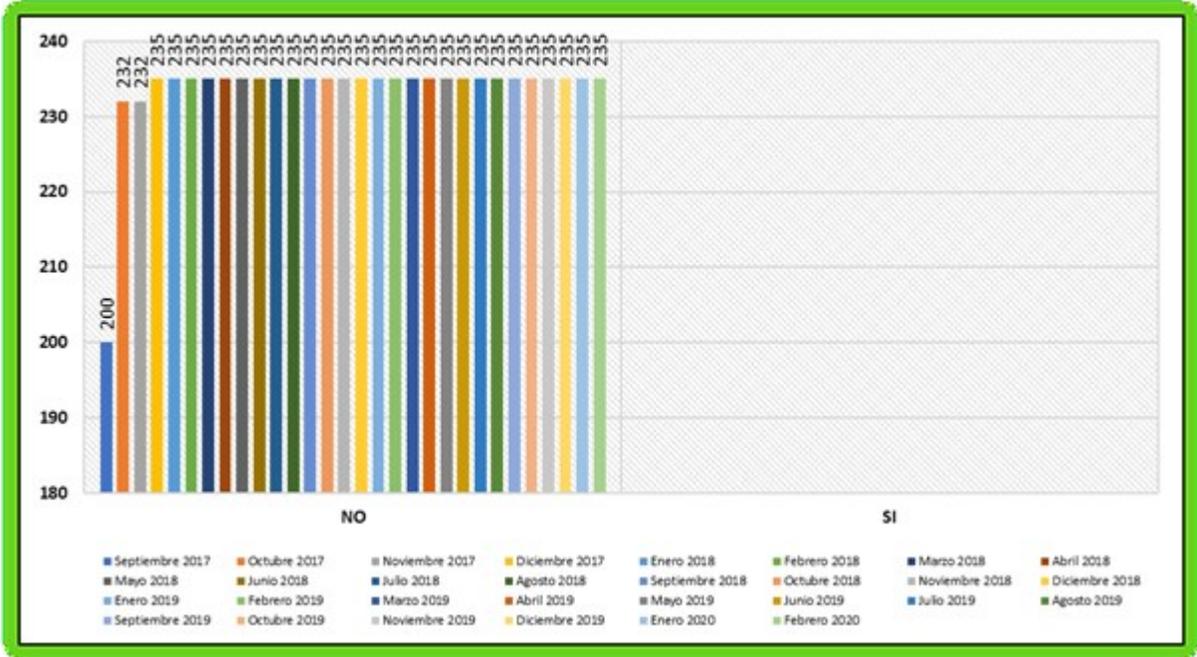


Ilustración 18. Seguimiento Puertas que Presenten dificultades al cerrar o abrir por campaña. Fuente: Elaboración propia

En las campañas podemos observar que ninguna vivienda presentó hallazgos en las puertas de las viviendas inspeccionadas en el convenio 430 de 2020.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.7.4.1.5 Análisis sobre hallazgos de grietas en muros de las viviendas, resultados del monitoreo contratado.

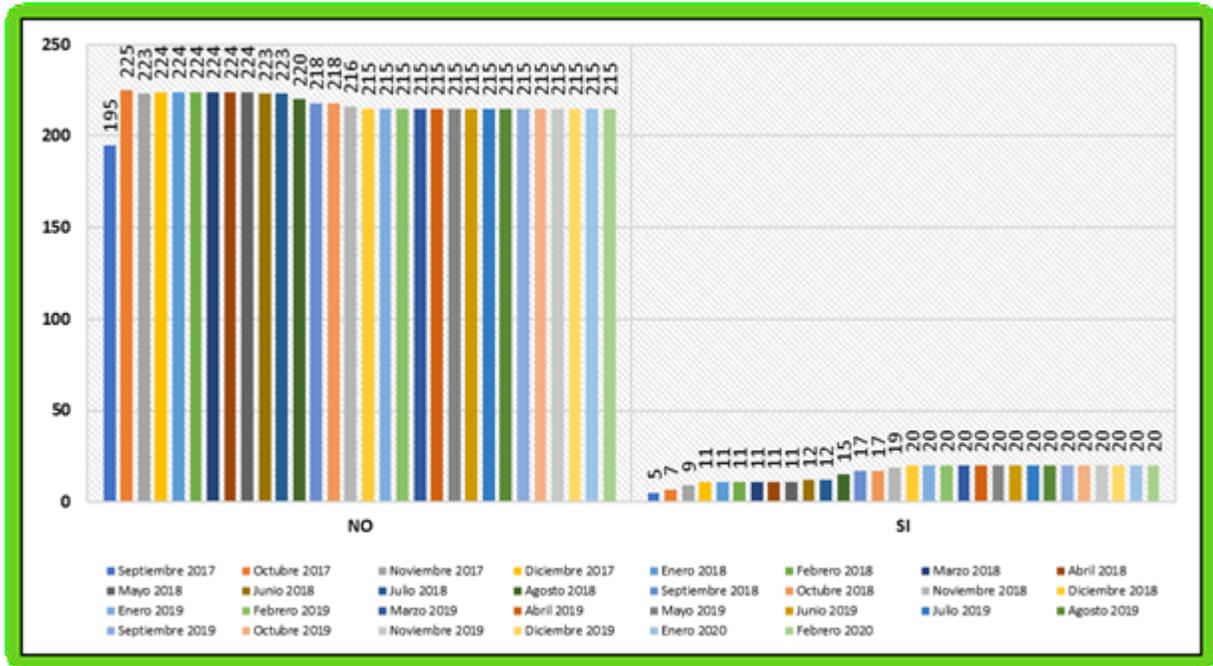


Ilustración 19. Seguimiento Grietas en muros por campaña. Fuente: Elaboración propia

Las grietas que se evidenciaron en los muros de las viviendas inspeccionadas, se consideran que la causas fueron falencias constructivas, para identificar si eran o no activas, fue necesario colocar en algunas de ellas testigos, sin embargo algunos habitantes retiraban o dañaban dichos elementos, en otros casos no permitieron el ingreso a las viviendas para hacer el seguimiento de los testigos.

4.7.4.1.6 Análisis sobre hallazgos de grietas en pisos de las viviendas, resultados del monitoreo contratado.

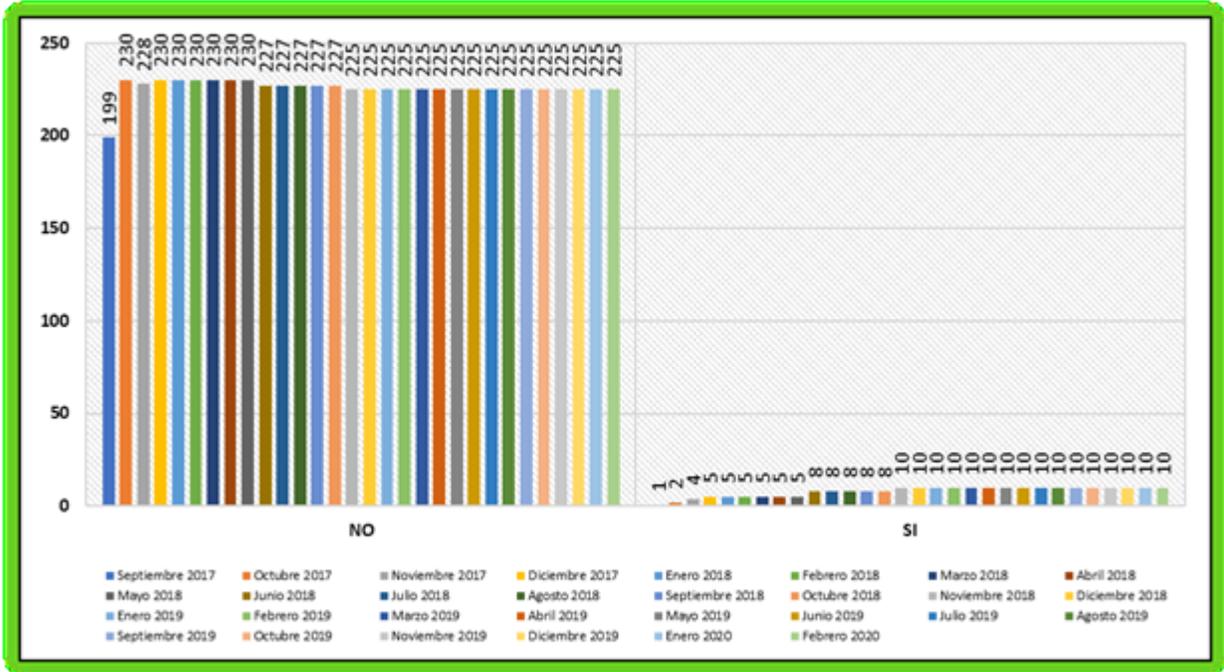


Ilustración 20. Seguimiento Grietas en pisos por campaña. Fuente: Elaboración propia

Las grietas que se evidenciaron en los pisos de las viviendas inspeccionadas, se consideran que la causas fueron falencias constructivas, para identificar si eran o no activas, fue necesario colocar en algunas de ellas testigos, sin embargo algunos habitantes retiraban o dañaban dichos elementos, en otros casos no permitieron el ingreso a las viviendas para hacer el seguimiento de los testigos.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.7.4.1.7 10.5 Análisis sobre hallazgos humedad en pie de muros de las viviendas inspeccionadas, resultados del monitoreo contratado.

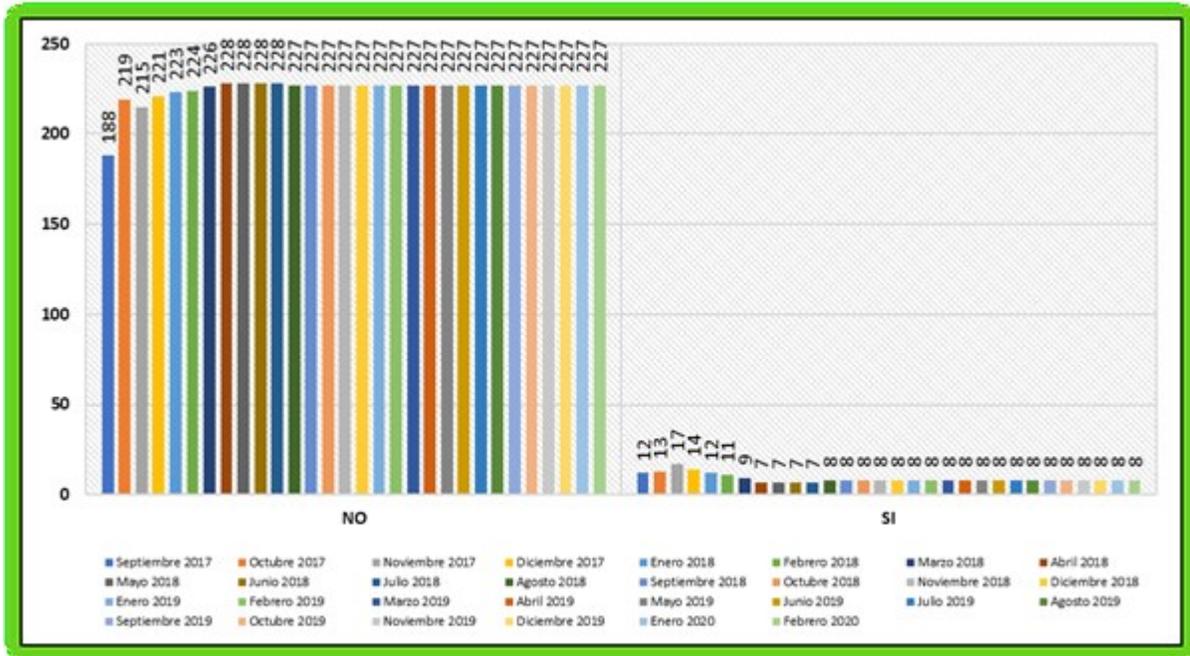


Ilustración 21. Seguimiento Humedad en pie de muro por campaña Fuente: Elaboración propia

Las humedades en pie de muro que se evidenciaron en las viviendas inspeccionadas, se consideran que la causas fueron falencias constructivas en muchos casos esta humedad aumentaba con las épocas de lluvias, durante la vigencia del convenio el ingreso a las viviendas fue disminuyendo, para hacer el seguimiento de este caso, lo anterior debido al cansancio de los habitantes.

4.7.4.1.8 10.6 Análisis sobre la evolución de la fragilidad (daños) en las viviendas, resultados del monitoreo contratado.

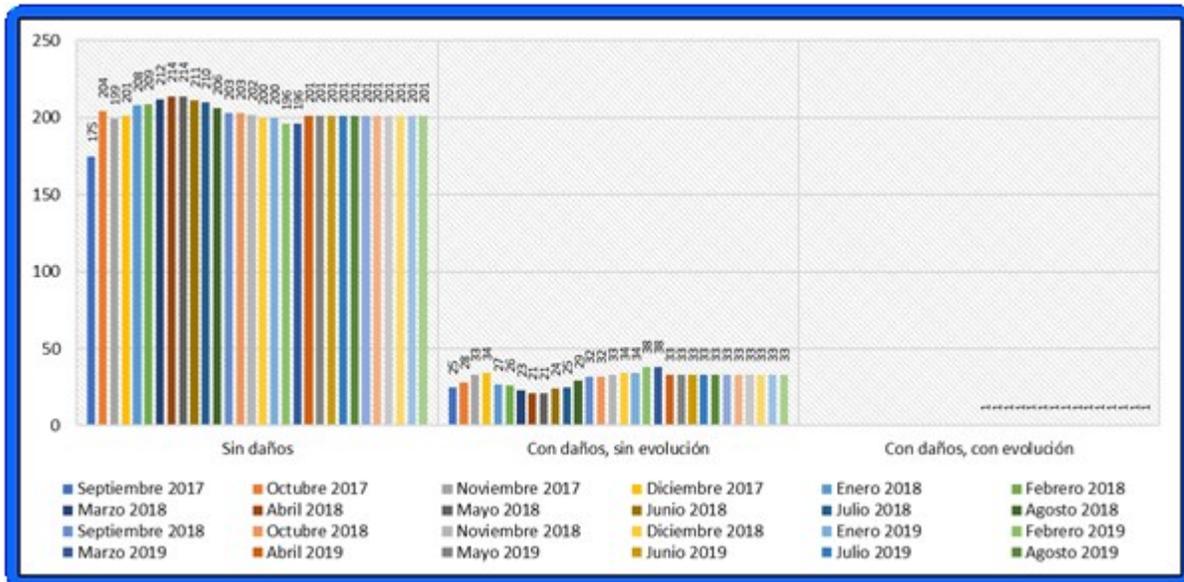


Ilustración 22. Seguimiento Evolución de Daños por campaña. Fuente: Elaboración propia

En la gráfica anterior se observa que el 100% las viviendas inspeccionadas son habitables. Pero un 14,5% presenta defectos constructivos que aumenta la vulnerabilidad de las casas, ante cualquier movimiento del terreno.

4.7.4.1.9 10.7 Mapa de fragilidad, resultados del monitoreo contratado.

A nivel de resumen se presenta el mapa fragilidad final del proyecto.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

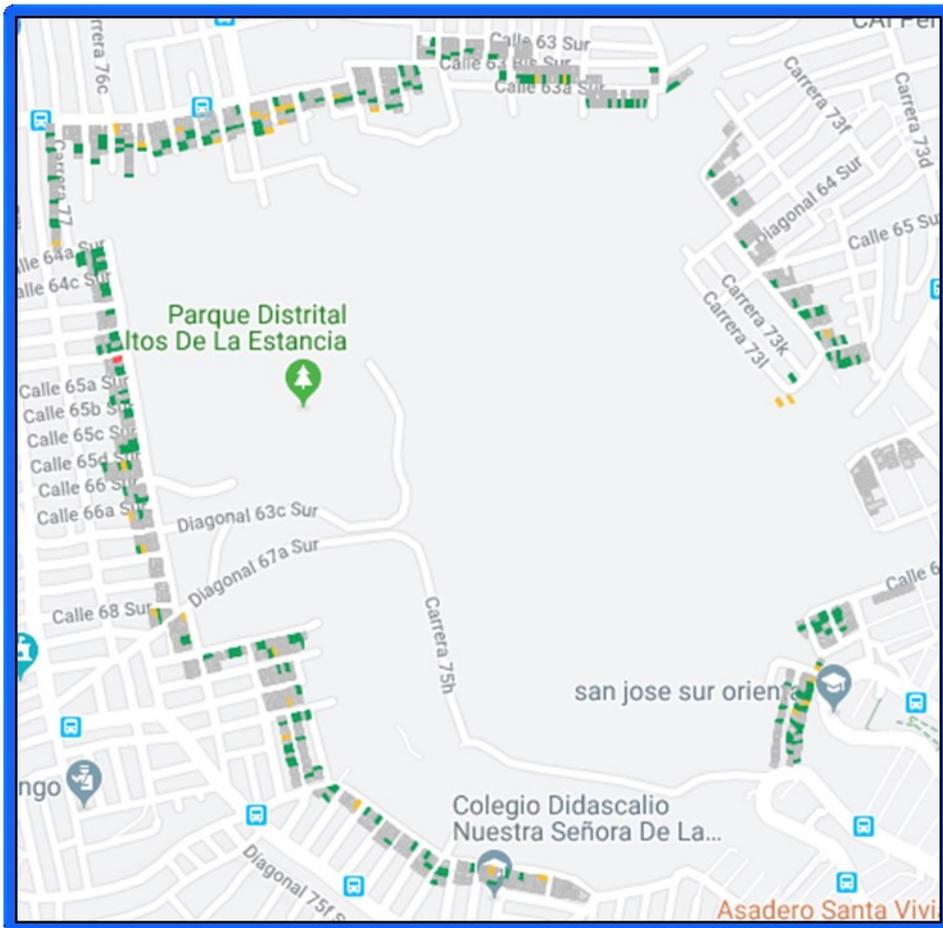


Ilustración 23. Mapa general de evolución de daños en viviendas Fuente: Elaboración propia

Estos hallazgos corresponden a la fragilidad de las viviendas. Es decir, el producto de la revisión de los inspectores de campo, en aspectos como:

Puertas y ventanas, que presentan dificultades para abrir o cerrar o el marco está aplastado por la misma estructura.

Muros y pisos de las viviendas, que presentan grietas o fisuras mayores a 2 mm de espesor.

Pie de muros en las viviendas, que presentan humedad que superan los 20 cm de altura en el muro.

Los colores contenidos en el anterior mapa se explican a continuación:

- **El color verde significa (●):** Corresponden a las viviendas inspeccionadas que no presentan daños visibles.
- **El color amarillo significa (●):** Corresponden a las viviendas inspeccionadas que presentan daños visibles, sin evolución, es decir el daño no es progresivo, por tanto no afecta la seguridad de la edificación.
- **El color rojo significa (●):** Corresponden a las viviendas inspeccionadas que presentan daños visibles, con evolución, es decir el daño es progresivo, por tanto afecta la seguridad de la edificación.
- **El color negro significa (●):** Corresponden a las viviendas NO inspeccionadas en la campaña del mes analizado.

Para nuestro monitoreo, hay una vivienda en color rojo, la causa principal es falencias constructivas, lo anterior se concluye debido que esta vivienda fue objeto de seguimiento detallado y se encontró que el entorno de la vivienda no presentaba evidencia de movimiento.

Esta información está registrada en las respectivas actas e informes de seguimiento mensual entregados por la universidad Distrital.

4.7.5 Análisis de resultados, sobre la intensidad del entorno de las viviendas monitoreadas

4.7.5.1.1 Análisis sobre la evolución de levantamiento y hundimientos encontrados en el entorno de las viviendas.

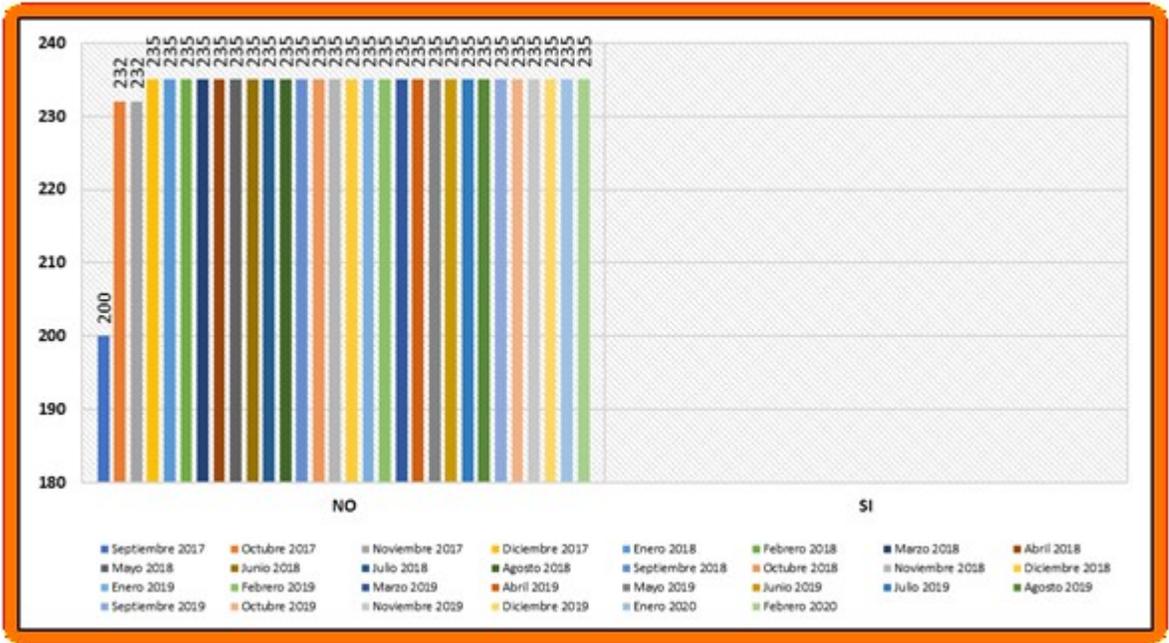


Ilustración 24. Seguimiento de Levantamientos y/o Hundimientos en el entorno de las viviendas por campaña. Fuente: Elaboración propia

La grafica consolidada de las campañas mensuales durante los tres años de duración del monitoreo estructural, permite concluir que NO se ha presentado levantamientos y/o hundimientos en los alrededores de las viviendas inspeccionadas.

4.7.5.1.2 11.2 Análisis sobre la evolución de la presencia de agua encontrada en el entorno de las viviendas.

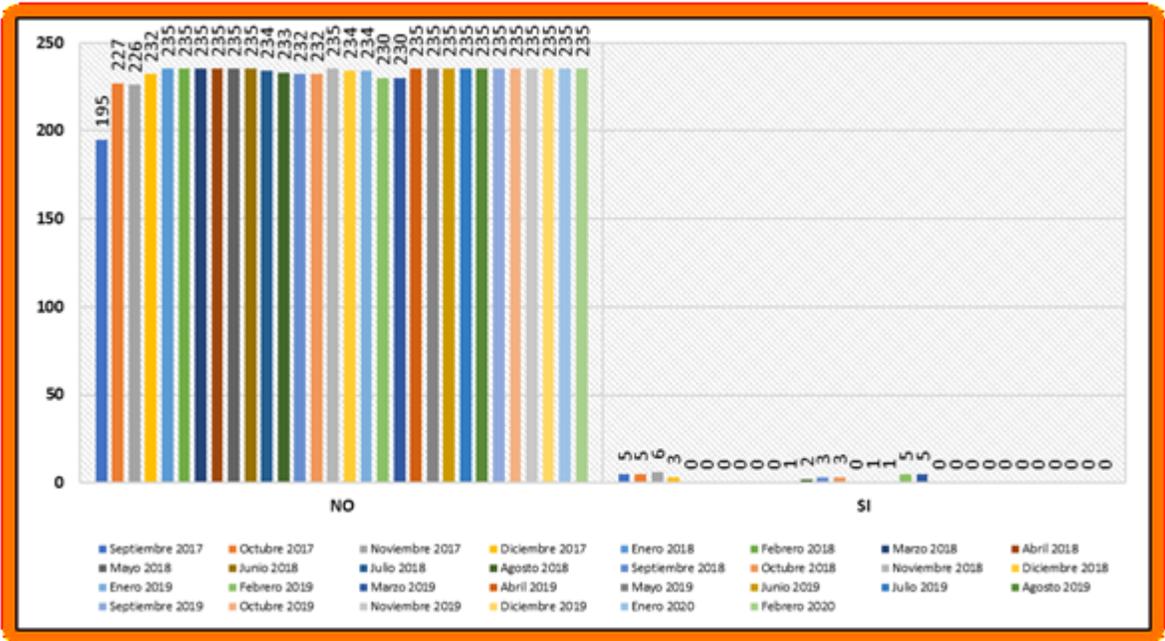


Ilustración 25. Seguimiento de Presencia de agua en los alrededores en el entorno de las viviendas por campaña. Fuente: Elaboración propia

La grafica consolidada de las campañas mensuales durante los tres años de duración del monitoreo estructural, permite concluir que más del 95% de las viviendas inspeccionadas NO registran presencia de agua en sus alrededores.

La causa de presencia de agua, alrededor de las viviendas, se relaciona con las temporadas de lluvia, deficiencia en el mantenimiento viales, pavimentos y andenes inexistentes.

4.7.5.1.3 Análisis sobre la evolución de grietas ó fisura en andenes, encontrados en el entorno de las viviendas.

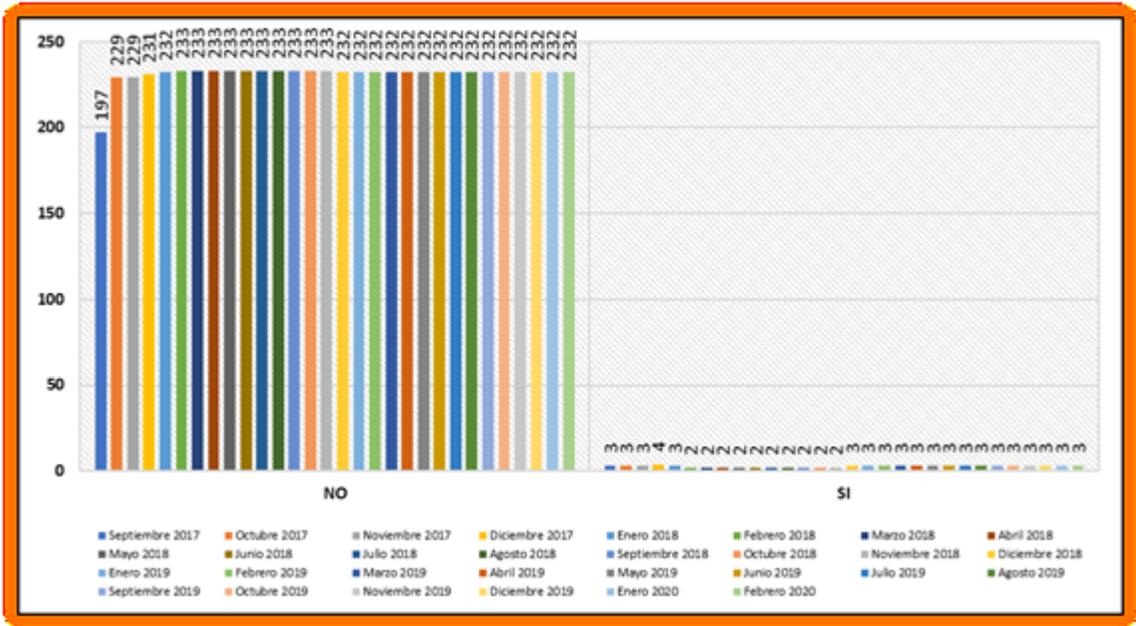


Ilustración 26. Seguimiento de Fisuras o Grietas en anden y/o vía en los alrededores en el entorno de las viviendas por campaña. Fuente: Elaboración propia

La grafica consolidada de las campañas mensuales durante los tres años de duración del monitoreo estructural, permite concluir que más del 95% de las viviendas inspeccionadas NO registran presencia de grietas o fisuras en los andenes.

La causa de presencia de grietas o fisuras en los andenes, se relaciona con deficiencia constructivas, viviendas en demolición o en reconstrucción.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.7.6 Análisis de resultados, sobre el nivel de alerta del sistema de monitoreo estructural

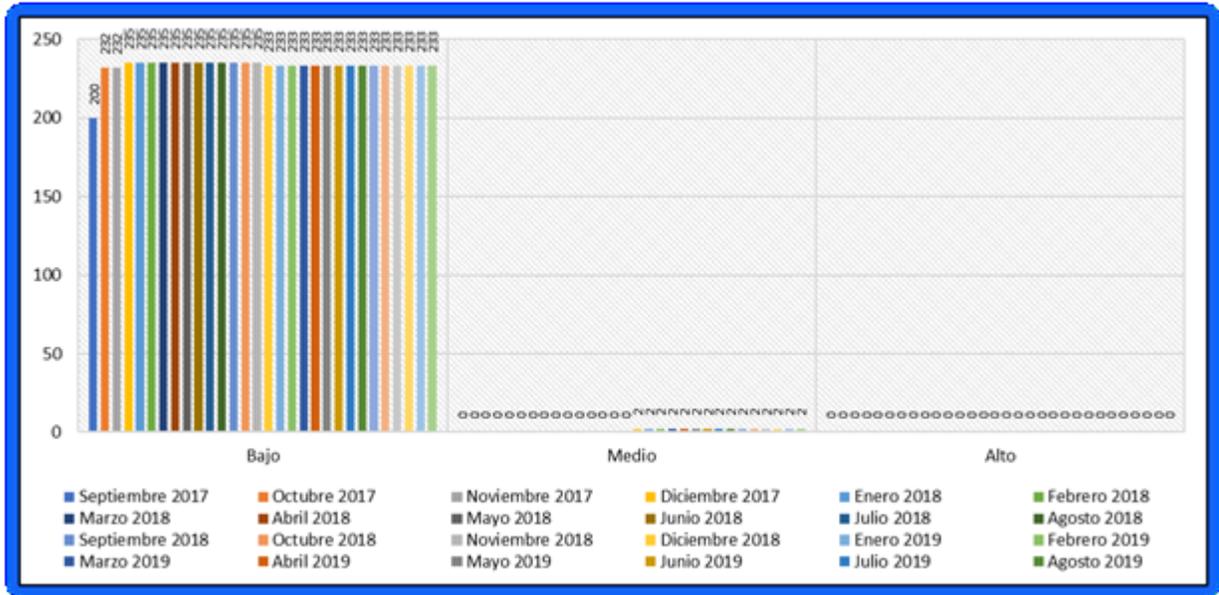


Ilustración 27. Seguimiento Nivel de alerta por campaña. Fuente: Elaboración propia

La grafica consolidada de las campañas mensuales durante los tres años de duración del monitoreo estructural, permite concluir que **NO SE ESTABLECE ALERTA** para ningún mes del monitoreo estructural.

La anterior información se complementa, con la elaboración y presentación de un mapa y la matriz que permite identificar el nivel de alerta de todo el monitoreo con fecha de actualización al mes de **febrero del año 2020**.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

4.7.6.1.1 Análisis sobre la evolución del nivel de alerta, presentado en forma de matriz.

Tabla 29. Fragilidad vs Intensidad Última Campaña

Fragilidad	Cantidad
0	7
0,29	89
0,37	9
0,39	9
0,4	80
0,41	6
0,45	5
0,46	11
0,48	15
0,49	2
0,56	2
Total general	235

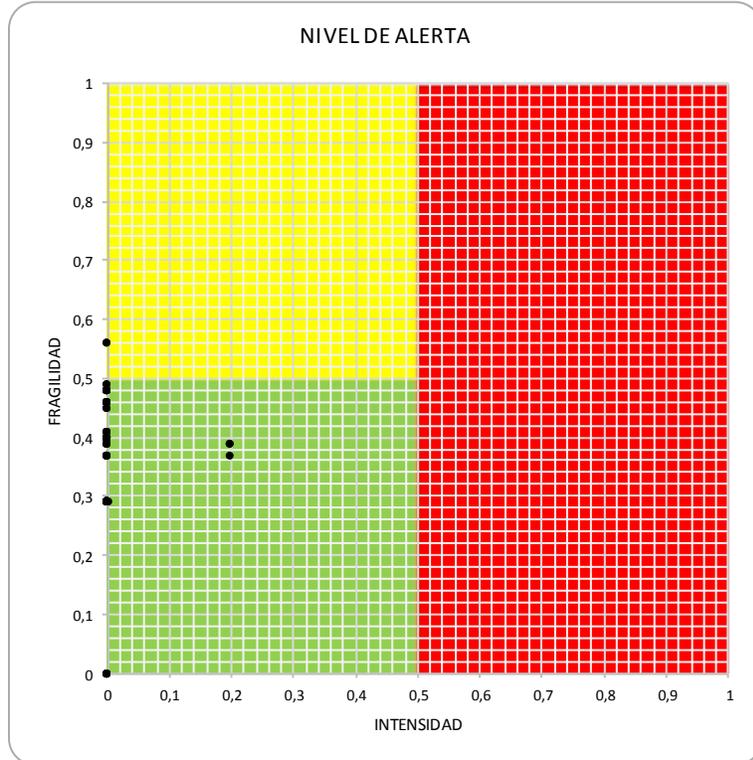
Intensidad	Cantidad
0	232
0,2	3
Total general	235

INTERPRETACION DE RESULTADOS:

Los valores ubicados en la zona verde, significa que NO presentan daños visibles y además un nivel de intensidad de la amenaza baja.

Los valores ubicados en la zona amarilla, significa que presentan daños visibles presuntamente debido a deficiencias constructivas, pero con un nivel de intensidad de la amenaza baja.

Requiere monitoreo constante e instalación de testigos.



Se consideran tres niveles de alerta, que se explican a continuación:

NIVEL DE ALERTA BAJO (●): Se considera un nivel bajo de alerta, cuando el valor de la (fragilidad vs intensidad) se ubica entre (0,1 y 0,5) de dicha gráfica. Por tanto, corresponde al color verde en la matriz de la parte inferior del texto

NIVEL DE ALERTA MEDIO (●): Se considera un nivel medio de alerta, cuando los valores de fragilidad son mayores de (0,5) en la gráfica (fragilidad vs intensidad). Por tanto, corresponde al color amarillo en la matriz de la parte inferior del texto.

NIVEL DE ALERTA ALTO (●): Se considera un nivel medio de alerta, cuando los valores de intensidad son mayores de (0,5) en la gráfica (fragilidad vs intensidad). Por tanto, corresponde al color rojo en la matriz de la parte inferior del texto. En todos los casos la intensidad es el parámetro que gobierna la matriz.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

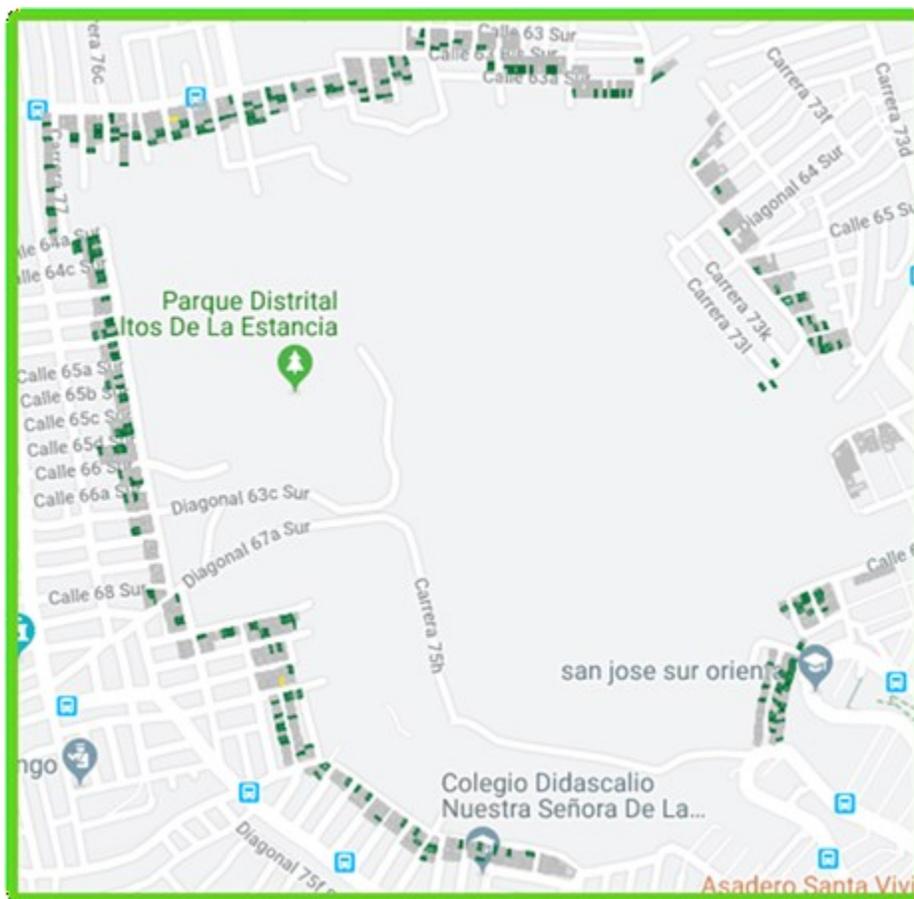


Ilustración 28. Mapa que relaciona el nivel de alerta con zonificación de amenaza geotécnica. Fuente: Elaboración propia

El color verde significa (●): Corresponden a las viviendas inspeccionadas para la campaña del mes analizado, que presentan un nivel de alerta BAJO.

El color amarillo significa (●): Corresponden a las viviendas inspeccionadas para la campaña del mes analizado, que presentan un nivel de alerta MEDIO.

El color rojo significa (●): Corresponden a las viviendas inspeccionadas para la campaña del mes analizado, que presentan un nivel de alerta ALTO.

El color negro significa (●): Corresponden a las viviendas NO inspeccionadas en la campaña del mes analizado

La grafica consolidada de las campañas por cada año de monitoreo (2017, 2018, 2019 y 2020), permite concluir que **NO SE ESTABLECE ALERTA** para ningún año del monitoreo estructural.

El nivel de alerta medio es únicamente por fragilidad por deficiencias constructivas de algunas viviendas.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

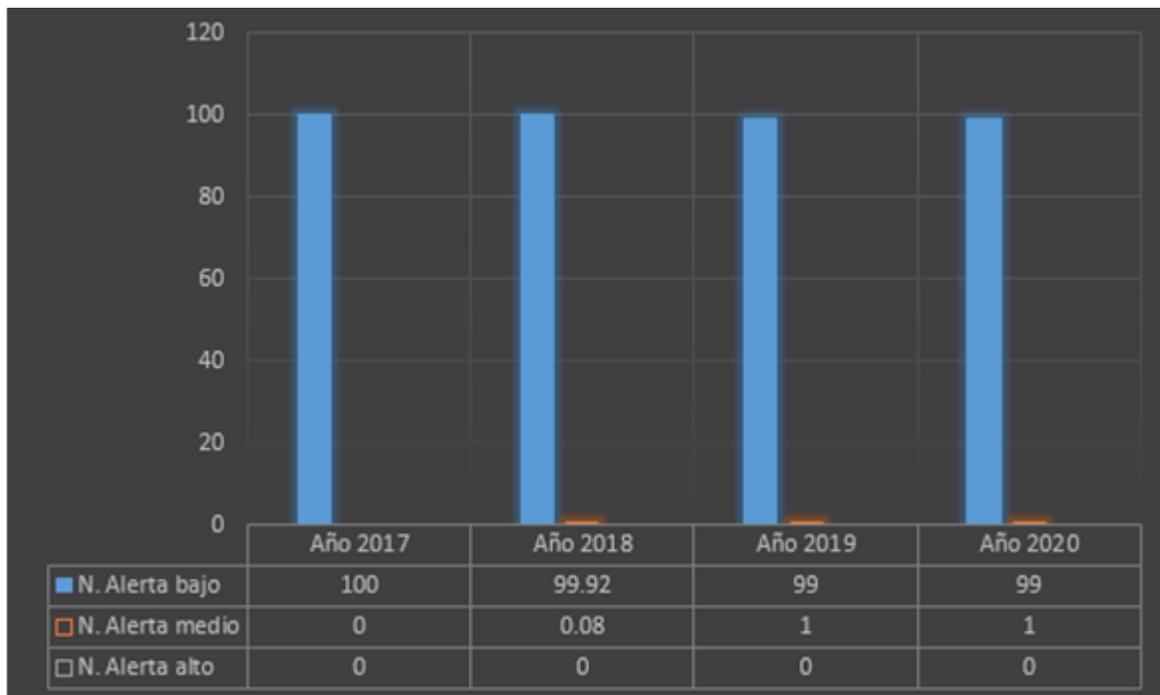


Ilustración 29. Seguimiento Nivel de alerta por año. Fuente: Elaboración propia

4.7.6.2 13. Hallazgos relacionados con el entorno de las viviendas, para los últimos meses al cierre del convenio.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Punto	Clasificación	Descripción	Latitud	Longitud	Estado
V9	Vertimiento agua	Flujo de agua residual	4°34'41.48"N	74°10'20.12"O	Subsano
V5	Vertimiento Residual	Caja de agua residual	4°34'41.48"N	74°10'20.12"O	Subsano
A8	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'38.31"N	74°10'29.57"O	Subsano
A10	Vertimiento agua	Fuga de agua registro	4°35'2.58"N	74°10'44.84"O	Subsano
V13	Vertimiento Residual	Apozamiento de agua	4°35'2.25"N	74°10'44.74"O	Subsano
A11	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°35'6.17"N	74°10'43.13"O	Subsano
Anj.1	Anclaje 118	En Monitoreo			
Anj.2	Anclaje 119	En Monitoreo			
A12	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'47.22"N	74°10'38.91"O	Subsano
A13	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'41.29"N	74°10'36.78"O	Subsano
A14	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°34'46.77"N	74°10'36.85"O	Subsano
A15	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°34'57.94"	74°10'44.10"O	Subsano
V14	Vertimiento Residual	Apozamiento de agua	4°34'44.98"N	74°10'36.42"O	Subsano
Anj.3	Anclaje 34	Monitoreo			
V15	Vertimiento Residual	Apozamiento de agua	4°34'41.55"N	74°10'17.81"O	Subsano
	Vertimiento Residual	Apozamiento de agua	4°34'52.81"N	74°10'42.87"O	Subsano
Cv1	Construcción de vía	Construcción de vía	4°35'10.05"N	74°10'37.50"O	Avance
V17	Vertimiento Residual	Apozamiento de agua	4°34'48.57"N	74°10'41.87"O	Subsano
V18	Vertimiento Residual	Apozamiento de agua	4°34'44.14"N	74°10'38.60"O	Subsano
V19	Vertimiento Residual	Apozamiento de agua	4°34'47.23"N	74°10'39.23"O	Subsano

Tabla 183. Coordenadas puntos y Seguimiento para los últimos meses del monitoreo. Fuente: Elaboración propia

La tabla consolidada de las últimas 2 campañas mensuales del monitoreo estructural, permite concluir que **NO HAY HALLAZGO ABIERTO**. Fecha de actualización **marzo del año 2020**.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

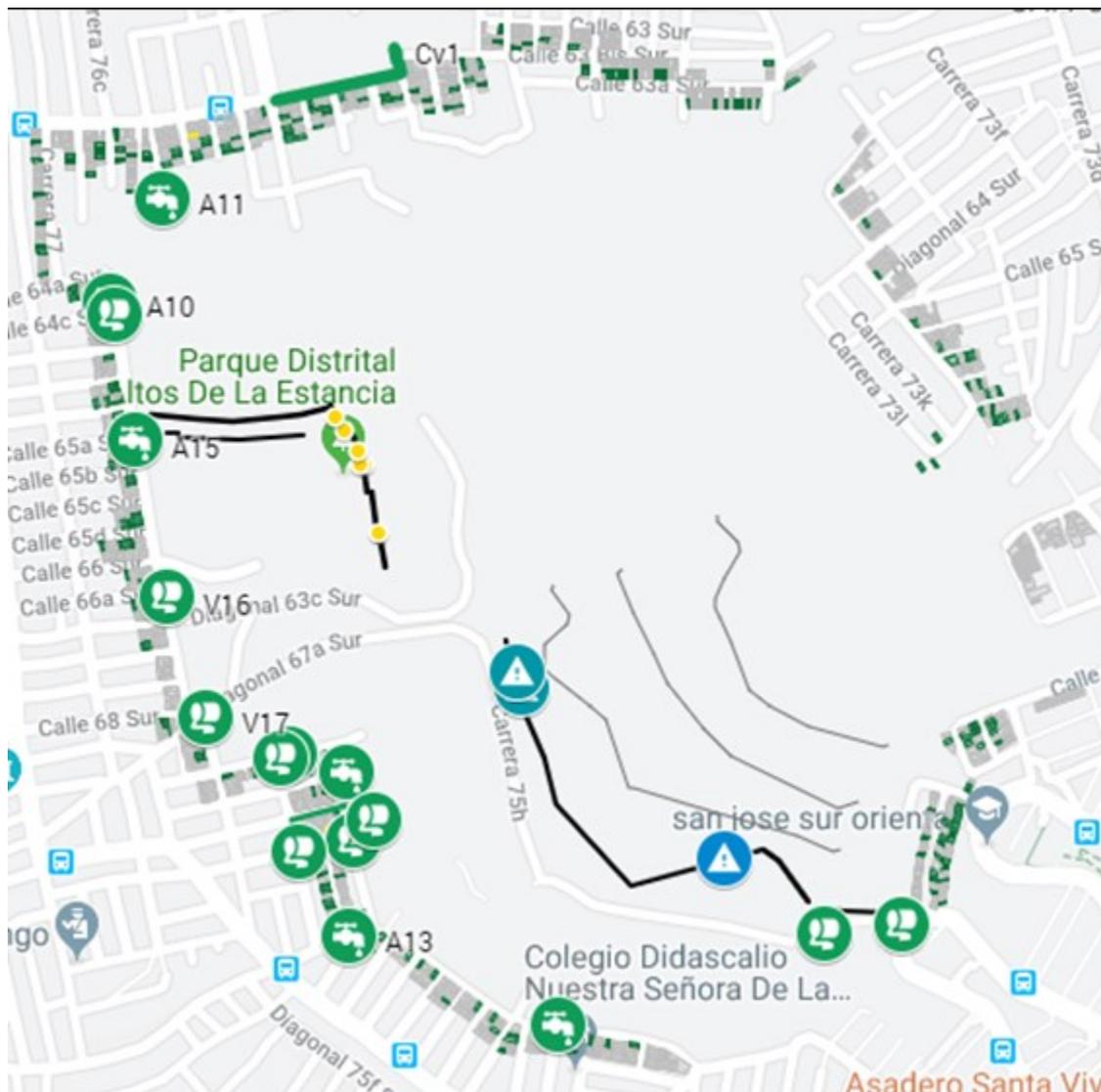


Ilustración 30. Localización Puntos de vertimiento de los últimos hallazgos, febrero año 2020 Fuente: Elaboración propia

4.7.7 Resumen de hallazgos (vertimientos de agua potable y sanitaria) consolidado para los (3) tres años monitoreo estructural

Esta información presenta de manera resumida los hallazgos históricos que se encontraron en el convenio.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

MES	PUNTO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	LATITUD	LONGITUD	OBSERVACION	ID
2018 Mayo	1	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'48,63" N	74°10'41,60" O	Nuevo	
	2	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°34'55,21" N	74°10'43,27" O	Nuevo	
	3	Vertimiento agua	Flujo de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Nuevo	V9
	4	Vertimiento residual	Caja de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Nuevo	V5
2018 Junio	1	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'48,63" N	74°10'41,60" O	Subsanado	
	2	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°34'55,21" N	74°10'43,27" O	Subsanado	
	3	Vertimiento agua	Flujo de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Continua	V9
	4	Vertimiento residual	Caja de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Continua	V5
2018 Julio	3	Vertimiento agua	Flujo de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Continua	V9
	4	Vertimiento residual	Caja de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Continua	V5
	5	Anclaje viga	Desplazamiento	4°34'49,91" N	74°10'31,04" O	Monitoreo	
2018 Agosto	3	Vertimiento agua	Flujo de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Continua	V9

	4	Vertimiento residual	Caja de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Continua	V5
	5	Anclaje viga	Desplazamiento	4°34'49,91" N	74°10'31,04" O	Monitoreo	
	6	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'38,31" N	74°10'29,57" O	Nuevo	A8
	7	Vertimiento agua	Fuga de agua registro	4°35'2,58"N	74°10'44,84" O	Nuevo	
2018 Septiembre	3	Vertimiento agua	Flujo de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Continua	V9
	4	Vertimiento residual	Caja de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Continua	V5
	5	Anclaje viga	Desplazamiento	4°34'49,91" N	74°10'31,04" O	Monitoreo	
	6	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'38,31" N	74°10'29,57" O	Subsanado	A8
	7	Vertimiento agua	Fuga de agua registro	4°35'2,58"N	74°10'44,84" O	Continua	
2018 Octubre	3	Vertimiento agua	Flujo de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Continua	V9
	4	Vertimiento residual	Caja de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Subsanado	V5
	6	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'38,31" N	74°10'29,57" O	Subsanado	A8
	7	Vertimiento agua	Fuga de agua registro	4°35'2,58"N	74°10'44,84" O	Continua	A10
	8	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°35'2,25"N	74°10'44,74" O	Nuevo	V13
	9	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°35'6,17"N	74°10'43,13" O	Nuevo	A11



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

2018 Noviembre	3	Vertimiento agua	Flujo de agua residual	4°34'41,48" N	74°10'20,12" O	Subsanado	V9
	7	Vertimiento agua	Fuga de agua registro	4°35'2,58"N	74°10'44,84" O	Continua	A10
	8	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°35'2,25"N	74°10'44,74" O	Subsanado	V13
	9	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°35'6,17"N	74°10'43,13" O	Subsanado	A11
2018 Diciembre	10	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'47,22" N	74°10'38,91" O	Nuevo	A12
2019 Enero	10	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'47,22" N	74°10'38,91" O	Continua	A12
2019 Febrero	10	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'47,22" N	74°10'38,91" O	Continua	A12
	11	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'41,29" N	74°10'36,78" O	Nuevo	A13
	12	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°34'46,77" N	74°10'36,85" O	Nuevo	A14
	13	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°34'57,94" N	74°10'44,10" O	Nuevo	A15
	14	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'44,98" N	74°10'36,42" O	Nuevo	V14
2019 Marzo	10	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'47,22" N	74°10'38,91" O	Continua	A12
	11	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'41,29" N	74°10'36,78" O	Continua	A13
	12	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°34'46,77" N	74°10'36,85" O	Continua	A14

	13	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°34'57,94" N	74°10'44,10" O	Continua	A15
	14	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'44,98" N	74°10'36,42" O	Continua	V14
	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1
	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2
	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
2019 Abril	10	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'47,22" N	74°10'38,91" O	Subsanado	A12
	11	Vertimiento agua	Manguera rota acueducto	4°34'41,29" N	74°10'36,78" O	Subsanado	A13
	12	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°34'46,77" N	74°10'36,85" O	Subsanado	A14
	13	Vertimiento agua	Apozamiento de agua	4°34'57,94" N	74°10'44,10" O	Subsanado	A15
	14	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'44,98" N	74°10'36,42" O	Continua	V14
	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1
	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2
	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
	18	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'41,55" N	74°10'17,81" O	Nuevo	V15



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

2019 Mayo	14	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'44,98" N	74°10'36,42" O	Subsanado	V14
	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1
	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2
	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
	18	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'41,55" N	74°10'17,81" O	Subsanado	V15
	19	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'52,81" N	74°10'42,87" O	Nuevo	V16
	20	Construcción de vía	Construcción	4°35'10,05" N	74°10'37,50" O	Nuevo	CV1
2019 Junio	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1
	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2
	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
	19	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'52,81" N	74°10'42,87" O	Continua	V16
	20	Construcción de vía	Construcción	4°35'10,05" N	74°10'37,50" O	Continua	CV1
2019 Julio	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1
	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2

	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
	19	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'52,81" N	74°10'42,87" O	Subsanado	V16
	20	Construcción de vía	Construcción	4°35'10,05" N	74°10'37,50" O	Continua	CV1
	21	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'48,57" N	74°10'41,87" O	Nuevo	V17
2019 Agosto	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1
	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2
	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
	20	Construcción de vía	Construcción	4°35'10,05" N	74°10'37,50" O	Continua	CV1
	21	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'48,57" N	74°10'41,87" O	Subsanado	V17
2019 Septiembre	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1
	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2
	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
	20	Construcción de vía	Construcción	4°35'10,05" N	74°10'37,50" O	Continua	CV1
2019 Octubre	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2
	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
	20	Construcción de vía	Construcción	4°35'10,05" N	74°10'37,50" O	Continua	CV1
	22	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'44,14" N	74°10'38,60" O	Nuevo	V18
2019 Noviembre	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1
	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2
	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
	20	Construcción de vía	Construcción	4°35'10,05" N	74°10'37,50" O	Continua	CV1
	22	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'44,14" N	74°10'38,60" O	Subsanado	V18
	23	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'47,23" N	74°10'39,23" O	Nuevo	V19
2019 Diciembre	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1
	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2
	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
	20	Construcción de vía	Construcción	4°35'10,05" N	74°10'37,50" O	Continua	CV1
	23	Vertimiento residual	Apozamiento de agua	4°34'47,23" N	74°10'39,23" O	Subsanado	V19
2020 Enero	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1
	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2
	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
	20	Construcción de vía	Construcción	4°35'10,05" N	74°10'37,50" O	Continua	CV1
2020 Febrero	15	Anclaje 118		4°34'49,59" N	74°10'30,9" O	Monitoreo	Anj 1
	16	Anclaje 119		4°34'50,11" N	74°10'31,03" O	Monitoreo	Anj 2
	17	Anclaje 34		4°34'43,85" N	74°10'23,99" O	Monitoreo	Anj 3
	20	Construcción de vía	Construcción	4°35'10,05" N	74°10'37,50" O	Terminada	CV1

Tabla 184. Localización coordenadas puntos de vertimiento consolidado desde enero 2017. Fuente: Elaboración propia

Las tablas anteriores se relacionan con cada fotografía, lo cual permite con las respectivas coordenadas garantizar la ubicación en campo, de los hallazgos históricos.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Punto: 1



Latitud: 4°34'48.63"N
Longitud: 74°10'41.60"O

Descripción: Vertimiento residual.
Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Mayo 2018.

Fecha de corrección: Junio 2018.

Punto: 2



Latitud: 4°34'55.21"N
Longitud: 74°10'43.27"O

Descripción: Vertimiento Agua.
Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Mayo 2018.

Fecha de corrección: Junio 2018.

Punto: 3



Descripción: Vertimiento Agua.
Flujo de agua residual.

Fecha de aparición: Mayo 2018.

Fecha de corrección: Noviembre
2018.

Punto: 4



Descripción: Vertimiento residual.
Caja de agua residual.

Fecha de aparición: Mayo 2018.

Fecha de corrección: Octubre
2018.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Punto: 5



Descripción: Anclaje viga.
Desplazamiento.

Fecha de aparición: Julio 2018.

Fecha de corrección: Septiembre
2018.

Punto: 6



Descripción: Vertimiento Agua.
Manguera rota acueducto.

Fecha de aparición: Agosto 2018.

Fecha de corrección: Octubre 2018.

Punto: 7



Descripción: Vertimiento Agua.
Fuga de agua registro

Fecha de aparición: Agosto 2018.

Fecha de corrección: Noviembre
2018.

Punto: 8



Descripción: Vertimiento residual.
Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Octubre 2018.

Fecha de corrección: Noviembre
2018.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

Punto: 9



Descripción: Vertimiento Agua.
Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Octubre 2018.

Fecha de corrección: Noviembre 2018.

Punto: 10



Descripción: Vertimiento Agua.
Manguera rota acueducto.

Fecha de aparición: Diciembre 2018.

Fecha de corrección: Abril 2019.

Punto: 11



Descripción: Vertimiento Agua.
Manguera rota acueducto.

Fecha de aparición: Febrero 2019.

Fecha de corrección: Abril 2019.

Punto: 12



Descripción: Vertimiento Agua.
Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Febrero 2019.

Fecha de corrección: Abril 2019.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Punto: 13



Descripción: Vertimiento Agua.
Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Febrero 2019.

Fecha de corrección: Abril 2019.

Punto: 14



Descripción: Vertimiento residual.
Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Febrero 2019.

Fecha de corrección: Mayo 2019.

Punto: 15



Descripción: Anclaje 118.

Fecha de aparición: Marzo 2019.

Fecha de corrección: Monitoreo
hasta el año 2020.

Punto: 16



Descripción: Anclaje 119.

Fecha de aparición: Marzo 2019.

Fecha de corrección: Monitoreo
hasta el año 2020.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

Punto: 17



Descripción: Anclaje 34.

Fecha de aparición: Marzo 2019.

Fecha de corrección: Monitoreo hasta el año 2020.

Punto: 18



Descripción: Vertimiento residual. Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Abril 2019.

Fecha de corrección: Mayo 2019.

Punto: 19



Descripción: Vertimiento residual. Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Mayo 2019.

Fecha de corrección: Julio 2019.

Punto: 20



Descripción: Construcción de vía.

Fecha de aparición: Mayo 2019.

Fecha de corrección: Terminada en el año 2020.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Punto: 21



Descripción: Vertimiento residual.
Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Julio 2019.

Fecha de corrección: Agosto
2019.

Punto: 22



Descripción: Vertimiento residual.
Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Octubre
2019.

Fecha de corrección: Noviembre
2019.

Punto: 23



Descripción: Vertimiento residual.
Apozamiento de agua.

Fecha de aparición: Noviembre
2019.

Fecha de corrección: Diciembre
2019.

Ilustración 31. Fotografía puntos de vertimiento consolidado desde enero 2017. Fuente: Elaboración propia

	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	
---	--	---

5 NIVEL DE ALERTA

A continuación se presenta la metodología utilizada por la Universidad Distrital para los niveles de alerta en cada uno de los componentes que se tienen en el monitoreo:

La metodología utilizada por consultorías pasadas se fundamentó en el concepto de nivel de daño definidos por umbrales de la norma sismoresistente, por tanto el nivel de alerta está asociado a dicho concepto.

La metodología en mención, presenta algunas inconsistencias de tipo conceptual, debido a que no siempre que se superen los umbrales definidos significa que éstos sea por causa de un movimiento en masa, por tanto y en concordancia con lo acordado en el comité de trabajo en IDIGER la metodología está siendo revisada y ajustada por la Universidad Distrital, de tal manera que permita, en un momento dado, la toma de decisiones en caso de presentarse.

Para establecer un nivel de alerta para todos los componentes (topográfico, geotécnico, estructural), se establecieron varios sistemas de control: lecturas de la instrumentación geotécnica (puntos de control topográfico mojones, inclinómetros, extensómetros); un sistema de control visual mediante visitas rutinarias, y monitoreo estructural de la viviendas definidas en el plan de monitoreo, esto obedeciendo a la confiabilidad de los datos, la evolución de los procesos observados a lo largo del proyecto y a su periodicidad.

Dentro del componente estructural se calcula la fragilidad de los elementos expuestos mediante la caracterización de la vivienda (tipo de vivienda, cantidad de pisos y edad de la vivienda), y monitoreando los daños presentes en la estructura, relacionando alguna evolución de estos con su entorno.

Se propone concebir un sistema de alerta de los eventos integrando tres componentes:

- Parámetros de medición
- Conocimiento del riesgo
- Divulgación y comunicación

Los parámetros de medición se evalúan normalmente usando la instrumentación disponible emitiendo una alerta clasificada en umbrales de forma cuantitativo con respecto a la incertidumbre o tolerancia del equipo o metodología de medición.

Desde un aspecto técnico se requiere del conocimiento suficiente del riesgo con respecto a los fenómenos que están provocando esté. En este sentido se requiere conocer el comportamiento temporal y sobre todo espacial de este fenómeno.

Las instituciones de gestión del riesgo reaccionan divulgando o alertando a la población, la cual responde a las estrategias o medidas implementadas para minimizar las pérdidas.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

5.1 CRITERIOS TÉCNICOS SAT, CONTROL GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO (CONOCIMIENTO DEL RIESGO)

El SAT, se basa en la necesidad del conocimiento del territorio y su registro histórico de eventos de remoción en masa de consideración, el IDIGER en conjunto con la Universidad Distrital ha aunado esfuerzos técnicos y logísticos en conjunción de lo consignado en la legislación aplicable, principalmente en la Ley 1523 de 2012, desde la comprensión de sus procesos y la importancia de asumir la corresponsabilidad como un aporte al desarrollo local en la prevención de riesgos puntuales, y también para articular los procesos de la gestión del riesgo desde la comprensión de sus riesgos, pero también de las políticas locales y las prácticas en cada uno de ellos. Lo anterior, de manera que se fortalezca la acción en cada uno de los niveles de gobierno local y se empodere a la ciudadanía y sus organizaciones puntuales, para mejorar las acciones de respuesta.

Actualmente, los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) son una estrategia para prevenir y atender situaciones de riesgo generadas por eventos naturales y antrópicos, logrando que las comunidades obtengan preparación y respuesta efectivas frente a estas situaciones, por lo que se hace necesario el diseño de un SAT para el área de estudio, dados los antecedentes históricos de amenaza por deslizamientos y otros procesos de remoción en masa y acciones inadecuadas de carácter antrópico.

Fundamento del SAT Geológico Geotécnico

- Generar una propuesta y el diseño de un sistema de instrumentación hidrológico y geotécnico que permita evaluar y predecir la ocurrencia de deslizamientos en el sector de Altos de la Estancia, localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C.
- Inventariar los deslizamientos, los eventos hidrológicos, morfodinámicos y los datos de precipitaciones en los últimos 3 años, ocurridos en el sector de Altos de la Estancia, localidad de Ciudad Bolívar.
- Definir los mecanismos de falla de los deslizamientos.
- Obtener correlaciones de los datos de las lluvias de las dos estaciones pluviométricas disponibles en el área de estudio con los datos de deslizamientos.
- Definir los valores o las curvas de umbrales de precipitación e instrumentación instalada.

A continuación, se presenta la descripción de los criterios adoptados para la implementación del sistema de alerta temprana de Altos de la Estancia con base en el nivel y calidad de la información disponible del monitoreo geológico – geotécnico del área de estudio, además de obtener una base de datos unificada de los resultados de la instrumentación instalada, control litológico por medio de los registros de los sondeos y generar umbrales de los movimientos registrados y los niveles de precipitación registrados en las dos estaciones pluviométricas cercanas al proyecto, para obtener una probabilidad de ocurrencia ante un nuevo deslizamiento utilizando un modelo para la zona de estudio.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



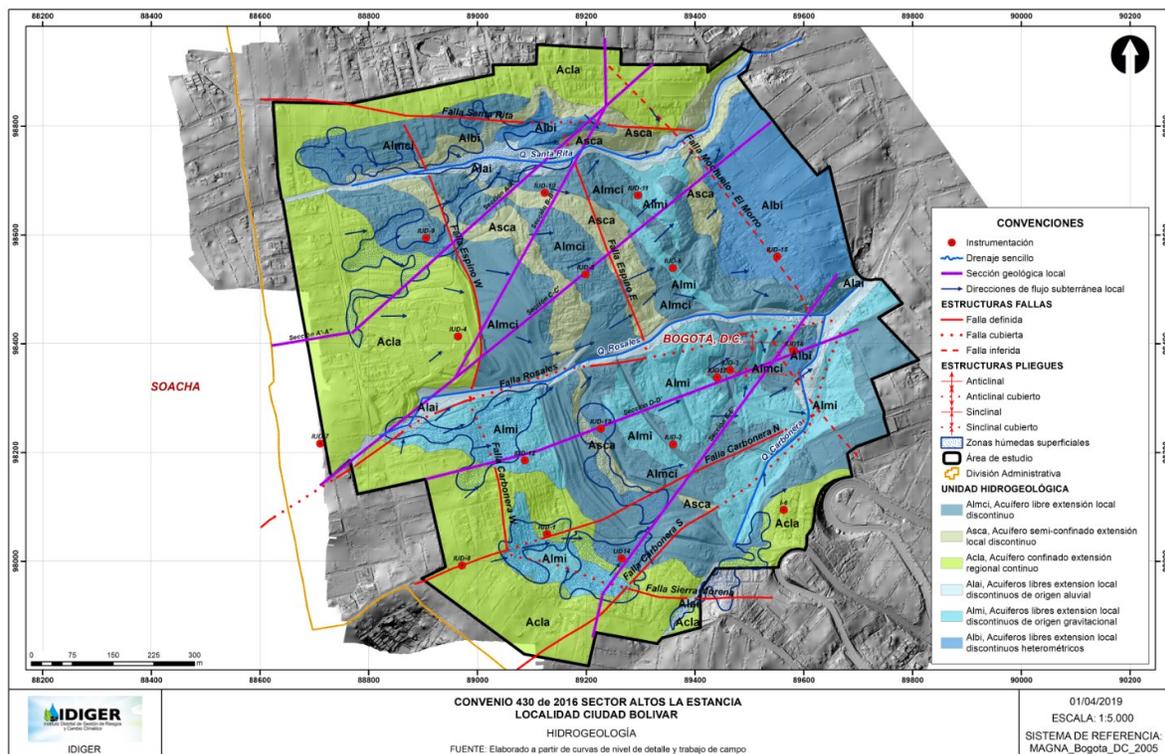
UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

5.1.1 Hidrología superficial

El propósito de esta variable en el SAT, es caracterizar lo más aproximado posible, la cantidad de lluvia que cae en un periodo de tiempo fijo. Obteniendo esta información de varios puntos cercanos con el mismo tipo de pluviómetro se puede tener una idea de la precipitación caída y determinar si la lluvia es muy local o corresponde a una zona más amplia.

5.1.1.1 Análisis de lluvias – precipitaciones

Con los datos de la estación Altos de la estancia, se determinan las lluvias acumuladas y promedios anuales, mensuales y diarios de las precipitaciones y su correlación con la ocurrencia de deslizamientos en la zona de estudio.



5.1.2 Zonificación susceptibilidad procesos de erosión y remoción en masa

La susceptibilidad, generalmente, expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. La susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica qué tan favorables o desfavorables son las condiciones de éste, para que puedan ocurrir deslizamientos.

El mapa de susceptibilidad clasifica la estabilidad relativa de un área, en categorías que van de estable a inestable. Además, muestra donde hay o no, condiciones para que puedan ocurrir deslizamientos a partir de mediciones directas en campo y con base en la instrumentación e indirectas verificables con la fotointerpretación de la evolución

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

morfodinámica de los procesos de erosión y remoción en masa por medio de la orto fotografías capturadas a lo largo del monitoreo geológico.

La variable morfométrica en porcentaje describe la proporción de cambio en altura de la superficie normal con respecto al cambio en la distancia horizontal, mientras que la pendiente en grados es el ángulo de inclinación entre la superficie normal y un plano horizontal.

Se contemplaron los fenómenos y tipos de deslizamientos como una variable de análisis, debido a la ocurrencia histórica en el sector de eventos de procesos de remoción en masa por deslizamientos de laderas de diferente tipo, magnitud y geometría.

De acuerdo con el nivel de información primaria en el marco del convenio del componente geológico para el análisis de la zonificación de la susceptibilidad a fenómenos de R.M., la unidad de zonificación del terreno (UZT) bajo la premisa que corresponde a la unidad de discretización para producir los mapas temáticos con propósitos de zonificación en este estudio en particular, está relacionada con la resolución de la información directa e indirecta. El tamaño de la UZT cartografiable es de 400 m² en mapas a escala 1:2000.

Entre los insumos temáticos más importantes se encuentran la cartografía topográfica de detalle 1:100, el respectivo MDT (con resolución de m) y las orto fotografías.

Las categorías fueron agrupadas de acuerdo con las siguientes consideraciones:

Susceptibilidad Muy Alta: zonas de dominio estructural con laderas de pendientes y rugosidades altas y muy altas, valles relativamente profundos y disectados por drenajes menores. En estas zonas es probable la ocurrencia de caídas de suelo y rocas, flujos de detritos y procesos erosivos activos como la generación de surcos y cárcavas; procesos que podrían generar afectación de viviendas.

Susceptibilidad Alta: Agrupa unidades geomorfológicas de tipo estructural denudacional; presenta modelado agradacional; pendientes medias a muy altas y rugosidades bajas a altas. En estas zonas incluye movimientos en masa de tipo deslizamientos, tanto rotacionales como traslacionales y algunas caídas de suelo.

Susceptibilidad Media: Agrupa unidades geomorfológicas de tipo estructural y denudacional; presenta modelado predominantemente degradacional; pendientes medias a altas y rugosidades bajas a altas. En estas zonas se pueden esperar movimientos en masa de tipo deslizamientos tanto rotacionales como traslacionales y algunas caídas de suelo.

Susceptibilidad baja: unidad geomorfológica predominante es denudacional y fluvial, con modelado degradacional, con pendientes y rugosidades que van de muy bajas a bajas.

Susceptibilidad muy baja: sin evidencias e indicios de procesos morfodinámicos latentes. Zonas morfo dinámicamente estables en el análisis histórico, sin rasgos en superficie y a nivel de las mediciones en el subsuelo de la instrumentación.



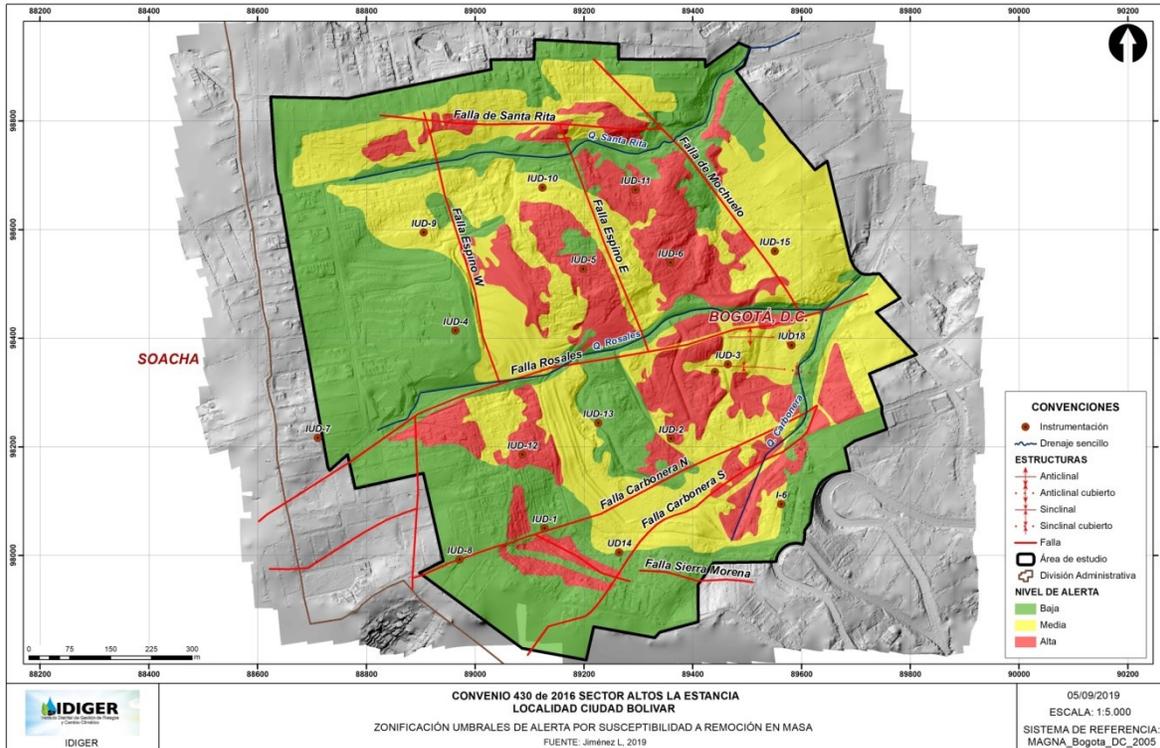
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS



5.1.3 Zonificación geológico geotécnica

El procedimiento de caracterización inicia con la localización del proceso a partir de las coordenadas planas referenciadas a Bogotá, un registro fotográfico y una descripción del deslizamiento con respecto a sus condiciones físicas. En los recorridos realizados se realizaron estaciones de control geológico, morfodinámico y geotécnico, y varios afloramientos en los que se describió la geología y estructuras geológicas.

Los estructuras geológicas se procesaron mediante el software DIP'S, que determina la distribución polar y estereográfica de los planos de las estructuras geológicas, así como los planos y líneas de intercepción de los planos condicionantes de las fallas planares y diédricas de los deslizamientos.

Las Unidades Geológicas para Ingeniería (UGI), referidas corresponden a zonas delimitadas teniendo en cuenta que representen alto grado de homogeneidad con respecto a las propiedades geotécnicas básicas, cumpliendo con las características de área y espesores mínimos cartografiables, de acuerdo con la escala de trabajo y con base en la definición de unidades lito estratigráficas. Se clasifican como rocas o suelos a partir de cuatro grandes grupos:

- Rocas.
- Suelos residuales y saprolitos.
- Suelos transportados en cualquier ambiente (depósitos aluviales, de ladera o coluviales, mixtos, etc.).



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

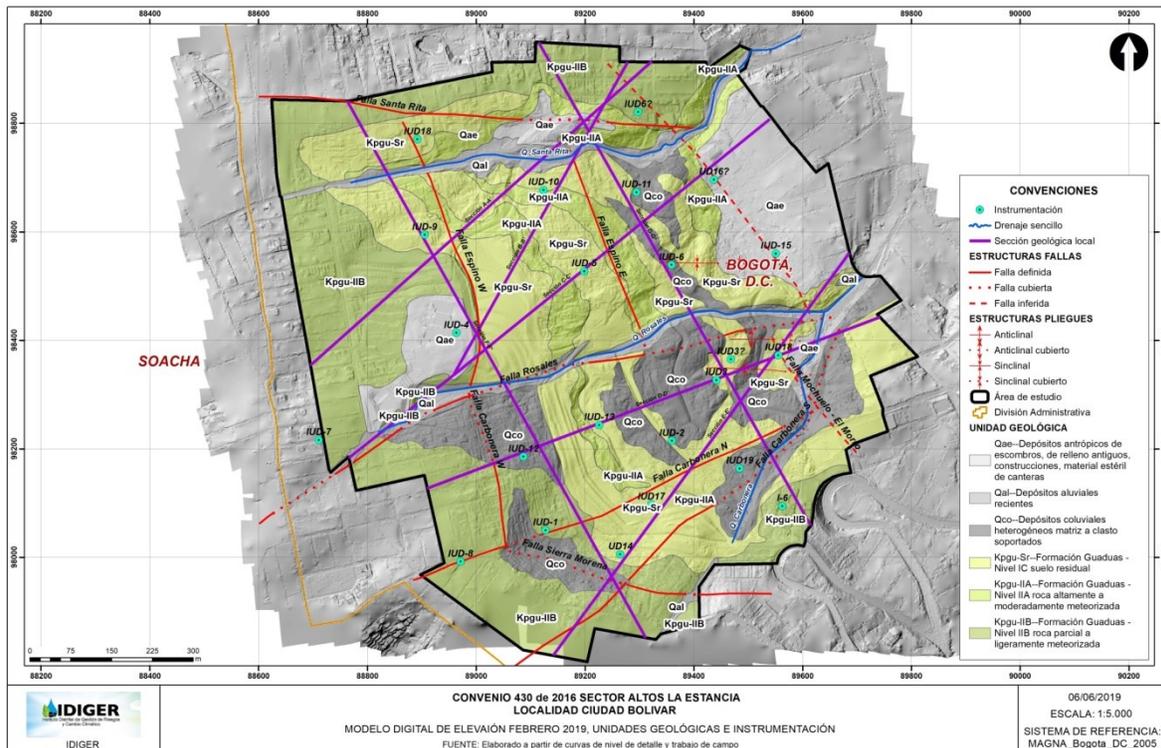
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

- Depósitos antrópicos.

A partir del procesamiento de las calificaciones obtenidas para los factores intrínsecos de cada litología presente en el área de estudio, se incluyó: (i) Densidad de Fracturamiento, (ii) Fábrica/Estructura y Resistencia de los materiales, en el caso de las litologías rocosas, y las calificaciones obtenidas para los (iii) depósitos no litificados extraídos de la variable geología y geomorfología.



Posteriormente, se calculó el factor de seguridad de los mecanismos de falla de acuerdo con las secciones geológicas de detalle, los resultados de las mediciones de la instrumentación instalada y los resultados de los ensayos de caracterización geotécnica. Se analizó la estabilidad de los estos deslizamientos identificados con base en el trabajo de campo y de oficina, determinando su susceptibilidad a generar movimientos en masa ladera abajo.

Dentro de la variable, se realizó la cartografía de los deslizamientos localizados en las cuencas de los drenajes, determinando sus coordenadas planas, subtipo, dimensiones, litología, estructuras geológicas, disposición y estado de actividad y mecanismos de falla (de acuerdo con la clasificación de Cruden y Varnes, 1996).

Las unidades geotécnicas homogéneas se obtienen a partir de un cruce del mapa de UGI y del mapa de elementos geomorfológicos del área de estudio, las cuales se han ajustado con base en los resultados de la exploración geotécnica y los ensayos de laboratorio. Con la discretización de toda la zona de estudio con base en una malla definida en el SIG, se

	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	
---	--	---

generan columnas de suelo y/o roca, para las cuales se debe conocer su estratificación, profundidad y nivel de agua estimado.

Para cada una de las unidades geotécnicas homogéneas definidas se establece un modelo geológico-geotécnico con base en la información geológica y geomorfológica, y el reconocimiento geotécnico inicial y final con base en los análisis de estabilidad y la caracterización geomecánica de los materiales asociados a las diferentes superficies de falla identificadas.

Los parámetros geotécnicos para cada unidad geotécnica homogénea se determinan a partir de la exploración del subsuelo, los ensayos de laboratorio y la caracterización geomecánica de las unidades.

5.1.4 Evolución morfodinámica

Para establecer aquellos movimientos en masa que afectan a la zona de estudio, se consolida el catálogo histórico local de procesos de inestabilidad mediante información levantada en campo y con el uso de imágenes de sensores remotos de resolución adecuada (<1 m).

En el inventario de movimientos en masa hay información técnica registrada durante el monitoreo sobre movimientos en masa, en la cual se incluyen además datos relacionados con el tipo y actividad del movimiento en masa, su morfometría, material involucrado, causas, magnitud, velocidad del movimiento, entre otros, por el profesional especialista.

Luego se procede al análisis estadístico de los datos de inventario de movimientos en masa y su relación con las unidades de geología para ingeniería, donde se presentan los tipos de mecanismos de movimientos en masa, la recurrencia, los factores detonantes, la influencia de la cobertura y el uso, la pendiente del terreno y las demás causas que puedan estar asociadas a la inestabilidad de las laderas en el área de estudio. De acuerdo con lo anterior, se define el tipo de análisis de estabilidad que se debe efectuar en la zonificación básica y detallada dentro de esta variable y se incorpora en el SAT propuesto para Altos de la Estancia.



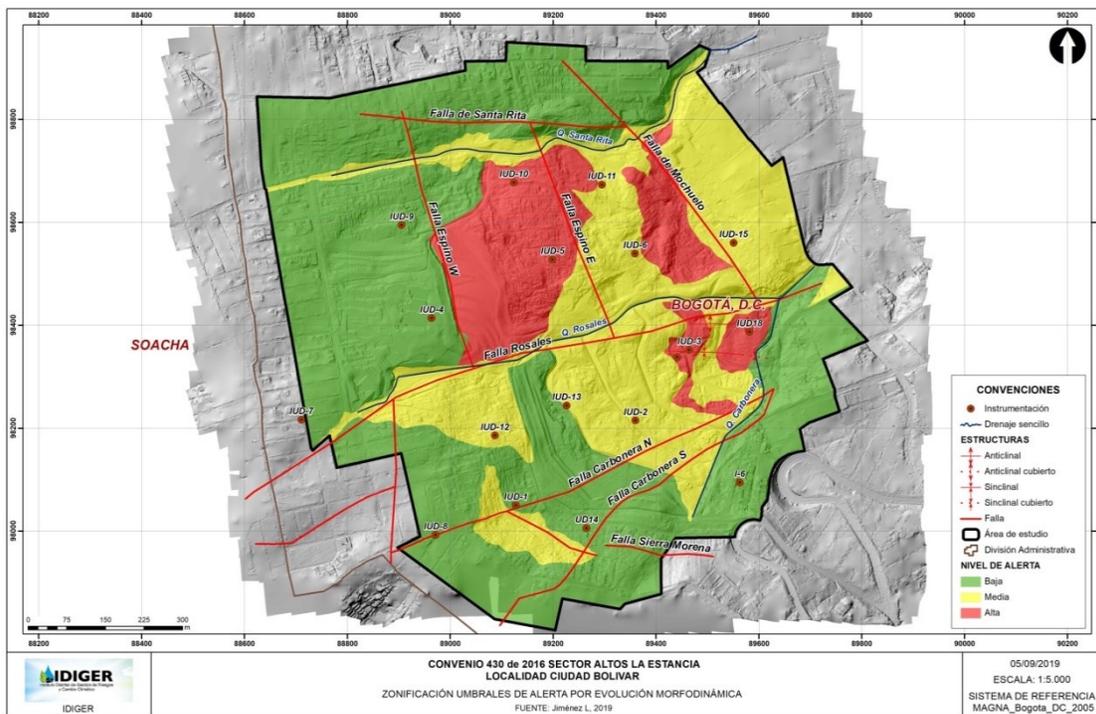
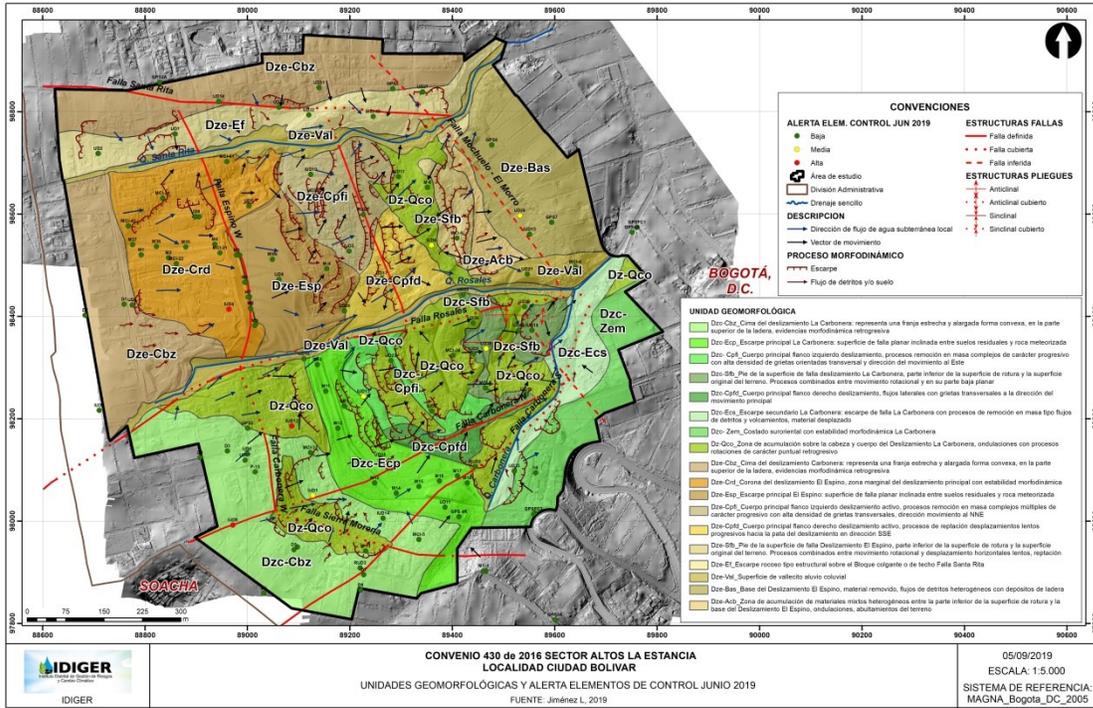
ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS





ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



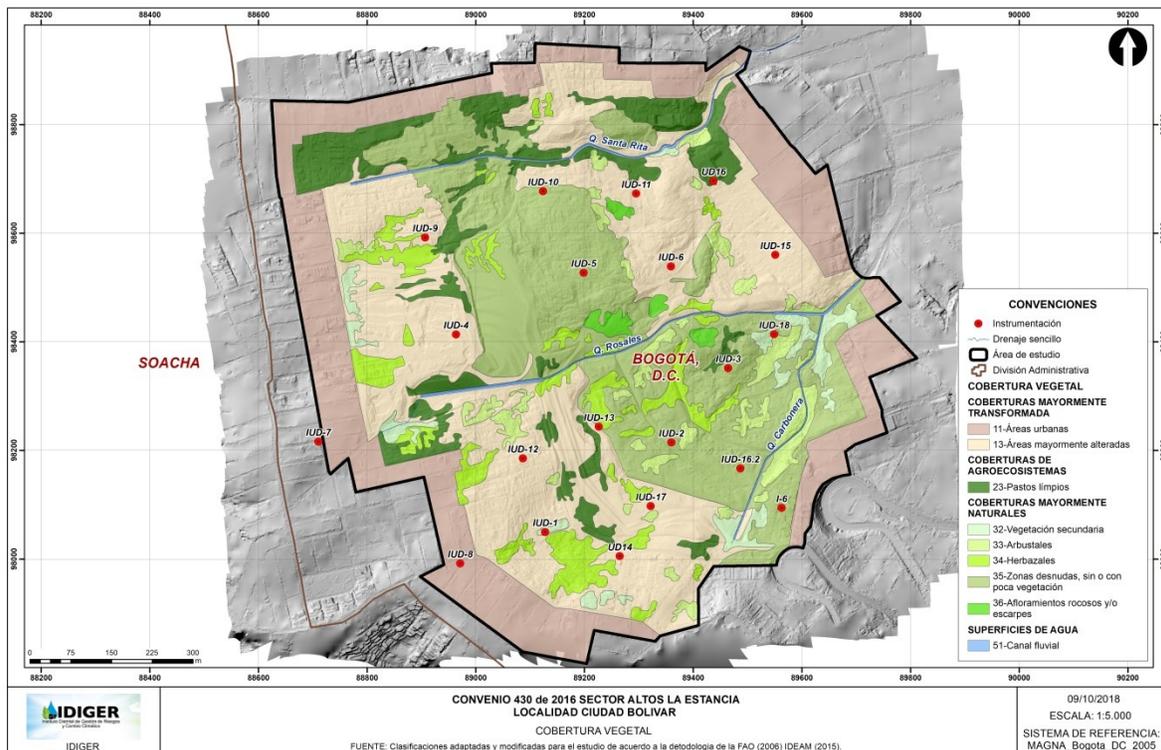
UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

5.1.5 Zonificación tipos de cobertura de tierras

El mapa de cobertura y uso del terreno, se obtuvo a partir del procesamiento de las calificaciones obtenidas para los factores: (i) Profundidad Radicular, (ii) Drenaje Profundo, (iii) Evapotranspiración y (iv) Número de Estratos.

La susceptibilidad media a baja se encuentra herbazales y la categoría baja con los arbustales, coberturas naturales de herbazales no arbolados, aunque la condición y adaptación de este tipo de vegetación a las condiciones particulares le permite cumplir con las funciones estabilizadoras del suelo y regulación del agua, por lo que la susceptibilidad real sería menor. También favorece que profundidades radicales son mayores a 0,5 m. y drenaje profundo a muy profundo.

Las áreas de mayor vulnerabilidad muy alta, unidades de zonas urbanas discontinuas, donde no existen estratos de cobertura vegetal ni sistemas radicales cumpliendo funciones protectoras del suelo; las de categoría alta, corresponden a las áreas degradadas, desnudas, pastos limpios y pastos enmalezados que cubren abarcan la mayor parte del área de estudio y constituyen coberturas con baja complejidad de la estructura vertical y radicular, que no favorecen la interceptación y movimiento lento del agua precipitada en el sistema suelo-planta. A continuación se ilustra la categorización por este grupo de coberturas foto interpretadas por el profesional especialista a partir de la orto foto de octubre 2018:



 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

En el cruce del algebra de mapas, en materia de cobertura y uso del suelo se valora los aspectos antrópicos relevantes como cambios en el uso, cortes de laderas y explanaciones por ejemplo la reconfiguración del terreno para la construcción del parque en el sector del Espino.

Además, el valor de CN (descrito en el numeral de hidrología), depende de la cobertura y uso del terreno, al igual que de la clasificación hidrológica del suelo superficial (A, B, C y D), la cual tiene en cuenta la textura, espesor y origen de los suelos y su capacidad de infiltración.

NIVEL DE ALERTA PARA CADA MAPA TEMÁTICO	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN RIESGO POTENCIAL EVALUADO	CRITERIO DE INTENSIDAD O MAGNITUD
ALERTA BAJO (●)	Elementos ubicados sobre la zona y/o cuerpo estable en la parte superior de la ladera, sin posibilidad de afectación retrogresiva	No se espera daños a causa de fenómenos de remoción en masa	Corresponden a las zonas donde las mediciones de la instrumentación no superan los umbrales establecidos.
ALERTA MEDIO (●)	Elementos ubicados sobre zonas potencialmente inestables, áreas potenciales por fenómenos retrogresivos y progresivos moderadamente lentos hacia la parte intermedio del cuerpo del deslizamiento del Espino y la Carbonera	Colapsos, hundimientos, lóbulos, pérdida de coberturas, infiltraciones súbitas, asentamientos diferenciales, agrietamientos asociados con movimientos lentos, colapsos, flujos	Corresponden a las zonas inspeccionadas para la campaña del mes analizado, cuando los valores de las mediciones superan los umbrales, más en campo no se evidencia escarpes o grietas en las cercanías del punto de medición.
ALERTA ALTO (●)	Elementos ubicados en la dirección del movimiento (sector intermedio y parte del pie del deslizamiento),	Áreas cuyas mediciones superan los umbrales estimados, asentamientos diferenciales, agrietamientos asociados con movimientos lentos, colapsos, flujos, evolución retrogresiva y progresiva de los escarpes en menos de un año	Corresponden a las zonas inspeccionadas para la campaña del mes analizado, cuando los valores de las mediciones de la instrumentación superan el umbral y como resultado de la visita se evidencia movimientos, escarpes o grietas en los alrededores del punto. Igualmente se marca como alerta alta todos aquellos sitios que, sin ser detectados por la instrumentación, presentan inestabilidades o

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

			movimientos en masa en campo.
--	--	--	-------------------------------

De esta manera con las lecturas tomadas durante el mes a los diferentes instrumentos de medición en la campaña topográfica y geotécnica, se zonifica el registro de movimientos en la instrumentación factor necesario para el cálculo de la intensidad dentro de la matriz que permite establecer el nivel de alerta para las viviendas adyacentes al polígono.

5.1.6 Parámetros de medición

La red de instrumentación establecida para monitoreo en estudio se muestra en la siguiente imagen.

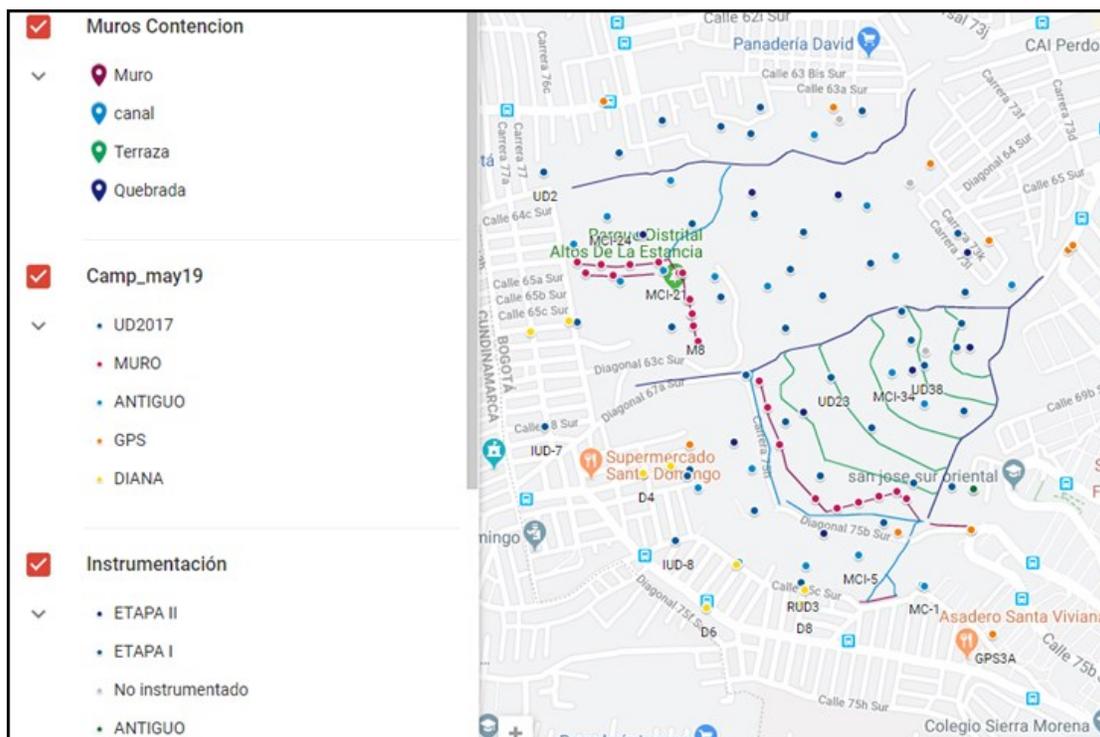


Imagen 185 Red de Instrumentación Geotécnica

Se indica que se realizan los siguientes seis tipos de trabajo de control

- Medición altimétrica de puntos de control superficial y obras de contención
- Medición planimetría de puntos de control superficial y obras de contención
- Inclímetro
- Medición de grietas superficiales (Extensómetros), comparación multitemporal de escarpe y cuerpo de los deslizamientos (Puntos de control)
- Lluvias y hallazgos vertimientos (red domiciliarias del acueducto, invasión)
- Monitoreo Estructural

	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	
---	--	---

Nota: Se realizaron criterios para establecer el nivel de alerta dependiendo de la variable de parámetros de medición geotécnicos

Se definió los umbrales para el sistema de alerta dependiendo del error acumulado para cada uno de los tipos de trabajo de monitoreo.

Dentro del componente topográfico y geotécnico, se calcula la intensidad del movimiento de los dos deslizamientos, mediante las lecturas tomadas a la instrumentación (mojones, inclinómetro, extensómetro) presentes en el polígono, determinando si hay registro de movimiento por medio de los umbrales definidos en cada componente.

5.1.6.1 Monitoreo Topográfico

Los umbrales para los controles topográficos fueron definidos de acuerdo con el error que puede presentarse en toda medición de este estilo y que fue presentada en informes pasados, con una probabilidad del 95% y que corresponde a:

Lectura de planimetría: 77.847 mm

Lectura de altimetría: 65.187 mm

Esto quiere decir que lecturas que superen este umbral puede ser consecuencia de un movimiento real en terreno o que el error superó el valor establecido. Para dilucidar la duda que pueda presentarse se procede a realizar una visita en campo a los sitios establecidos y mediante la utilización del siguiente formato, se hace revisión visual de la zona aledaña con el fin de evidenciar movimiento que certifique la lectura del instrumento.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE DAÑOS SUPERFICIALES EN LA MORFOLOGÍA DEL TERRENO.					
Ubicación:	EL ESPINO	Fecha Inspección:	14 de diciembre de 2017	Punto:	M-6
NORTE:	98651,941	ESTE:	89351,619	Altitud:	2644,021
Inspector:	Jonathan Torres Baquero	Cc.:	1010212716		
ASPECTOS DE INSPECCIÓN, PARA ESTABLECER EL NIVEL DE ALERTA					
ENTORNO DEL HALLAZGO		TIPO DE INSPECCIÓN		ANTECEDENTES	
Criterios / Umbrales	Hallazgos SI NO	X VISUAL		Mojon registrado por el topografo con movimientos tanto horizontales como verticales mayores al error de la medición	
Movimientos de Levantamiento y/o Hundimiento perceptibles	x				
Existencia de inclinación en la vegetación	x				
Huecos, grietas, escarpes u otro movimiento de tierra.	x				
Obra cercana (cuneta, viga, muro) con daño visible(grietas)	x				
Presencia de corrientes de agua	x				
Descripción detallada					
El mojon se encuentra en una zona de material removido con inclinación de montaña, y esta ubicado sobre una pequeña zona de material sobresaliente al terreno con aparente movimiento y muy susceptible a desprenderse, sin embargo sus alrededores se encuentran estables a simple vista y no se aprecia un gran movimiento					
ESPACIO PARA REALIZAR LEVANTAMIENTO GRÁFICO DEL HALLAZGO					
RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN					
EVOLUCIÓN DE DAÑOS			INSTALACIÓN DE EXTENSÓMETROS		Observación
Sin Avance			X	No Aplica	
Con avances menores a 10cm	x			Nº de Medición	
Con Avances mayores a 10cm					
Reporte Inmediato a la Universidad / Idiger					
Recomendaciones: realizar una medición de el punto en el que se encuentra el mojon mas detallada o instalar extensometro					
Inspector: Jonathan Torres Baquero C.C.: 1010212716			Revisó: cargo:		CONCLUSIONES: Mojon que presenta aparente movimiento sin embargo no se evidencia a simple vista que supere los 7 cm de error.

Imagen 186 Formato para la identificación y seguimiento de daños superficiales en la morfología del terreno

Una vez realizada la visita se realizará la clasificación del nivel de alerta.

En cuanto a los inclinómetros el umbral fue definido como el error máximo que puede presentarse en la medición así:

7 mm por cada 30 metros de profundidad o proporcional.

En caso de superar dicho umbral se procederá de manera similar con visitas en campo para evidenciar los movimientos, en caso que sean superficiales.

5.1.6.2 Monitoreo Inclinómetro

El umbral para el control de Inclinómetros fue definido de acuerdo al error o sensibilidad de la precisión que presenta el equipo en el registro de medición, con el cuidadoso manejo de la metodología de la toma de datos de inclinometría en campo donde resumimos los pasos involucrados para esto:

- Comprobar que la tubería no tenga ningún tipo de obstrucción con el simulador de la sonda.
- Asegurar que todos los conectores de la sonda este bien conectados.
- Girar la sonda de modo que la rueda superior encaje en la ranura de la tubería que está en la dirección del movimiento, (en el caso de una pendiente sería cuesta

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

abajo, esto garantiza que la deflexiones medidas sean positivas). Bajar la sonda Inclínómetro a la parte inferior de la tubería teniendo cuidado no dejar que la sonda golpee el fondo del agujero.

- Seleccionar la traba del cable y colocarlo en la parte superior de la tubería. Levantar el Inclínómetro hasta que el primer marcador de cable.
- Esperar a que la temperatura de la sonda se estabilice y la lectura no cambie.
- Tomar la primera lectura, tire hacia arriba del cable hasta el siguiente marcador de cable espere a que se estabilice y tome otra lectura.
- Continuar de esta manera hasta que se alcanza el marcador de la parte superior, saque el inclinómetro fuera del agujero gire la sonda 180 grados, entonces baje de nuevo la sonda y repita la toma de datos.

De acuerdo a lo anterior y tomando la información del fabricante del sensor se tiene el sistema de precisión normal de la sonda de +/- 7mm cada 30 metros.

5.1.6.3 Monitoreo extensómetros

Los extensómetros permiten medir los movimientos horizontales relativos y los cambios en la amplitud de las grietas. El extensómetro es utilizado para medir el movimiento relativo comparando la distancia entre dos o más puntos de una forma manual. Los extensómetros se instalaron a través de las grietas, para determinar su movimiento.

Colocando una serie de extensómetros conectado el escarpe principal con la masa movilizada, se puede determinar de forma clara el movimiento de los bloques individuales, esto complementado con la inspección del entorno y un error mínimo de 0.5cm relacionado con los datos de lluvia diaria.

El umbral para el control de grietas se aplica el criterio de SI/NO evidencia movimiento durante la campaña de control geotécnico, relacionando este umbral con el Índice de Alerta para la variable de parámetros de medición.

5.1.6.4 Monitoreo hallazgos

Para la elaboración del sistema de alerta se debió analizar los hallazgos de tipo antrópico dentro del polígono, propio de este tipo de fenómeno urbano, que tiene un factor contribuyente a los procesos de inestabilidad presentes en la zona.

La localización y caracterización de las canales, tuberías, alcantarillados, pozos y ocupaciones humanas dentro del polígono genera un aporte de agua. Teniendo en cuenta que el principal factor detonante de estos elementos es el agua, zonificando y monitoreando las áreas afectadas por estos elementos, teniendo varias zonas de descarga de los diversos colectores de agua, es importante el monitoreo de dichas zonas.

Dado que el objetivo es determinar los sitios donde existe o pueda existir concentración de frentes húmedos, que puedan producir erosión o acelerar los procesos de inestabilidad existentes.

Las zonas de área urbana son más susceptibles a sufrir deslizamientos, en esta zona el hombre ha sido permanente modificar de las condiciones naturales de la ladera, entre los procesos antrópicos principales en la modificación del régimen de agua se encuentra:

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

- Modificación de las condiciones del agua superficial por medio de canales, zanjas, etc.
- Infiltración desde ductos de agua, especialmente acueducto y alcantarillado.
- Infiltración en pozos sépticos y campo de infiltración.
- Aceleración de infiltración por presencia de depósitos de basura y residuos sobre el talud.
- Cambio general en el régimen agua superficiales por vertimiento o conexiones erradas.

La diversa interacción de las acciones antrópicas tales como cortes, rellenos, deforestación, concentración de aguas lluvias y servidas, han determinado la ocurrencia de deslizamiento.

Por esto se hace importante monitorear los hallazgos por causa antrópica teniendo dificultad establecer un umbral para involucrarlo dentro del sistema de alerta, se analiza esta variable dentro del balance hídrico de la zona.

5.2 CRITERIOS PARA ESTABLECER EL NIVEL DE ALERTA, SEGÚN EL RESULTADO DEL MONITOREO MENSUAL - ESTRUCTURAL

El nivel de alerta se establece como la relación entre la fragilidad de los elementos expuestos (la vivienda) y la intensidad de los eventos externos, es decir la revisión del entorno de la edificación, incluye también la información que entrega la comisión geotécnica, geológica y topográfica, es decir el registro de movimientos en la instrumentación según el mes analizado.

5.2.1 Formulación para establecer el nivel de alerta:

$$\text{Fragilidad} = (T * 0.2) + (P * 0.2) + (E * 0.2) + (D * 0.4)$$

Fórmula propuesta por la universidad Distrital

ASPECTOS DE INSPECCIÓN, PARA ESTABLECER EL NIVEL DE ALERTA											
ENTORNO DE LA EDIFICACIÓN					TIPO DE INSPECCIÓN		PARA LA VIVIENDA				
Criterios / Umbrales				Hallazgos		Interno		Criterios / Umbrales		Hallazgos	
				SI NO		Externo				SI NO	
Levantamientos y/o Hundimientos (valores mayores a 10 cm)								Ventanas que NO cierran			
Presencia frecuente de agua manantial y/o tubería en la línea de								Puertas que NO cierran			
Fisuras o grietas en Cimentación, andén y/o vía								Grietas en muros o			
								diploma (gros)			
								viviendas que generan			
								grietas 30x, 3 cm			
								Grietas en piso			
								Humedad pie de muro			
								(may. 20 cm de altura)			
NOTA: En todo caso se mide espesor y longitud de GRIETAS, con umbrales de: mayor a 2 mm espesor y 1 m largo.											
TIPO DE EDIFICACIÓN (clasificación según la SCG)											
A	B	C	D	E	F	G					

$$\text{Intensidad} = (L * 0.2) + (F * 0.2) + (G * 0.2) + (I * 0.4)$$

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Fórmula propuesta por la universidad Distrital

Dónde:

- **Levantamientos o hundimientos y separación de cimientos: (L)** Se aplica el criterio de **SI / NO**. Ponderación del 20%
- **Presencia de agua (por filtración de tubería, escorrentías, manantiales o Nivel freático alto): (F)** Se aplica el criterio de **SI / NO**. Ponderación del 20% del total de la revisión.
- **Aparición de grietas en andenes o vías: (G)** Se aplica el criterio de **SI / NO**. Ponderación del 20% del total de la revisión.
- **Registro de movimientos en la instrumentación: (I)** Se aplica el criterio de **SI / NO**. (Información obtenida en el monitoreo geotécnico), es por esta razón que este ítem, presenta la mayor ponderación, equivalente al 40% del total de la revisión. Ya que esta información permite saber si o no hay movimiento en la masa de suelo del sector denominado Altos de la Estancia.

NOTA: Para los casos de SI / NO la escala es de 0 ó 1. Se aclara que el máximo valor es (1.0) y mínimo (0.0), con puntos de valoración intermedia con valoración de (0.5) para los casos de incertidumbre, para dichos casos se debe realizar un seguimiento más detallado con la instalación de testigos en muros, pisos o losas.

ASPECTOS DE INSPECCIÓN, PARA ESTABLECER EL NIVEL DE ALERTA						
ENTORNO DE LA EDIFICACIÓN				TIPO DE INSPECCION	PARA LA VIVIENDA	
Criterios / Umbrales			Hallazgos		Criterios / Umbrales	Hallazgos
			SI	NO		
Levantamientos y/o Hundimientos (valores mayores a 10 cm)					Ventanas que NO cierran	
Presencia frecuente de agua manantial y/o Tubería en alrededor					Puertas que NO cierran	
Fisuras o grietas en Cimentación, andén y/o vía					Grietas en muros o desplome (giros) viviendas que generan daños. May. 5 cm	
<p>NOTA: En todo caso se mide espesor y longitud de GRIETAS, con umbrales de: mayor a 2 mm espesor y 1 m largo.</p>						
TIPO DE EDIFICACIÓN (clasificación según la SCG)						
A	B	C	D	E	F	G
					# DE PISOS DE LA VIVIENDA	
						Grietas en pisos
						Humedad pie de muro (may. 20 cm de altura)

5.2.2 Método para obtener el nivel de alerta, según los criterios planteados:

Los parámetros cualitativos establecidos en el numeral 5.2.1 se convierten en cuantitativos por medio de la formulación propuesta (fragilidad vs intensidad) en el mismo numeral.

Con la anterior información se procede a realizar una gráfica (fragilidad vs intensidad) la cual permite relacionar las dos variables y ubicar cada vivienda en un nivel bajo, medio y alto de alerta.

Se consideran tres niveles de alerta, que se explican a continuación:

- **NIVEL DE ALERTA BAJO (●)**: Se considera un nivel bajo de alerta, cuando el valor de la (**fragilidad vs intensidad**) se ubica entre (0,1 y 0,5) de dicha gráfica. Por tanto, corresponde al color verde en la matriz de la parte inferior del texto
- **NIVEL DE ALERTA MEDIO (●)**: Se considera un nivel medio de alerta, cuando los valores de **fragilidad** son mayores de (0,5) en la gráfica (fragilidad vs intensidad). Por tanto, corresponde al color amarillo en la matriz de la parte inferior del texto.
- **NIVEL DE ALERTA ALTO (●)**: Se considera un nivel medio de alerta, cuando los valores de **intensidad** son mayores de (0,5) en la gráfica (fragilidad vs intensidad). Por tanto, corresponde al color rojo en la matriz de la parte inferior del texto. En todos los casos la intensidad es el parámetro que gobierna la matriz.



5.3 SISTEMA DE ALERTA INTEGRADO

5.3.1 Metodología. Geoprocesamiento mediante SIG

El procesamiento de la información geográfica para la obtención del mapa de zonificación de alerta temprana en el área de estudio se desarrolló teniendo en cuenta el método Heurístico, el cual está basado en la experiencia y criterio del profesional para clasificar, categorizar y ponderar. Cabe mencionar, que se tuvieron en cuenta factores como la disponibilidad de información primaria y secundaria, así como exactitud temática y de posición para garantizar la calidad de los datos geoespaciales.

Los insumos utilizados para la espacialización de la alerta temprana fueron: geología, geomorfología, zonificación morfodinámica, instrumentación, morfometría del terreno,

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

cobertura vegetal, infiltraciones superficiales, precipitaciones mensuales y medias anuales; todos ellos sustentados en información de referencia, trabajos de campo, el uso de Modelos Digitales de Terreno y las ortofotos disponibles.

La combinación de estas variables es a través de una matriz multicriterio la cual establece el nivel de importancia de la variable a través de un ponderado, su geoprocesamiento dio como resultado un mapa indicativo de la alerta temprana de la ocurrencia de procesos de movimientos en masa en el área de estudio. Es importante resaltar que el mapa final se obtiene mediante la suma de cada criterio o variable de evaluación multiplicada por su peso. Los pesos y subcategorías asignadas a cada variable fueron establecidas por el evaluador o experto, estos valores presentan variaciones conforme a su nivel de contribución sobre la generación de movimientos en masa.

El resultado final es un mapa categórico clasificado por su nivel de alerta (baja, media y alta) para el área de estudio, el cual contiene gran cantidad de datos heterogéneos posibles de interpretar y óptimos para la adecuada toma de decisiones gracias a la implementación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica.

5.3.1.1 Selección de las variables para el análisis

A partir de los resultados se seleccionaron las siguientes variables para el análisis: geología, geomorfología, zonificación morfodinámica, parámetros de medición, morfometría del terreno, cobertura vegetal, infiltraciones superficiales, precipitación mensual, y susceptibilidad a remoción (modelodigital de terreno, orientación, curvatura, rugosidad, pendiente, insolación, cuenca).

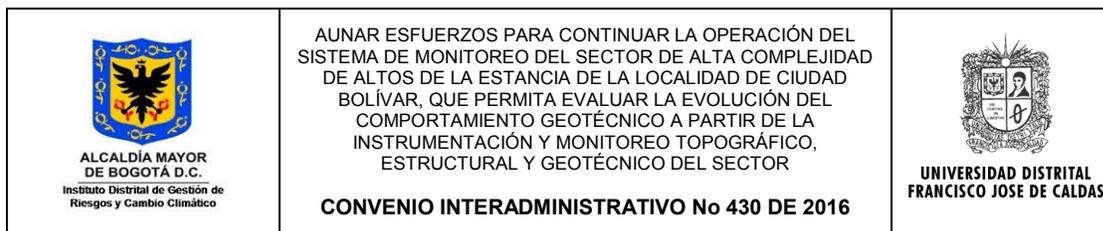
La variable de precipitación no se ha seleccionado por su bajo poder discriminante, y por su baja incidencia dentro del plano de alerta, teniendo un mayor poder discriminante el factor antrópico por vertimientos dentro del polígono.

Se ha procedido a la selección de captura de los parámetros geológicos – geomorfológicos y de vegetación para su tratamiento. La utilización directa o combinada de estos parámetros genera un conjunto de variables con las que se explicó la aparición de rotura o susceptibilidad al movimiento en masa. A cada variable se le indica de una forma en su relación de favorecer o reducir la posibilidad de rotura, como la baja intensidad de lluvia para la saturación del suelo.

El objetivo fue tomar la mayor cantidad de variables que influyen en la estabilidad de la ladera, la mayoría de las variables utilizadas derivan del modelo digital de elevación.

Las variables utilizadas se han clasificado según el tipo de información que proporcionan en los siguientes grupos:

- Localización de los escarpes
- Modelo digital de terreno
- Geometría de la ladera
- Cuenca
- Uso del suelo
- Geología



Se observó que las condiciones meteorológicas no influyen en los procesos de inestabilidad de la ladera. No se encontraron lluvias de gran intensidad y poca duración relacionadas a eventos de movimientos en la zona de estudio. El tipo de precipitaciones no modifica las condiciones de estabilidad, aunque esto combinado con factores antrópicos puede modificar el régimen de agua (vertimientos), así entonces provocan un aumento brusco de la presión de agua en los poros que reduce considerablemente la resistencia al corte del suelo.

5.3.2 Resultados del monitoreo, sistema de alerta y salida gráfica.

Como resultado del monitoreo de estos parámetros de medición, se presentan los siguientes aspectos:

- Se presentaron movimientos superficiales sobre la masa movilizada de cada uno de los deslizamientos Carbonera y El Espino con algunos daños a las obras de drenaje.
- Gracias al monitoreo estructural en las áreas residenciales, se evidenció que el deslizamiento no ha alcanzado las áreas seguras y que las áreas con viviendas permanecen sin evolución o daños por este fenómeno.
- Se debe seguir con el monitoreo y acumular datos para la calibración de esta propuesta de SAT.
- La velocidad del movimiento del deslizamiento es relativamente lenta. Hay bastante tiempo suficiente para la evacuación de los residentes y protección de sus vidas.
- El sistema de alerta se basa en la definición de los umbrales para cada uno de los parámetros de medición de acuerdo a su importancia y precisión dentro de la red de instrumentación.
- Las obras de contención han mitigado la expansión del deslizamiento reduciendo el riesgo en la parte alta de los deslizamientos.
- La parte inferior del deslizamiento el Espino es la zona con mayor riesgo, por situarse en la base del deslizamiento y en la dirección del movimiento, sin ninguna medida de mitigación.
- La presencia de vertimientos por presencia de redes en mal estado del Acueducto incrementa el riesgo donde se presentan estas zonas húmedas, alterando el balance hídrico.

Para esta propuesta de SAT se definieron umbrales para cada uno de los parámetros medido.

Parámetro de medición	Umbral
Planimetría	7,8cm/mes
Altimetría	6,5cm/mes

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
---	--	---

Inclinometria	7mm/30m/mes
Extensómetros	Evolución grieta (si/no)
Hallazgos	si/no

Para la generación del mapa de alerta para los parámetros de medición se definió por medio de la red de puntos de instrumentación instalados en la zona, asignándoles un Indicador de Alerta (IA), la asignación de este indicador dependerá de los umbrales establecidos para cada parámetro, teniendo unas consideraciones a partir de la experiencia obedeciendo a la confiabilidad y margen de error de esta medición.

Mediante un mallado de puntos se puede estimar espacialmente el indicador de alerta, interpolando por inverso a la distancia ponderada desde cada instrumento de control a los puntos que no se encuentran instrumentados, distribuyendo direccionalmente este indicador en el polígono representando en planta las mediciones obtenidas.

Dentro de los parámetros que se consideraron para la evaluación del índice de alerta solamente se han contemplado las controladas por el presente monitoreo: desplazamientos horizontales y verticales en mojones y puntos de control en las estructuras de contención, tasa de desplazamiento medidas para los Inclinómetro, puntos de control a grietas con medición de extensómetro.

Elemento	Indice Alerta	Baja	Media	Alta
Planimetria	Medicion /Umbral	<0,5	0,5-1,0	>1,0
Altimetria	Medicion /Umbral	<0,5	0,5-1,0	>1,0
Inclinometro	Medicion /Umbral	<1,0	1,0-2,0	>2,0
Extensometro	Medicion /Umbral	no=NA	sin evolucion=1	con evolucion=2
Grado de Alerta	-	Verde	Amarillo	Verde

En los escarpes que se presentan se colocaran extensómetros con el fin de evidenciar el progreso del movimiento y su velocidad, lo cual será determinante para el área estructural si estos se encuentran cercanos.

Para esta metodología se consideran los siguientes aspectos:

- Se dejó de considerarse el nivel piezómetro, dado que estos instrumentos no están representando el nivel de precipitaciones en la zona, esto se ven afectado por las aguas residuales derivadas de las conexiones erradas de la red de alcantarillado y ocupaciones informales.

 <p>ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático</p>	<p>AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR</p> <p>CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016</p>	 <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS</p>
--	--	--

- Los umbrales definidos en los distintos instrumentos de medición está definido por su precisión apoyada en un sistema de control visual en campo.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

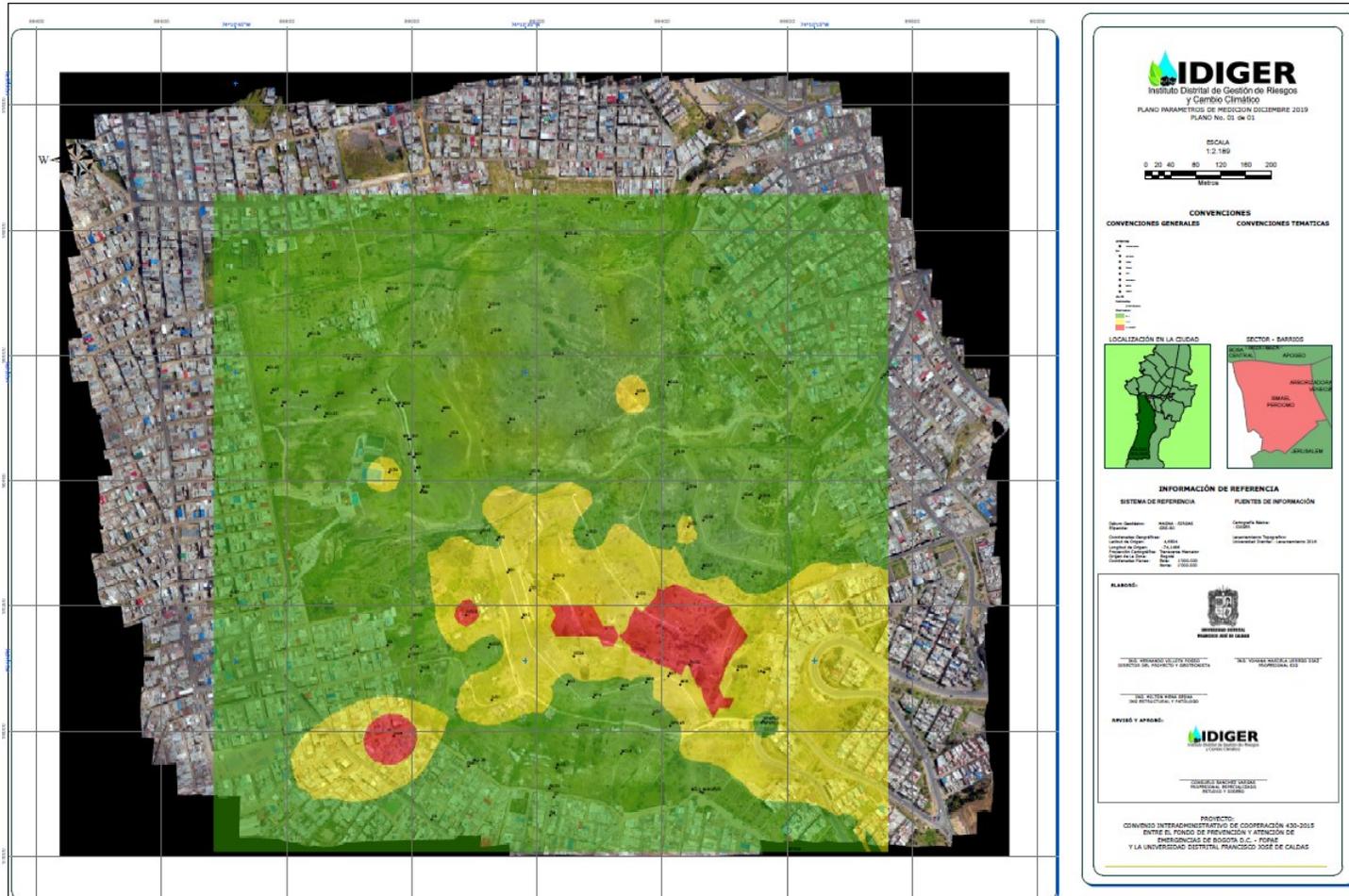


Imagen 187 Parámetros de medición salida grafica



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

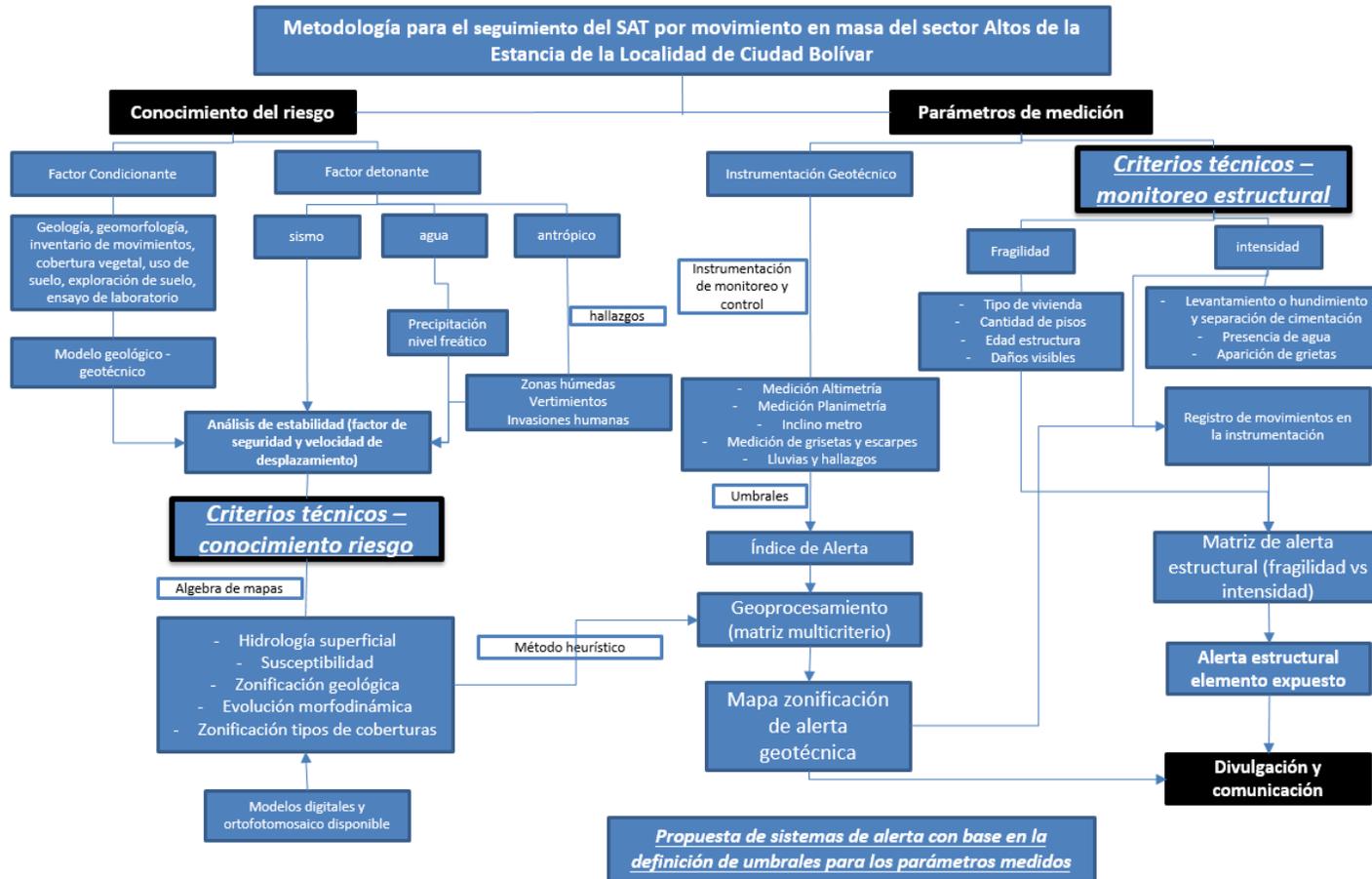


Imagen 188 Esquema metodológico para el sistema de alerta



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS**



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

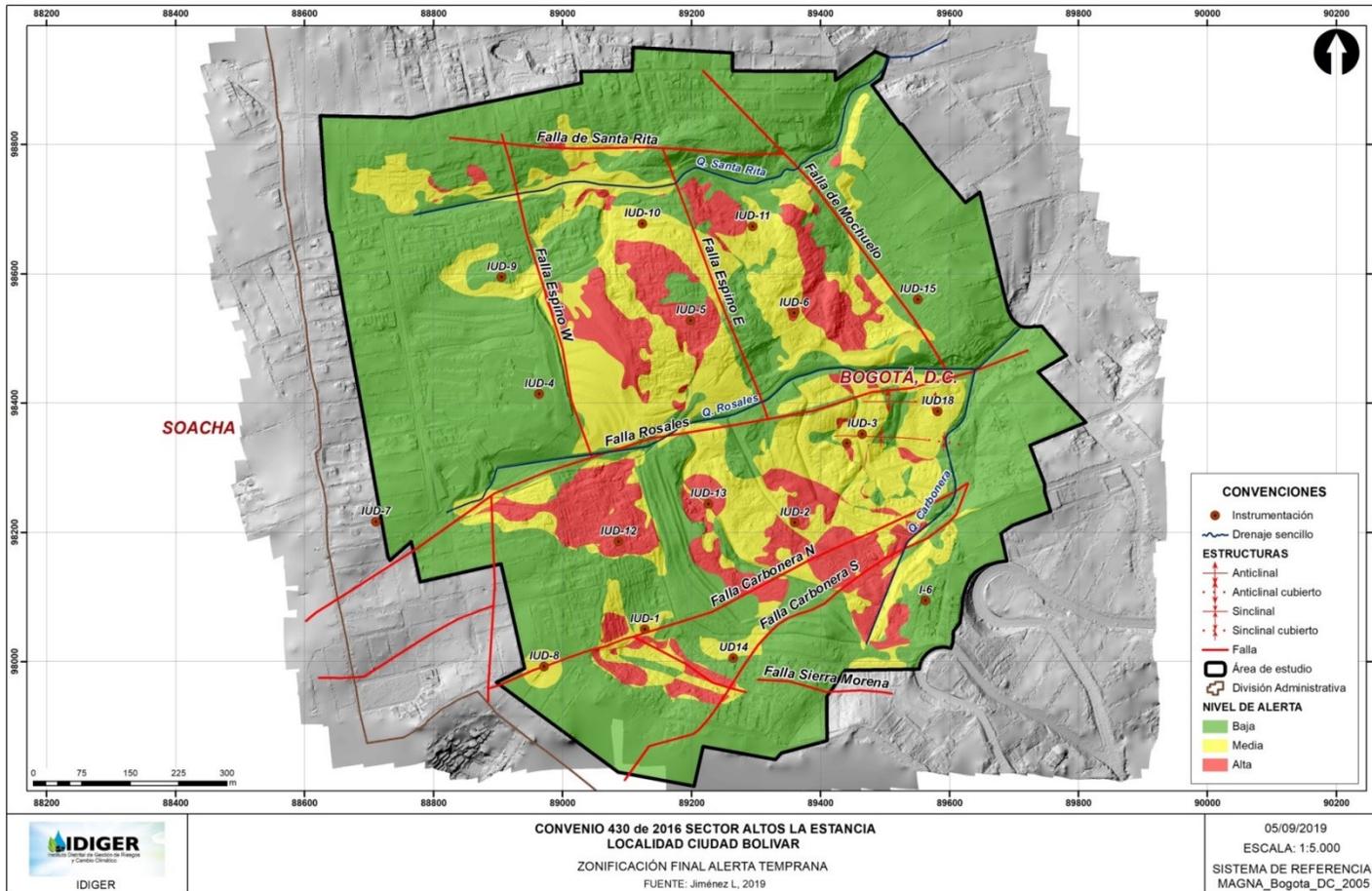


Imagen 189 plano registro de movimiento parámetros de medición Sistema de alerta

6 CONCLUSIONES

A continuación se presentan los análisis de cada área sobre las actividades ejecutadas en el periodo.

6.1 MODELO GEOLÓGICO

A lo largo del monitoreo geológico, el modelo se ha actualizado con base en la información de la geología superficial, toma de datos en campo, fotointerpretación de ortofotos a escala y resolución espacial detallada, registros litológicos de los sondeos ejecutados, geología del subsuelo y la información de referencia de estudios previos.

Se ha reiterado la importancia en el análisis inicial, el contexto geológico regional donde se ubica el estudio para poder esclarecer y deducir las condiciones geológicas locales, su relación con los esfuerzos tectónicos, los cuales imprimen en el área deformaciones en las rocas que determinan la condición de respuesta de los materiales a la generación de determinados procesos de remoción en masa. Las zonas de deformación han sido registradas en estudios locales y se han analizado en el desarrollo del monitoreo geológico, de manera tal que sustentan la interpretación vinculada en el marco del convenio al escenario y configuración geológico estructural de Altos de La Estancia.

La información levantada y registrada en los informes mensuales, expone que las variaciones en el buzamiento de las estructuras principales, destacan zonas de tipo extensional con dominio de fallas normales (estructuras de media flor y pull-apart), zonas de tipo compresivo con dominio de fallas inversas y arreglos de pliegues en Echelón.

En el área de estudio, la secuencia sedimentaria de la Formación Guaduas presenta un estilo estructural con pliegues apretados y ejes de poca longitud, afectados por fallas inversas (NE-SW), las cuales son responsables de la repetición de secuencias estratigráficas, como producto de la deformación tectónica. Además bloques desarrollados sedimentarias del Paleógeno que conforman la unidad de roca que aflora en el área del proyecto (Fm. Guaduas). Los bloques están limitados por fallas locales, discontinuas de rumbo, normales e inversas responsables de la configuración morfotectónica de la zona.

La importancia del conocimiento en el modelo geológico de superficie y del subsuelo se ha enfatizado en el marco del Convenio 430-2016, cuyo propósito técnico además de reiterar que los procesos de remoción en masa existentes en el área de Altos de la Estancia dependen de las características de los macizos rocosos involucrados y de las estructuras preexistentes desarrolladas en fases de deformación previas (diaclasas, fracturas, fallas y rocas de falla), es destacar que parte del alto grado de diaclasamiento y fracturamiento del macizo rocoso de la Formación Guaduas, el origen de los fenómenos morfodinámicos es de tipo genético a los procesos geológicos, como una respuesta mecánica de los materiales involucrados.

Con los datos obtenidos en el monitoreo geológico se ha logrado obtener un modelo geológico de superficie que incluye información a escala 1:5000 y del subsuelo a escala 1:200. El análisis de la variación lateral y vertical a nivel de las capas de la unidad de roca principal que aflora en el área que corresponde al segmento superior de la Formación Guaduas. A nivel de las formaciones superficiales se ha cartografiado la distribución en planta de cada uno de los depósitos y su espesor en cada una de las secciones de análisis, adicional a los suelos in situ producidos por la meteorización química y física de la formación Guaduas y que constituyen los suelos residuales IC identificados tanto en los registros litológicos, en las secciones de detalle y en el modelo de superficie. Las características litológicas han permitido sustentar los tipos de movimientos, superficies de ruptura, estimación de los tipos de acuíferos y posición de la tabla de agua (subsuperficial y subterránea).

Dentro de las formaciones superficiales cartografiadas, se incluyen rocas con diferentes grados de meteorización y fracturamiento, así como suelos y depósitos inconsolidados.

Se han identificado lineamientos, además de las fallas descritas y espacializadas en la cartografía; lineamientos locales de menor longitud conocidos como diaclasas, algunos de ellos están relacionados con fracturas menores en las rocas, causadas por deformaciones en el macizo rocoso, algunos tienen relación con escarpes y otros con rasgos erosivos de carácter lineal. A estos rasgos así formados, se les da la connotación de lineamientos.

6.2 MODELO LITOFACIAL

Dentro del convenio y con base en la recuperación de los núcleos de perforación, se realizó el análisis litofacial. Para el sector se concluye que la litofacie predominante se presenta capas masivas de areniscas, cuya geometría a nivel vertical y lateral en el modelo del subsuelo es tabular, continua, fracturadas, de baja permeabilidad por su cemento silíceo.

Los estratos de las cuarzo areniscas se concentran en la parte occidental del área hasta la Falla Espino y Carbonera Oeste; la falla constituye una frontera geológica e hidrogeológica. Este límite también influye en la morfología de los procesos erosivos y de remoción en masa identificados en la corona del escarpe del deslizamiento El Espino y La Carbonera.

Se presentan arcillolitas interestratificadas con areniscas, las cuales constituyen un conjunto de materiales poco consolidado compuestos de arcillolitas abigarradas y areniscas de grano grueso. Cuando estos materiales están húmedos domina el escurrimiento difuso y concentrado en forma de surcos y cárcavas y los suelos son moderadamente evolucionados, profundos y de texturas predominantemente arcillosas.

En el sector E1, E2, E3 y E8 las litofacies predominantes corresponde a materiales areno limosos que involucran suelos residuales y rocas principalmente asociadas a areniscas cuarzo feldespáticas. En el sector E4, E4^a, E5, E8, E9 y E11 relaciona formaciones superficiales de suelos y depósitos areno limosos y areno arcillosos, con predominio litológico de capas masivas de limolitas y arcillolitas con presencia de cintas de carbón y limolitas carbonosas. El contraste litofacial claramente influye no solo en la capacidad de

saturación de los materiales respecto al flujo subsuperficial sino además con la posible superficie de ruptura profunda para el sector del Espino que se estima se encuentra entre los 10 y 12 metros de profundidad en la parte intermedio y pie del deslizamiento.

La secuencia del modelo litofacial identificado para el Sector La Carbonera, se destaca por un predominio litológico en la parte alta a intermedia por capas masivas de areniscas silíceas con horizontes de limolitas finamente laminadas (condición intrínseca para aumentar la conductividad hidráulica y fricción), litofacie que cambia de la parte intermedia hacia la parte baja con mayor ocurrencia de capas lenticulares y tabulares de arcillolitas y limolitas laminadas, moderadamente meteorizadas y areniscas ocasionales.

6.3 ZONIFICACIÓN GEOLÓGICO GEOTÉCNICA

De acuerdo con los resultados del G.S.I. las rocas de la Formación Guaduas en Altos de la Estancia (Nivel IIB), se clasifican como rocas intermedias, índice de resistencia geológica entre regular a bueno (GSI entre 35 y 55). Los valores varían de acuerdo con la afectación de estas rocas por fallamiento. Esta unidad está representada en el área de estudio por las areniscas silíceas meteorizadas y muy diaclasadas, areniscas cuarzo feldespáticas de textura fina a media, con intercalaciones de material blando y duro con bandeamiento que involucra las limolitas carbonosas. Se caracteriza porque en algunos sectores es susceptible a la meteorización diferencial que puede generar colapso, presentándose caídas de roca y bloques en la parte alta del Espino y la Carbonera.

Para el Sector de La Carbonera, se determinó en la actualización de la zonificación geológica geotécnica que el sector C1 y C3, constituyen las zonas de mayores desplazamientos horizontales y verticales con evolución morfodinámica retrogresiva en el sector C1 zona de aislamiento y progresivo en el sector C3 (cuerpo del deslizamiento), con tendencia al noreste del área de estudio con movimientos denudativos tipo planar en el C1 y de carácter múltiple combinado y reptación en el C3. Presentan una tasa de movimiento lenta a muy lenta sobre materiales asociados a suelos residuales saturados de la Formación Guaduas y roca muy meteorizada en el C1 para un plano de falla superficial y otro plano de falla profunda que involucra una profundidad entre los 6 y 9 metros entre la zona transición y contacto de las capas de limolitas muy meteorizadas (2 A) con areniscas muy meteorizadas (2 A). La variación litofacial se expone en los bloques estructurales de las fallas asociadas.

MORFODINÁMICA Y SUSCEPTIBILIDAD A LA OCURRENCIA DE LOS FENÓMENOS DE REMOCION EN MASA

Para el sector del Espino, la superficie de ruptura en la parte intermedia y pie del Espino, se encuentra entre los 10 y 16 m de profundidad, involucra los cambios litofaciales entre las limolitas, arcillolitas y limolitas carbonosas, la configuración estructural del plegamiento local concentra la acumulación de las aguas subterráneas en la zona de inflexión del pliegue sinclinal (pie deslizamiento), deformación compresiva de la Formación Guaduas y la influencia de la zona saturada por el flujo subterráneo local. Esta condición influye en los tipos de procesos de remoción en masa identificados, corresponden a abultamientos

múltiples, lóbulos de solifluxión y procesos de reptación registrados y cartografiados con base en fotointerpretación y verificación en campo.

Se ha catalogado el sector como un Deslizamiento traslacional con corona retrogresiva, con presencia de deslizamientos superficiales de suelo, procesos de remoción en masa laterales lentos evidenciados en solifluxión y reptación de la parte intermedia y baja, con flujos puntuales de suelo y detritos.

De acuerdo con la interpretación multitemporal morfométrica se concluye y ratifica que las variaciones espaciales aumentó en frecuencia y número de escarpes erosivos y mayor evolución de procesos morfodinámicos menores en el segmento Deslizamiento principal (zona intermedia y pie), aumento de hundimientos con escarpes estructurales a abultamientos múltiples, lóbulos de solifluxión (Espino) con grietas de distensión y con vectores de avance progresivo hacia el NE-E tanto para la Carbonera como para el Espino.

Los resultados de la instrumentación IUD7, IUD4, IUD9, IUD5, IUD6, IUD11 y el IUD15 asocian movimientos de tipo rotacional, puntuales y de carácter superficial, en suelos residuales de la Formación Guaduas, depósitos de coluviales y mixtos. La condición desfavorable para la evolución de los procesos de remoción en masa se vincula con los flujos de agua libre por vertimientos antrópicos en el sector E2, E3, E4 y E8; en tanto esta condición no se controle, los procesos aumentarían en frecuencia y magnitud, con la potencialidad de generar un desplazamiento de mayor velocidad y que desplace los materiales coluviales y de suelo residual hacia la parte baja del Espino.

A diferencia del sector El Espino en la Carbonera, los procesos de remoción en masa corresponden a deslizamientos múltiples planares y combinados en la parte alta que involucra los horizontes entre los depósitos de ladera y los suelos residuales detonados por la saturación de los mismos por la acumulación de agua de origen antrópico. Evidencia avance retrogresivo, la corona y el escarpe principal con presencia de grietas en dirección NW y perpendiculares a la dirección del deslizamiento. Estas grietas presentan una longitud media de 19 metros. Presenta un mecanismo de falla rotacional en los depósitos coluviales. También se caracteriza por la presencia de escarpes escalonados que evidencian un avance retrogresivo del movimiento.

En la parte intermedia y baja en el sector Espino particularmente en el mapa de zonificación geotécnica incluye las zonas C2, C3 y C5, los procesos de remoción en masa varían entre flujos de suelo, detritos y de tipo planar (superficie de ruptura profunda). Sin embargo, en el análisis multitemporal los flujos han evolucionado en el sector C3 a procesos rotacionales múltiples que incluye como predominio litológico los suelos residuales y coluvios.

Los desplazamientos profundos evidenciados en el IUD8 y el IUD3 se estima que están relacionados con el flujo subterráneo entre las areniscas cuarzo feldespáticas de geometría tabular, muy fracturadas; esta condición y las zonas de falla favorece que el flujo migre por la zona de la falla Carbonera N concentrándose en la parte deformada además por plegamiento local identificado en el IUD3, en el pie del deslizamiento. Las condiciones geomecánicas de fracturamiento y deformación geológico estructural influye en la respuesta de desplazamientos.

Dados los resultados de las mediciones del I6, es conveniente continuar con seguimiento geológico geotécnico, teniendo en cuenta que corresponde a un escarpe tectónico por el trazo de la Falla La Carbonera Sur con pendientes abruptas, con procesos de remoción en masa tipo flujos de detritos y rocas.

6.4 CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

A lo largo del convenio, de acuerdo con el modelo geológico de superficie y del subsuelo, se analizaron los siguientes factores: litológicos, estratigráficos y estructurales que controlan el régimen y orientación de los flujos de aguas subterráneas junto con los hallazgos de las zonas de infiltración subsuperficial y la estimación del nivel freático subterráneo; a través de la inspección de campo de manera periódica y la interpretación de los foto mosaicos permitió analizar la distribución de las aguas producto de vertimientos inadecuados, con circulación libre a favor de la pendiente del terreno infiltrándose sobre las formaciones superficiales, saturando las unidades granulares y favoreciendo procesos de erosión superficial y de remoción en masa en la parte intermedia y del pie del sector de la Carbonera y El Espino.

De acuerdo con la modelación, el flujo de agua está concentrado preferencialmente sobre los horizontes de los suelos residuales y las unidades de roca moderadamente meteorizada (limolitas y areniscas) sobre la porosidad intrínseca de los materiales y en las zonas de mayor grado de fracturamiento por discontinuidades y zonas de falla que actúan con porosidad secundaria favoreciendo la conexión del flujo de agua.

Sobre las zonas de cizalla y de mayor fracturamiento por efecto de las fallas locales aumenta la cabeza hidráulica que operan como cuñas hidráulicas, las cuales posiblemente constituyen fuentes de recarga e infiltración hacia los niveles más profundos de los estratos de limolitas y arcillolitas nivel 2 A que generan presiones de agua sobre el macizo, ESTA condición deberá continuar a procesos de seguimiento y control continuo y periódico en el monitoreo geológico en el área.

Las unidades hidrogeológicas identificadas corresponden a: Acuífero confinado de extensión regional, continuo asociado Formación Guadalupe – Arenisca Labor y Tierna (Ksglt); Acuitardo asociado a la Formación Guaduas, catalogado como Acuitardo continuo de extensión regional, de bajo rendimiento, conformado por una secuencia de arcillolitas con intercalaciones de areniscas cuarzosas y mantos de carbón; de los cinco segmentos litológicos principales que integra la Formación Guaduas, el segmento 3 es el más representativo en Altos de la Estancia, es un segmento principalmente arenoso, compuesto por capas de arenisca cuarzosa de grano fino a medio, de color amarillo, en estratos gruesos a finos, con estratificación masiva, localmente cruzada, con niveles de estratificación laminada. Las características texturales de esta unidad la clasifican como una unidad de alta permeabilidad, con una alta capacidad de infiltración superficial y desarrolla en superficie de un horizonte de suelo residual arenoso de 2 a 3m de espesor.

Esta unidad delimita por el occidente el deslizamiento del Espino y por su alta capacidad de infiltración, representa un acuífero libre y demarca una zona de recarga importante, tanto para las aguas de lluvias como de las aguas servidas del sector urbanizado.

La alta permeabilidad de los suelos residuales arenosos desarrollados a partir de las unidades de areniscas de Formación Guaduas. Estos suelos se exponen al occidente de la corona del deslizamiento y junto con las unidades de areniscas del subsuelo, representa una zona de recarga y de infiltración, tanto de las aguas lluvias como de las aguas servidas que afectan directamente la zona del deslizamiento. La investigación geoelectrica para el este sector identifica un nivel freático a 37 m de profundidad tanto para el occidente como al oriente, mientras que en el cuerpo del deslizamiento de 22m. Esta unidad superficial se ha catalogado como Acuíferos libres con flujo esencialmente intergranular asociado a Suelos Residuales – Sr.

Los depósitos asociados a materiales de escombros o depósitos mixtos de rellenos; corresponden a materiales depositados a diferentes profundidades, por su heterogeneidad litológica y a pesar de su compactación, contiene por consiguiente diversos grados de “porosidad”, dependiendo su grado de saturación y con poca compactación, condición textural que ante la ocurrencia de un fuerte evento de lluvia la capacidad de infiltración supera la del escurrimiento, condición favorecida por la pendiente y morfología de la ladera y que estos materiales se ubican en la parte intermedia y baja del Espino y La Carbonera. Por esta razón el considerado “Nivel Estático” varía desde muy cercano a la superficie del terreno hasta 17 m de profundidad según los registros litológicos de las perforaciones y los ensayos de laboratorio realizados en los sondeos IUD15 (El Espino) y IUD18 (La Carbonera).

6.5 CONTROLES TOPOGRAFICOS

Para el presente convenio se presentó una serie de instrumentación entregada por el IDIGER de 25 elementos de control superficial, 40 mojones instalados por la Universidad Distrital, 8 dianas de control a los elementos estructurales expuestos sobre las secciones alrededor del polígono, y 28 puntos de control sobre los elementos estructurales de contención dentro del polígono.

Para el deslizamiento la Carbonera se encontró durante el monitoreo 28 elementos que superaron la tolerancia calcula para el sistema de alerta, en 12 de 40 campañas realizadas. Se presentaron en mayor medida en el año 2017 teniendo 18 elementos ubicados en las zonas homogéneas C1 y C2, estas zonas se caracterizan por tener suelos coluviales y residuales que cubren un macizo de areniscas meteorizadas y fracturadas, son zonas afectadas por vertimiento de aguas residuales, se presentan desplazamientos superficiales de suelos saturados y la formación incipiente de flujos. Presencia de materiales de escombros dejados por el programa de reubicación y materiales sueltos dejados por el movimiento inicial, adecuaciones morfológica del terreno y área desconfiada en la corona del deslizamiento. Evidencias muy puntuales de saturación superficial de suelos coluviales.

Los movimientos son imperceptibles, se requiere de un control de los vertimientos, continuar con el programa de monitoreo instrumental, la velocidad es extremadamente lenta, fisuración de estructuras existentes por presiones laterales.

Para el deslizamiento el Espino se encontró 24 elementos de control que superaron la tolerancia calculada para este parámetro de medición, estas mediciones se presentaron en mayor medida en el año 2017 teniendo 17 elementos en las zonas homogéneas E1, E2, E3, E4 y E5, zonas ubicadas al borde de la quebrada Santo domingo al sur de este deslizamiento presentando areniscas muy fracturadas, movimientos imperceptibles sin daño en la estructura de contención existente, para la parte media del deslizamiento se encuentra suelos y rocas disgregadas y desplazadas por el movimiento, apertura de grietas pre-existentes, para la parte baja se encuentra rocas disgregadas bloques de diferentes tamaños, desplazamiento con componente horizontal y vertical con zonas de antiguos frentes de cantera, deformación por presiones laterales.

Movimientos extremadamente lentos 5×10^{-7} mm/s, con aperturas de grietas en la parte media con alerta de reactivación del movimiento principal perceptibles al programa de instrumentación con desplazamientos hacia Noreste.

6.6 MONITOREO GEOTÉCNICO GEOLOGICO

- En los estudios anteriores del fenómeno de remoción en masa del sector Altos de la Estancia fue utilizada la siguiente instrumentación geotécnica: inclinómetros, piezómetro de Casagrande y extensómetros de estaca. Esta instrumentación ha presentado varias dificultades debidas a la magnitud del movimiento, la extensión del sector y la población que la circula. Se presentan daños en los Inclinómetros instalados por anteriores. Se presenta la perdida de funcionalidad de los piezómetros por obstrucciones de la tubería y en donde se puede hacer la lectura se encuentra que los niveles piezométricos son muy bajos (no permiten su cuantificación). En el seguimiento de los extensómetros (campañas anteriores) se presenta la perdida de las estacas, lo que no permitió la continuidad de la toma de datos.
- El cuerpo de los movimientos detectados presenta grietas y escarpes secundarios, que son especialmente notables en el sector de La Carbonera. En este caso se reconoce sectores con movimiento activos, estas zonas se encuentran desprovistos de vegetación donde se puede apreciar las grietas y escarpes principales por donde se puede apreciar las pobres características geomecánicas de los materiales involucrados en los procesos de inestabilidad, esta zona se evidencia una alta concentración de humedad principal factor contribuyente en la activación de estos procesos de inestabilidad.
- Con la evaluación de amenaza por inestabilidad de taludes se evidencia que la zona denominada altos de la estancia presenta evidencia de movimientos localizados y los factores de seguridad podrían estar categorizados como amenaza alta según los análisis realizados.
- Se siguen presentando puntos críticos de fuga de agua por conexiones erradas de agua potable y alcantarillado, las ocupaciones pendientes de reasentamiento y los nuevos asentamientos en el polígono, este factor es el que está alterando el régimen de agua que por infiltración, satura el suelo y contribuyen a la generación de procesos inestables del terreno.

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

- Los procesos de asentamiento humano se han intensificado en los últimos meses incrementan los factores de inestabilidad del terreno y exponiendo a una cantidad importante de personas a distintas fuentes de amenaza. Estos procesos no están siendo controlados por la entidad competente, se sugiere realizar acciones dentro del polígono.
- Las variaciones espaciales en los rasgos morfométricos con escarpes estructurales exponen lóbulos de soliflucción (Espino) con grietas de distensión y con vectores de avance progresivo hacia el NE-E, favorecido por el plegamiento de la formación Guaduas
- En el sector de la Carbonera se detecta cierta estabilidad morfodinámica en parte superior de la ladera; sin embargo, en el sector intermedio predominan surcos y procesos de remoción en masa tipo combinado entre planares y rotacionales en los depósitos coluviales, el sentido de los movimientos presenta una tendencia hacia el NNE con coronas puntuales retrogresiva.
- Tanto en el sector del Espino y la Carbonera, se presentan flujos de suelo puntuales en suelo residual areno limoso de la Formación Guaduas, cicatrices de deslizamientos rotacionales combinados que incluyen flujos de suelo y flujo de detritos en el pie del deslizamiento principal; en el sector del pie y pata del Espino, claramente se registra a nivel superficial soportado con las mediciones directas de la instrumentación, procesos de soliflucción y movimientos laterales lentos (reptación), con evidencias en declinación de la verticalidad de las coberturas vegetales de mayor fuste, grietas a nivel de los depósitos coluviales y suelo residual acompañados de desplazamientos a nivel sub superficial del plano de estratificación que involucra los estratos de limolitas con el contacto neto con los paquetes gruesos de las areniscas cuarzo feldespáticas.
- La potencialidad de infiltración y percolación aumentó en la zona del Espino según el análisis multitemporal 2016 a agosto 2019, los vertimientos favorecen la infiltración y saturación del suelo residual como el primer horizonte permeable en la parte alta de la ladera, siendo un flujo progresivo en el sentido NNE – E, que probablemente alimente el flujo sub-superficial subterráneo que se encuentra entre los primeros 5 m del perfil litológico del área de estudio hasta el nivel de roca IIA.
- Un estimativo real del caudal que probablemente ingresa al cuerpo del deslizamiento por causas antrópicas en un tiempo y punto dado tan solo es posible conociendo las redes de distribución de acueducto y alcantarillado, y a su vez la cronología de los daños ocurridos. Como se ha expuesto en los comités de seguimiento y avance mensual, hay incertidumbre en evaluar los caudales de los vertimientos inadecuados en el área pero se ha demostrado bajo las mediciones, el seguimiento y control geológico respecto a las mediciones de la instrumentación que el detonante principal del avance en la parte alta e intermedia de ambos sectores es la inducción de aguas al sustrato y subsuelo por vertimientos domésticos sin ningún tipo de manejo.
- Los desplazamientos en profundidad en la zona retrogresiva del movimiento principal para ambas zonas muestran una tendencia a la ruptura (superficie de falla) en el inicio del estrato de arcillolitas compactas con las areniscas silíceas desplazando el bloque superior sobre el inferior; dada la profundidad de la superficie de ruptura coincidente con el estrato de arcillolitas compactas y la

dirección de movimiento de los bloques, estos desplazamientos deben ser considerados.

6.7 ESTRUCTURAS

- Tipología de vivienda predominante en la zona de estudio

El sistema de construcción predominante en la zona estudiada durante la vigencia del convenio, corresponde al tipo de edificación, para nuestro caso: Estructuras con confinamiento deficiente y estructuras híbridas, para un total de 210 de 235 viviendas, equivalente al 89% de las viviendas inspeccionadas. Lo anterior, según la clasificación de la guía del Servicio Geológico Colombiano (S.G.C).

- Número de pisos predominante en la zona de estudio

La vivienda de (1) un nivel, equivalentes a un porcentaje de 51% (Predomina) de un total de 235 casas inspeccionadas.

- Metodología Implementada Durante la vigencia del convenio 430 de 2016

Durante la vigencia del proyecto se emplearon diferentes metodologías, lo anterior fue necesario para cumplir los objetivos del convenio 430 de 2016, pero debido a las diferentes observaciones realizadas por IDIGER en los comités de seguimiento mensual, fue necesario revisar la efectividad de las metodologías antiguas implementadas en campo. Por tanto, se proponen nuevos umbrales de daño y un sistema de calificación para obtener un nivel de alerta adecuada a la amenaza.

A nivel de recordar lo sucedido, comentamos que los primeros meses del proyecto, se utilizaban los criterios de la metodología aplicada en convenios de años anteriores (ver convenio 589 de 2013), pero esta metodología presentó falencias como:

No incluía el reporte de la instrumentación de la geotecnia.

No incluía información de la geología.

No relaciono la fragilidad de la vivienda con el entorno o amenaza.

No establecía un nivel de alerta.

En el mes de septiembre del 2017, se implementa una nueva metodología diseñada por la universidad Distrital Francisco José De Caldas, la cual convierte variables cualitativas en cuantitativas, al relacionar las fórmulas propuestas al inicio del proyecto: la fragilidad de los elementos expuestos – viviendas - con la intensidad del evento – entorno – con lo propuesto se busca establecer un nivel de alerta el cual vincula las diferentes zonas de amenaza geotécnica.

El monitoreo realizado durante los tres años permite concluir que el 100% de las viviendas inspeccionadas, son habitables. También se concluye que el 14,5% de las viviendas visitadas presentan defectos constructivos (fragilidad) situación que aumenta la vulnerabilidad, ante cualquier movimiento de terreno (sismo o remoción en masa del terreno).

➤ Conclusiones sobre el nivel de alerta

NO se estableció alerta para las viviendas ni para los sistemas de contención, puesto que no se evidencian de movimiento según el resultado de la inspección visual realizadas durante las campañas.

Durante las campañas se presentó un 99% de las viviendas presento un nivel de alerta baja equivalente a 233.

Según el resultado de las inspecciones visuales realizada por la universidad Distrital, NO se observó cambios significativos en los elementos frágiles de las viviendas inspeccionadas. Por tanto, NO se emitió una alerta, lo anterior según el resultado de la aplicación de la nueva metodología (convenio N°430 de 2016).

➤ Tipo de inspección aplicada en las viviendas (interna o externa)

Durante la vigencia del convenio se presentó de manera reiterada inconvenientes con la disposición de los habitantes o dueños de las viviendas, ya que no permitieron el ingreso a las viviendas de manera regular, para permitir realizar la respectiva inspección mensual, debido a esta situación se registro durante los años 2019 una baja considerable en el tipo de inspección.

La situación anterior, fue reportada de manera mensual en los informes y comités de seguimiento.

El 17% de las visitas fueron de tipo interna, lo anterior equivale a 1365 visitas de inspecciones internas, es decir donde el habitante de la casa permitió el ingreso y el 83% de inspecciones fueron externas, el cual equivale a 6473 visitas. La inspección externa, se realiza debido a que algunos habitantes NO permiten el ingreso de los inspectores a las residencias para un total de 7803 visitas durante las campañas.

➤ Estado de los hallazgos de campo (vertimientos) durante la vigencia del convenio 430 de 2016

Durante todo el monitoreo realizado a las viviendas de Altos de la Estancia desde el año 2017 hasta el año 2020 contratado con el convenio N° 430 de 2016, se realizó una inspección mensual en el entorno de las viviendas y en las mismas, allí se encontraron hallazgos, como vertimientos de aguas residuales, que eran ocasionados por diversos motivos como tuberías rotas, fugas de agua de los registros, cajas de aguas residuales, este tipo de problemas además de producir afectación en la salud de los habitantes, el mal manejo de vertimientos pueden contribuir a debilitar el terreno y propiciar un deslizamiento.

Debido al seguimiento mensual realizado por la universidad Distrital en monitoreo estructural, y al oportuno reporte que nosotros hacíamos en los comités de seguimiento, IDIGER gestiona de manera efectiva la subsanación de cada situación ante las entidades respectivas, dando como consecuencia que, al mes de febrero del año 2020, todas las problemáticas reportadas por la universidad Distrital quedaron subsanadas.

➤ Cantidad de visitas, realizadas

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016

Después de cambiar e implementar la metodología, en el mes de septiembre de 2017, todo el año 2018, todo el año 2019 y los meses de enero y febrero de 2020, se realizaron 235 inspecciones mensuales, lo cual permitió cumplir de forma amplia las condiciones contractuales (mínimo 200 viviendas por campaña).

Los primeros meses del año 2017, no fue posible cumplir con la cuota mínima de 200 viviendas, debido a dos razones:

La inseguridad en la zona, nos obligó a solicitar acompañamiento policial mensual, en consecuencia, la cantidad de visitas requeridas por el convenio, se condicionaban a una coordinación logística con las autoridades policiales de la zona.

A solicitud de IDIGER, como consta en actas de seguimiento, solicita que la universidad Distrital revise y si era el caso cambiar la metodología que estábamos utilizando, debido a esta situación duramos unos meses ajustando la metodología.

- Cantidad y perfil del personal de campo que realizaba la inspección

En el proyecto participaron un total de 42 personas durante la vigencia del convenio, cuyo perfil eran estudiantes de Tecnología en Construcciones Civiles y estudiantes de Ingeniería Civil, siempre asistían en compañía de un Ingeniero Civil graduado.

- Seguridad en la zona Altos de la Estancia

La zona de trabajo en campo tiene sectores catalogados socialmente como peligrosos. Por tanto, fue necesario solicitar el acompañamiento frecuente de la policía.

Sin embargo, los reiterados incumplimientos del acompañamiento policial dificultaron nuestra labor de campo, generan retrasos en la cantidad de inspecciones diarias lo que se reflejó en una disminución del rendimiento mensual.

Lo anterior, obliga a la universidad Distrital a cambiar la logística del personal de inspección, dichos cambios se reflejan en la realización de recorridos en grupos de mínimo 6 personas para mitigar el aspecto de inseguridad, en consecuencia, se logró la meta de realizar las 200 viviendas por campaña mensual, todo esto sucedió a inicios del mes de septiembre de 2017.

7 RECOMENDACIONES

- Se sugiere a que IDIGER continúe con el reporte a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá las conexiones de agua potable en mal estado, que son evidenciadas en los recorridos mensuales que realiza la universidad Distrital, puesto que esta situación es una detonante del movimiento en masa del suelo en la zona Altos de la Estancia.
- Se recomienda agilizar los procesos de reasentamiento en la zona, teniendo en cuenta que los vertimientos presentados se evidencian por las nuevas ocupaciones y/o las ocupaciones que aún no culminan el reasentamiento.
- Es de suma importancia tener un plan de manejo de aguas en obras de mitigación presentes en la zona de estudio ya que es un factor contribuyente en los procesos.
- Se recomienda encausar provisionalmente el agua residual a la quebrada Carbonera por medio de zanjas, además de tener un mantenimiento preventivo y correctivo en las bermas debido a la ductilidad del terreno, ya que el deterioro y obstrucción por movimientos de masa se pueden presentar apozamientos dentro del talud dificultando la evacuación adecuada del agua superficial.

8 LISTA DE REFERENCIA

- CONSULTORES UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS (2013). Aunar esfuerzos para realizar el monitoreo topográfico y estructural para el seguimiento del movimiento en masa del sector de Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C.
- CONSULTORES EN INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE – CI AMBIENTAL SAS (2011). Monitoreo topográfico, geotécnico y estructural para el seguimiento del movimiento en masa de la zona de alto riesgo del sector de Altos de la Estancia de la localidad de Ciudad Bolívar, en la Ciudad de Bogotá, D.C.
- CONSORCIO ALTOS DE LA ESTANCIA 2009 (2009). Monitoreo geotécnico especializado en el sector altos de la estancia de la localidad de ciudad bolívar, en Bogotá D.C.
- CONSORCIO ALTOS DE LA ESTANCIA 2007 (2007). Elaborar los diseños detallados, presupuestos y especificaciones técnicas para la construcción de las obras de mitigación de riesgos requeridas en el sector de Altos de la Estancia de la Localidad de Ciudad Bolívar, en la Ciudad de Bogotá, D.C.
- SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (2015). Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa.

9 GLOSARIO

Agrietamiento: hendidura alargada que se produce en un cuerpo sólido. Dicha abertura o fisura tiene lugar cuando se separan dos materiales.

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.

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

Empradización: Consiste en el establecimiento de césped sobre zonas blandas.

Extensómetros: Instrumento para medir la distorsión de los ejemplares o especímenes bajo prueba.

Fujos: 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.

Fisura: Las Fisuras son aperturas longitudinales que afectan la capa exterior del elemento constructivo.

Grieta: Hendidura o abertura longitudinal, de ancho mayor de 1 mm.

GPS: Sistema americano de navegación y localización mediante satélites.

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.

Mitigable: Que su riesgo se puede reducir o controlar.

Mojones: Señal clavada en el suelo que sirve como punto de referencia

Monitoreo: Es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en pos de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de gestión.

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.

Rasante: Nivel de una calle, camino o terreno, considerando su inclinación respecto al plano horizontal.

Remoción en masa: Es el desplazamiento de material litológico, suelo, roca o cobertura vegetal hacia abajo por acción de la fuerza de gravedad, la influencia de la pendiente del terreno y la cohesión o características del material en cada caso.

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

UPZ: Las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) son una subdivisión urbana de Bogotá, capital de Colombia. Su área es menor a la de las localidades, pero puede agrupar varios barrios en sí.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto Distrital de Gestión de
Riesgos y Cambio Climático

AUNAR ESFUERZOS PARA CONTINUAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL SECTOR DE ALTA COMPLEJIDAD DE ALTOS DE LA ESTANCIA DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR, QUE PERMITA EVALUAR LA EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO TOPOGRÁFICO, ESTRUCTURAL Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 430 DE 2016



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

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.